

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

ELENISSE ALBERTON DE ALMEIDA  
RAFAEL YURI SZLAPAK

**ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN ADICIONADO DE FARINHAS  
DE BATATA YACON, BATATA DOCE E BATATA CARÁ**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA  
2015

ELENISSE ALBERTON DE ALMEIDA

RAFAEL YURI SZLAPAK

**ELABORAÇÃO DE PÃO SEM GLÚTEN ADICIONADO DE FARINHAS  
DE BATATA YACON, BATATA DOCE E BATATA CARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPr como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Nádia Cristina Steinmacher.

Co-orientadora : MSc.Marcia Alves Chaves

MEDIANEIRA  
2015

## **Agradecimentos**

Agradecemos à Deus por nos iluminar com sabedoria e nos acompanhar na elaboração deste trabalho. Agradecemos às professoras Nádia Cristina Steinmacher e Marcia Alves Chaves pela dedicação e orientação transmitindo-nos conhecimentos. Somos gratos à pessoa Renato Begnini pela doação da batata cará, à nossa família e amigos pelo incentivo e apoio.

A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original.  
*(Albert Einstein)*

## RESUMO

ALMEIDA. Elenisse Alberton de. SZLAPAK. Rafael Yuri. Elaboração de pão sem glúten adicionado de batata yacon, batata doce e batata cará. 2015. 29f– Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

O pão é um dos alimentos básicos mais populares do mundo, com seu valor nutritivo, preço baixo e simplicidade de uso, ele é a base de dietas das civilizações. A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada por atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos, em indivíduos geneticamente susceptíveis. Considerando que está crescendo a cada dia o número de pessoas celíacas, e com esta demanda há a necessidade de desenvolver novos produtos, este trabalho teve como objetivo, o desenvolvimento de pão sem glúten adicionado de farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará. Foi utilizado planejamento experimental de misturas simplex centróide. Analisou - se as propriedades físico-químicas (proteína, lipídios e teores de cinza) e propriedades reológicas da massa (firmeza e volume específico) a partir de sete formulações. Observou-se que a mistura pura de farinha de batata doce e a mistura ternária, apresentaram pães mais macios e com maior volume específico. A mistura binária de farinha de batata yacon e farinha de batata doce apresentou o maior teor proteico, enquanto que na mistura ternária, encontrou-se o maior teor de lipídios e nas misturas puras o menor teor de cinzas. Os resultados destas análises mostraram que é possível elaborar pães com adição destas farinhas, sendo elas em formulações puras ou em misturas, pois, o produto elaborado apresenta características adequadas para panificação.

Palavras-Chave: celíaco, planejamento simplex centróide, volume específico, firmeza.

## ABSTRACT

ALMEIDA. Elenisse Alberton de. SZLPAK. Rafael Yuri. Preparation of gluten-free bread added yacon potato, sweet potato and yam potato. 2015. 29f- Work Completion of course. Degree in Food Technology, Technological University Federal of Parana. Medianeira 2015.

Bread is one of the most popular staple food in the world with its nutritional value, low price and simplicity of use, it is of civilizations diets base. Celiac disease (CD) is a permanent intolerance to gluten, characterized by the total or subtotal atrophy of the mucosa of the proximal small intestine and consequent malabsorption of food in genetically susceptible individuals. Whereas is growing every day the number of celiac people, and with this demand there is a need to develop new products, this study aimed to the development of gluten-free bread added yacon potato flour, sweet potato and yam potato. It was used experimental design of mixtures simplex centroid. Analyzed - if the physico-chemical properties (protein, lipid and ash contents) and the dough rheological properties (strength and specific volume) from seven formulations. It was observed that the mixture of pure sweet potato flour and ternary mixture showed softer and more specific volume of breads. A binary mixture of yacon potato flour, sweet potato flour showed the highest protein content, while the ternary mixture, met the highest content of lipids and the pure blends the lowest ash content. Results of these analyzes showed that it is possible to produce breads with the addition of flour, which were in pure formulations or mixtures, for the elaborate product displays characteristics suitable for baking.

Keywords: celiac, centroid simplex planning, specific volume, firmness.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxograma do processamento da farinha.....	29
Figura 2 – Fluxograma de obtenção dos pães.....	30
Figura 3 – Diagrama triangular para (a) firmeza, (b) elasticidade e (c) volume específico a partir do delineamento experimental proposto.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Ingredientes da farinha mista.....	28
Tabela 2: Proporção dos componentes X1, X2 e X3 do projeto de mistura simplex-centróide.....	28
Tabela 3 Formulações estudadas e desenvolvidas de acordo com o planejamento mistura simplex-centróide.....	28
Tabela 4 – Rendimento da farinha.....	29
Tabela 5 – Modelos previstos para o delineamento simplex-centróide para avaliar o efeito das farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas sobre os parâmetros de textura (firmeza) e volume específico.....	34
Tabela 6 – Parâmetros de textura e volume específico dos pães obtidos pela adição de farinha de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas resultantes do delineamento simplex-centróide.....	35
Tabela 7 – Modelos previstos para o delineamento simplex-centróide para avaliar o efeito das farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas sobre os parâmetros de proteínas, lipídios e cinzas.....	36
Tabela 8 – Modelos previstos para o delineamento simplex-centróide para avaliar o efeito das farinhas nas diferentes misturas sobre os parâmetros de proteína, lipídios e cinzas.....	36



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 Objetivo geral .....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
3.1 Pão.....	14
3.2 Pão sem glúten .....	14
3.3 Batata yacon ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> ) .....	15
3.4 Batata doce .....	18
3.5 Batata cará ( <i>Discorea spp</i> ).....	19
3.6 Farinhas .....	20
<b>4 INGREDIENTES DO PÃO</b> .....	<b>21</b>
4.1 Farinha de arroz .....	21
4.2 Fécula de batata.....	21
4.3 Farinha de batata yacon.....	21
4.4 Farinha de batata doce .....	22
4.5 Farinha de Batata Cará .....	22
4.6 Polvilho doce .....	22
4.7 Fermento Biológico .....	23
4.8 Água.....	23
4.9 Sal .....	23
4.10 Açúcar .....	23
4.11 Azeite de Oliva .....	24
4.12 Ovos.....	24
4.13 HPMC (hidroximetilpropilcelulose) .....	24
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
5.1 Material.....	25
5.2 Desenvolvimento das farinhas .....	25
5.3 Planejamento Experimental.....	26
5.4 Obtenção do pão.....	28
5.5 Análises físico-químicas .....	29
5.5.1 Proteína.....	29

5.5.2 Lipídios .....	30
5.5.3 Umidade .....	30
5.5.4 Cinzas .....	30
5.5.5 Carboidratos .....	31
5.6 Firmeza dos pães .....	31
5.7 Volume específico dos pães .....	32
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada por atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos, em indivíduos geneticamente susceptíveis (JORNAL DE PEDIATRIA, 2001).

A DC pode se apresentar sob as seguintes formas: clássica, não clássica e assintomática. Pratesi et al. (2005), descreveram a forma clássica da doença, a qual se inicia nos primeiros anos de vida com diarreia crônica, vômitos, irritabilidade, anorexia, deficiência de crescimento, distensão abdominal, diminuição do tecido celular subcutâneo e atrofia da musculatura glútea. O tratamento da DC consiste na introdução de dieta isenta de glúten de forma permanente, devendo-se, portanto, excluir da dieta os seguintes cereais e seus derivados: trigo, centeio, cevada, malte e aveia.

O assunto é de tal relevância que produtos contendo glúten devem ter advertência no rótulo conforme exigência das Leis nº. 8.543, (BRASIL, 1992) e nº. 10.674 (BRASIL, 2003).

Os portadores da doença têm que seguir uma dieta rigorosa por toda a vida, o que restringe muito o poder de escolha desses consumidores, que são obrigados a abolir de sua alimentação produtos comuns como macarrão, pães, bolos, bolachas, cervejas, entre outros. O glúten não é transformado quando os alimentos são assados ou cozidos, por isso deve ser substituído por outras opções como a farinha de arroz, amido de milho, farinha de milho, fubá, farinha de mandioca, polvilho doce, polvilho azedo e fécula de batata (CESAR et al, 2006).

O pão é um dos alimentos básicos mais populares do mundo, com seu valor nutritivo, preço baixo e simplicidade de uso, ele é a base de dietas de as civilizações. O consumo de pão fornece energia (principalmente a partir de amido), fibra alimentar, proteínas e uma grande variedade de vitaminas e minerais (NANDITHA; PRABHASANKAR, 2009).

O pão é produzido a partir do trigo que é uma fração proteica (denominado de glúten) que forma uma massa viscoelástica coesa, capaz de manter o dióxido de carbono produzido durante a fermentação e as fases iniciais de cozimento, que é decisivo para o volume final do pão e estrutura do miolo. A substituição desta

proteína essencial, porém, é um desafio tecnológico pois altera o volume, a dureza e aumenta a taxa de endurecimento (CAPPA, LUCISANO e MARIOTTI, 2013).

Comer e cozinhar alimentos sem glúten tornou-se mais fácil graças ao aumento do número e da qualidade dos produtos disponível em lojas especializadas, embora o preço seja mais elevado (LEE, ZIVIN e GREEN, 2007).

O desenvolvimento de um pão sem glúten aprimorado com as farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará deverá incentivar a fabricação de produtos desta natureza para o atendimento destes consumidores especiais.

A preocupação é grande com pessoas celíacas. A alteração feita na Lei nº 11947, determina que os estudantes celíacos que necessitem de atenção individualizada, devido sua condição de saúde, a instituição na qual o aluno frequenta será responsável na elaboração de um cardápio especial com base nas recomendações médicas e nutricionais (FENALCEBRA).

Os atributos sensoriais desejados tem sido um problema para muitos pesquisadores, pois envolve a certeza de manter um produto com características químicas, físicas e microbiológicas esperadas. As pessoas com DC estão cada vez mais exigentes quanto a qualidade dos alimentos, como consequência a alimentação deve ser segura e com características sensoriais que refletem a primordial importância do produto.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver formulações de pão sem glúten a partir das farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará.

### 2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver a farinha de batatas yacon, cará e doce;
- Desenvolver a formulação dos pães adicionados das farinhas das batatas de acordo com planejamento experimental de misturas simplex-centróide;
- Avaliar as características reológicas dos pães desenvolvidos (firmeza e volume específico);
- Avaliar as características físico-químicas dos pães (proteína, lipídios, cinzas);
- Propor o uso da modelagem experimental por delineamento de misturas no desenvolvimento de pães com três tipos de farinha de batatas (yacon, doce e cará).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Pão

No século XIX, em São Paulo, a fabricação do pão era realizada pelas mulheres. O mesmo era preparado com milho e mandioca, preparavam a farinha, peneiravam, faziam os pães e assavam. Com o passar do tempo, os imigrantes influenciaram novos gostos e práticas como a farinha de trigo. A produção aumentou, construíram padarias e os homens tomaram a frente do trabalho. Os italianos foram responsáveis pela expansão da panificação, tendo como exemplo as padarias francesas que produziam o tipo de pão francês. Com a chegada do fermento biológico a preparação do pão ficou mais rápida, permitindo a realização de muitas fornadas diárias. A jornada de trabalho era longa, o horário de trabalho não era fixo, não havia descanso em domingos e feriados. A indústria de panificação vivencia uma revolução no decorrer dos últimos 150 anos. Padarias de pequeno porte originaram padarias industriais, produzir tornou-se chave do sucesso. Novas tecnologias de panificação foram desenvolvidas para atender as exigências do novo mercado. O interesse pelo processo de fermentação longa foi reduzido, sendo a principal consequência desta evolução (MATOS, 2009).

Estudo realizado por Souza et al ( 2013), o pão de sal representa cerca de 63% dos alimentos consumidos com maior prevalência, perdendo para o arroz 84%, café 79% e feijão 72,8%).

#### 3.2 Pão sem glúten

Os sinais da doença celíaca (DC) são emagrecimento excessivo, anemia, vômito, humor alterado, abdômen distendido e músculo glúteo achatado. Para diagnosticar se o indivíduo é sensível ao glúten, é necessário realizar biópsia do intestino delgado. Os portadores da doença têm que seguir uma dieta rigorosa por toda a vida, o que restringe muito o poder de escolha desses consumidores, que são

obrigados a abolir de sua alimentação produtos comuns como macarrão, pães, bolos, bolachas, cervejas, entre outros (ACELBRA, 2001).

Segundo a FENACELBRA (Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil, cerca de 1% da população mundial sofre com a doença. No Brasil, são em aproximadamente 2 milhões de pessoas celíacas, porém, a maioria dessas ainda não foram diagnosticadas.

Alimentos sem glúten, como cereais, arroz, não suprem as necessidades indispensáveis para produzir produtos fermentados na panificação, porque a farinha de arroz quando é amassada com água, não forma massa viscoelástica para reter o gás carbônico formado durante a fermentação, resultando num baixo volume específico e com diferentes características do pão de trigo (STORCK, 2009). O mercado oferece vários produtos sem glúten, mas, geralmente a qualidade destes produtos não agrada o consumidor.

A substituição do glúten da farinha de trigo por outro ingrediente é desafiante, pois este representa a rede proteica que retém o gás carbônico, produzido no processo de fermentação e, conseqüentemente pela expansão da massa (CÉSAR et al., 2006).

### 3.3 Batata yacon (*Smallanthus sonchifolius*)

Yacon é o nome comumente utilizado para designar a planta e a sua raiz de reserva. O yacon representa espécie originária dos Andes, cujo cultivo e consumo datam dos tempos pré-incas (BUTLER; RIVERA, 2004).

A raiz tuberosa tem recebido nomes diferentes nos idiomas andinos dominantes, Aymara e Quéchua. Na língua Quéchua, “yacu” e “unu” são palavras que significam água, enquanto yakku significa aquoso ou insípido. Aricoma e aricama, os termos Aymara, são utilizados em certas áreas da Bolívia. Llaqon, llacum, llacuma ou yacumpi representam as palavras Quéchuas para designar o yacon. No Equador, jicama, chicama, shicama, jiquima ou jiquimilla são os nomes populares das espécies. O termo arboloco, utilizado na Colômbia, sugere uma descendência hispânica. De maneira geral o termo yacon é o mais utilizado,

principalmente em países como Colômbia, Peru, Argentina, países europeus, Japão, Nova Zelândia e Brasil (GRAU; REA, 1997).

Esta raiz é uma fonte alimentar aquosa para que os camponeses que trabalham nas lavouras possam se refrescar. Esta característica aliada ao fato de ser um alimento de baixo valor calórico, teve seu uso negligenciado por muitos anos, uma vez que não representava um alimento que fornecesse energia suficiente para o trabalho árduo realizado nas frias regiões Andinas. Dessa forma o cultivo de yacon não se destacou nos sistemas agrícolas sul-americanos, em que se priorizou o cultivo da batata e do milho, culturas essenciais para a sobrevivência da população (GRAU et al., 2001).

O reconhecimento recente dos efeitos promissores para a saúde advindos do consumo de yacon aumentou o interesse comercial nos mercados das cidades, levando ao desenvolvimento de atividades comerciais em torno de seu cultivo (MANRIQUE; PÁRRAGA, 2005).

O Japão foi o centro da dispersão da raiz até outros países, como Coréia e Brasil (SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003). A planta tem raiz tuberosa, comestível e tuberosa, ou, rizoma lenhoso, rizoma carnoso e raiz de reserva (MACHADO et al., 2004). Em botânica, denomina-se raiz tuberosa o tipo de raiz subterrânea, muito espessa, que acumula substâncias de reserva, sendo incluídos nessa categoria hortaliças como: cenoura, nabo, rabanete, mandioca, dália, batata doce e beterraba (BOTÂNICA, 2015).

Para Machado et al. (2004), a raiz com a qual o yacon é comumente confundido, é a batata a exemplo da difusão popular do termo “batata yacon”, no qual a raiz é comparada à batata inglesa (*Solanum tuberosum*).

A parte comestível propriamente dita – são engrossadas, de formato principalmente fusiforme (GRAU; REA, 1997), com polpa de cor branca, creme ou púrpura. A massa das raízes de reserva pode variar de 50 a 1000 gramas, porém, mais comumente varia entre 300 e 600 gramas. Uma planta produz em média entre 2 e 4 kg de raízes de reserva (SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003).

A colheita das raízes tuberosas para consumo é realizada por volta de 10 e 12 meses após o plantio, quando a parte aérea está totalmente seca (OLIVEIRA; NISHIMOTO, 2004).



Quando colhidas, as raízes tendem a apresentar sabor amiláceo, motivo pelo qual são expostas à luz solar por muitos dias após a colheita a fim de incrementar seu gosto doce, técnica conhecida como soleado (GRAEFE et al., 2004).

Apesar da forma mais comum de se consumir yacon ser a *in natura*, muitos produtos como xarope, suco, chips (yacon cortado em lâminas desidratado) e chá (das folhas) têm sido desenvolvidos a fim de aproveitar as potencialidades desse alimento (MANRIQUE; HERMANN, 2004).

O yacon tem sido alvo de atenção devido ao alto conteúdo de água e ao valor energético da raiz, que é baixo (LACHMAN et al., 2004). Em relação aos carboidratos, entre os açúcares encontrados estão os monossacarídeos frutose e glicose, e os oligossacarídeos sacarose e fructooligosacarídeos, além de traços de amido e inulina (GRAU; REA, 1997). As raízes contêm entre 10 e 14% de matéria seca, sendo esta composta por aproximadamente 90% de carboidratos (MANRIQUE; PÁRRAGA, 2005). A composição dos açúcares varia de forma significativa em função de fatores como a cultivar, a época de cultivo e a colheita, o tempo e a temperatura na pós-colheita (SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003).

O yacon armazena essencialmente fructooligosacarídeos (FOS), açúcares que não podem ser digeridos diretamente pelo organismo humano devido à ausência de enzimas necessárias para o metabolismo destes elementos e são considerados compostos bioativos na alimentação humana (CASTILLO ALFARO; VIDAL MELGAREJO, 2005).

O conteúdo de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais das raízes é bastante baixo (SEMINARIO; VALDERRAMA, 2003). O mineral mais abundante é o potássio, que existe em quantidades significativas e representa, em média, 230 mg/ 100 g de matéria fresca comestível ou de 1 a 2% do peso seco. Em menores quantidades são encontrados cálcio, fósforo, magnésio, sódio, ferro, zinco, manganês e cobre (MANRIQUE; PÁRRAGA, 2005). Algumas vitaminas encontradas no yacon geralmente representam elementos traço na composição, exceto o ácido ascórbico. Entre elas estão: retinol, caroteno, tiamina, riboflavina e niacina. Outro composto noticiado foi o triptofano, existente em quantidades médias de  $14,6 \pm 7,1 \mu\text{g}^{-1}$  (TAKENAKA et al., 2003).

A atividade prebiótica dos FOS contidos no yacon tem sido associada a efeitos favoráveis à saúde como alívio da constipação, aumento na absorção de

minerais, fortalecimento do sistema imunológico e diminuição do desenvolvimento de câncer de cólon (CIÊNCIA RURAL, 2013).

### 3.4 Batata doce

A batata-doce é uma planta dicotiledônea pertencente à família botânica *Convolvulaceae* (SCHULTZ, 1968).

Originária da América Central e do Sul é encontrada desde a Península de Yucatam, no México, até a Colômbia. Relatos do seu uso remontam a períodos anteriores a dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no vale de Chilca Canyon, no Peru e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontradas na região ocupada pelos Maias na América Central (EMBRAPA, 2007).

No Brasil, a cultura apresenta custos de produção relativamente pequenos, com baixos níveis de investimentos, e de retorno econômico elevado. Em contrapartida a cultura geralmente utiliza tecnologia de produção e orientação, técnicas inadequadas, resultando em baixos índices de qualidade e de produtividade que poderiam ser melhorados. Verifica-se pelos dados estatísticos que a batata-doce detém o sexto lugar entre as hortaliças mais plantadas no Brasil, correspondendo à produção anual de 533.000 toneladas, obtidas em uma área estimada de 46.000 ha (IBGE, 2006).

No contexto mundial, os maiores produtores são China, Indonésia, Índia e Japão, sendo que a China destaca-se como maior produtor, atingindo 100 milhões de toneladas por ano. No Continente Latino-Americano, o Brasil surge como o principal produtor, contribuindo com 500 mil toneladas anuais (AGRIANUAL, 2004).

A batata-doce participa do suprimento de calorias, vitaminas e minerais na alimentação humana. As raízes apresentam teor de carboidratos variando entre 25 % a 30 %, dos quais 98 % são facilmente digestíveis. Também são excelentes fontes de carotenoides, vitaminas do complexo B, potássio, ferro e cálcio. Suas raízes são tuberosas e variam de forma, tamanho e coloração, conforme a cultivar e o meio ambiente em que são produzidas (LUENGO et. al, 2000).

O amido é considerado um dos principais componentes da raiz da batata doce, seguido dos açúcares mais simples, sacarose, glicose, frutose, maltose. Na indústria de alimentos é utilizado para melhorar as propriedades funcionais sendo empregado em sopas, molhos de carne, como formador de gel para balas, pudins, estabilizante em molhos de salada, na elaboração de compostos farmacêuticos, na produção de resinas naturais e na elaboração de materiais termoplásticos biodegradáveis (CEREDA et al., 2001).

Segundo Magalhães (2007), a possibilidade de substituição parcial da farinha de trigo, proporcionaria uma redução da dependência externa do trigo, produto agrícola com maior volume de importação. No Brasil a Embrapa Hortaliças e Embrapa Agroindústria de Alimentos testam e utilizam a farinha de batata-doce para produção bolos, pães e biscoitos como fonte de vitamina A, que são utilizadas em projeto piloto em algumas escolas. (EMBRAPA, 2007).

### 3.5 Batata cará (*Dioscorea* spp)

O cará (*Dioscorea* spp) é uma planta rústica, pertencente ao grupo das hortaliças, produz tubérculos comestíveis, que são ricos em carboidratos (FILGUEIRA, 1972).

Nas regiões norte e nordeste do Brasil também é chamado de “*inhame*”. Porém o termo “*inhame*” é comumente utilizado, no resto do país, para identificar as plantas do gênero *Colocasia*, da família *Araceae*. O nome indígena “cará” é utilizado para as plantas do gênero *Dioscorea*, família *Dioscoreaceae* (MONTEIRO; PERESSIN, 1993).

O cará possui características nutritivas destacadas, pois é fonte de carboidratos, proteínas, fósforo, cálcio, ferro e vitaminas B1 e B2 (ABRAMO, 1990). Segundo Alves (2000), a farinha de cará apresenta conteúdo de proteínas de 6,90 % e cinzas 1,60 %, os carboidratos são as substâncias em maior quantidade na farinha, cerca de 25 % em base úmida, sendo o amido a maior parte destes.

É uma planta resistente a altas temperaturas e a falta de água, por isso seu cultivo é muito interessante em países tropicais, além da sua elevada eficiência na

utilização de seus nutrientes e condições de durabilidade, pode ser acondicionada a temperatura ambiente (HURTADO et al., 1997).

Apresenta potencial na produção de farinhas, para reduzir as perdas associadas ao pós-colheita (ALVES, 2000). Pode ser utilizado como substituto de trigo na elaboração de pães, apresentando ainda vantagens econômicas (MATOSSIAN, 1979).

### 3.6 Farinhas

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento define farinha como o produto obtido das raízes de tubérculos submetidas a processos tecnológicos adequados de fabricação e beneficiamento, classificando-a em grupo, subgrupo, classe e tipo, de acordo com o processo tecnológico de fabricação utilizado, sua granulometria, sua coloração e sua qualidade respectivamente (BRASIL, 1995).

Especificamente para a farinha de batata-doce não existe legislação referente quanto à classificação de acordo ao processo tecnológico de fabricação, granulometria, cor e qualidade. Para a sua produção o roteiro estabelecido é a legislação de fabricação de alimentos estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que coordena, supervisiona e controla as atividades de registro, informações, inspeção, controle de riscos e estabelecimento de normas e padrões para a produção de alimentos. Conforme o Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT (2006), as farinhas de batata-doce podem ser obtidas de secagem natural ou artificial, através das cultivares existente. Quando bem processadas podem ser utilizadas em panificação e alimentos infantis. Sua qualidade depende de vários fatores incluindo matéria-prima, método de secagem, técnicas de procedimentos e forma de armazenamento (VIEIRA; SILVA, 2010).

A produção de farinhas apresenta grande variabilidade para a indústria de alimentos, principalmente em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis, por serem rica fonte de amido e sais minerais (CARVALHO et al., 2005).

## 4 INGREDIENTES DO PÃO

Farinha mista composta por farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce, farinha de batata yacon, farinha de batata doce, farinha de batata cará, fermento biológico, água, sal, açúcar, azeite de oliva e ovo.

### 4.1 Farinha de arroz

O arroz é fonte de energia, pois, contém alta concentração de amido, proteínas, vitaminas e minerais, e pouco lipídio. A farinha de arroz é apropriada para fazer pão sem glúten, porém, não retém o gás carbônico que se forma na fermentação caracterizando um produto com baixo volume específico (WALTER, MARCHEZAN e AVILA, 2008).

### 4.2 Fécula de batata

Pode ser usada na panificação, apresenta baixa retrogradação e retém o gás carbônico produzido na fermentação, possui agente ligante da massa (KOHMANN, 2012).

### 4.3 Farinha de batata yacon

É aplicada em produtos de panificação principalmente aqueles com pouca gordura e açúcar, reduz o valor teórico e produz benefícios fisiológicos (ROLIM et al., 2010). O yacon aumenta a quantidade de fibras, importante para diabéticos. Proporciona boa textura e aparência agradável aos pães, podendo ser usado na culinária (MOSCATTO, FERREIRA E HAULY, 2004).

#### 4.4 Farinha de batata doce

A incorporação de farinha de batata-doce em pães provoca algumas mudanças na cor das amostras, com escurecimento gradual à medida que se eleva o grau de substituição. A casca do pão e sua parte interna apresentam aspecto quebradiço, que se acentua com o maior teor de farinha de batata-doce. O volume específico dos pães diminui com o nível de substituição, bem como a compressibilidade e a extensibilidade (SAMMY, 1970).

A batata doce pode ser usada como matéria-prima para produção de produtos industrializados de maior valor agregado, como farinhas pré-gelatinizadas, cereais pré-cozidos e “snacks”, que são de rápido preparo (SILVA, 2010).

#### 4.5 Farinha de Batata Cará

Produzir um produto processado, utilizando valor comercial, com cará pode ser o início da exploração do potencial agroindustrial desta espécie. Estudos deveriam ser desenvolvidos para a utilização na alimentação humana e animal, visando a necessidade crescente de alimentação nutritiva e que atenda a demanda da população (ALVES; GROSSMANN, 2002).

Estudo realizado por Contado et al. (2009), com mucilagem de *Discorea ssp*, mostrou que a mesma pode ser usada como melhoradora natural, por apresentar alto teor de proteínas e carboidratos totais, maiores que o melhorador comercial.

#### 4.6 Polvilho doce

É a fécula da mandioca não fermentada, rica fonte de carboidratos, obtida por extração, lavagem e purificação e secagem (PEREIRA et al., 1999).

#### 4.7 Fermento Biológico

Composto de leveduras, geralmente da espécie *Saccharomyces cerevisiae* que produzem gás carbônico ao realizar a fermentação, expandindo a massa, formando compostos orgânicos que caracterizam aroma e sabor de pães. É preciso cuidado com o excesso porque pode alterar o sabor e a textura da massa (CÉSAR et al., 2006).

#### 4.8 Água

A água é importante para formar a massa, une as proteínas através da hidratação, e assim fornece condições para que ocorra a fermentação do pão através da atividade enzimática. Auxilia na gelatinização do amido no cozimento e controla a maciez e palatabilidade do pão (MARTIBIANCO, 2011).

#### 4.9 Sal

O sal é utilizado no pão para dar sabor e controlar a fermentação, é um dos principais ingredientes e influencia nas características sensoriais. Deve-se tomar cuidado quanto à quantidade a ser usada, pois, pode impedir o desenvolvimento das leveduras da fermentação (STEFANELLO, 2014).

#### 4.10 Açúcar

Auxilia na qualidade da massa, no sabor e na coloração da crosta do pão, além de servir de nutriente para as leveduras fermentadoras do pão (RAMOS, 2013).

#### 4.11 Azeite de Oliva

Segundo a Instrução Normativa nº 1, de 30 de janeiro de 2012, é o produto que se obtém do fruto da oliveira (*Olea europaea L.*), excluído de todo e qualquer óleo obtido pelo uso de solvente, por processo de reesterificação ou pela mistura com outros óleos, independente de suas proporções.

Segundo EL – DASH et al. (1994), o azeite de oliva contribui na maciez da massa, com miolo mais suave, retardando o envelhecimento do pão.

#### 4.12 Ovos

O ovo tem capacidade espumante, emulsificante e contribui nutricionalmente, atua como corante, confere sabor e aroma (PEREIRA et al., 2004).

#### 4.13 HPMC (hidroximetilpropilcelulose)

Os hidroalcalóides, são polissacarídeos que se solubilizam em água, possuem muitas propriedades funcionais e podem ser usados como emulsificantes, tornando-os importantes para a tecnologia de alimentos (RAMOS, 2013).



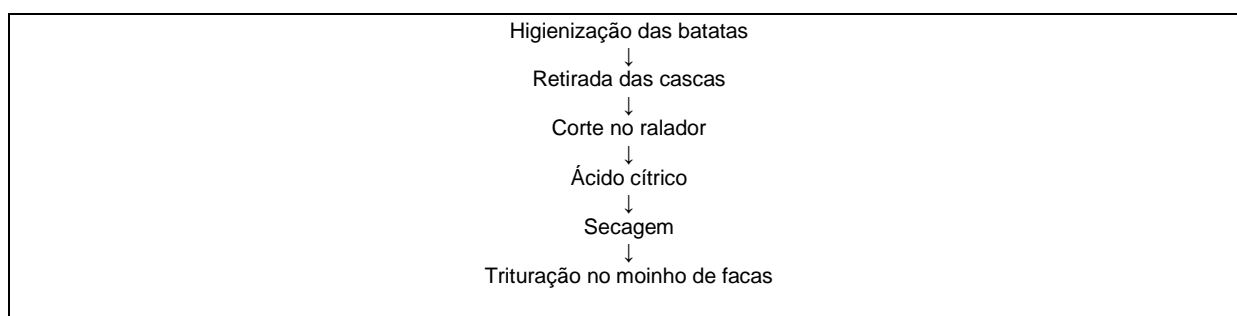
## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Material

Para elaboração dos pães foram utilizadas as dependências da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR- Câmpus Medianeira. Os ingredientes (farinha de arroz, fécula de batata, polvilho doce, açúcar, sal, ovos, azeite de oliva, fermento biológico, HPMC, batata yacon, batata doce) foram adquiridos no comércio local ou de doação de amigos.

### 5.2 Desenvolvimento das farinhas

As farinhas foram desenvolvidas no laboratório de vegetais e laboratório de panificação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As etapas do processo estão escritas no fluxograma (Figura1).



**Figura 1** - Fluxograma da produção de farinha

As batatas foram higienizadas com água, fez-se a retirada da casca. Usou-se o ralador, modelo Skymsem e em seguida colocou-se as batatas raladas na solução de ácido cítrico, na proporção de 30g/10l de água por 3 minutos. A secagem foi realizada em forno industrial, a 80°C, com ventilação por aproximadamente 6 horas. A trituração foi feita no moinho de facas, modelo Solab SL 31.

Logo após o descanso das batatas no ácido cítrico, pesou-se se obtendo o peso inicial. Quando a secagem estava completa pesou-se novamente obtendo o peso final. Os cálculos de rendimento das farinhas realizado segundo a Equação 1:

Em que:

$m_i$  é a massa inicial, em kg;

$m_f$  é a massa final, em kg;

$X\%$  é o rendimento em percentagem.

$$X\% = (m_f \cdot 100) / m_i$$

Para desenvolvimento dos pães, as farinhas desenvolvidas substituíram 12% da farinha mista (Tabela 1). Essa substituição foi definida em testes preliminares.

**Tabela 1-** Ingredientes da farinha mista

Ingredientes	Quantidade (g)
Farinha de arroz	75,4
Fécula de batata	52,2
Polvilho doce	17,4

### 5.3 Planejamento Experimental

Um projeto de mistura simplex-centróide foi utilizado para avaliar o efeito da composição dos pães produzidos com diferentes farinhas de batatas (yacon, cará e doce) nas características reológicas (volume específico e textura) dos mesmos. As proporções de componentes são expressas como frações da mistura com soma  $X_1 + X_2 + X_3$  igual a um. Os três fatores (farinhas das batatas), níveis e delineamento experimental, são apresentados na Tabela 2. Dos 7 pontos, 3 foram misturas puras, 3 foram de misturas binárias e 1 ponto foi de mistura ternária em partes iguais.

**Tabela 2–** Proporção dos componentes  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  do projeto de mistura Simplex-centróide

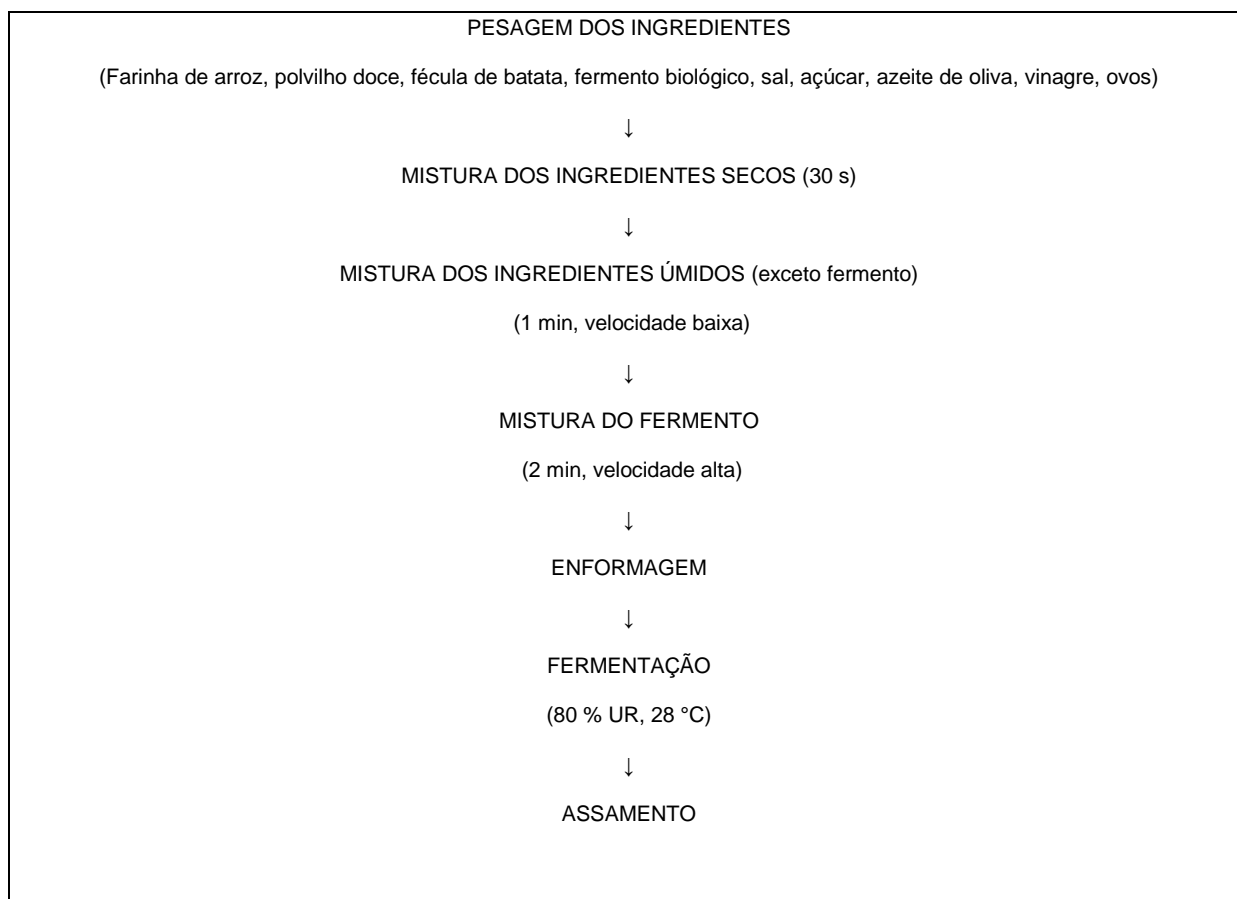


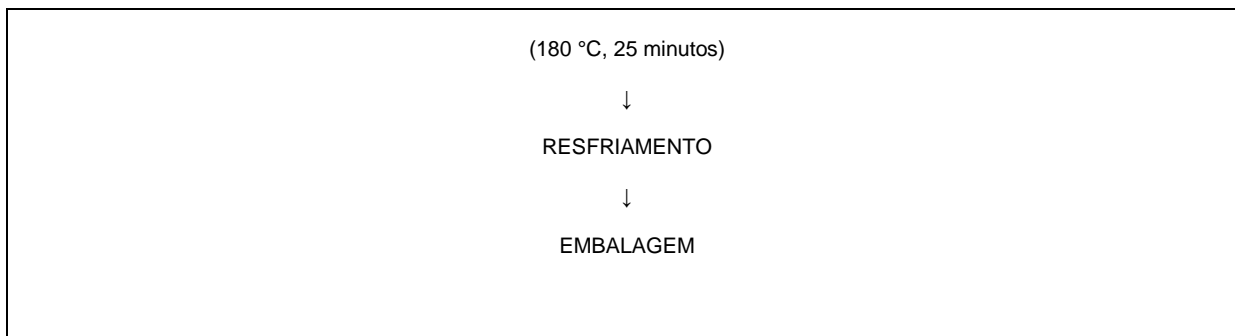
\*HPMC= hidroximetilpropilcelulose

#### 5.4 Obtenção do pão

Foram produzidos 16 pães, sendo 2 pães para cada mistura apresentada na Tabela 3.

A mistura foi realizada na seguinte ordem: farinha mista, açúcar e sal, que foram homogeneizados manualmente por 30 segundos. Após, foram adicionados a água, ovos, azeite, os quais foram misturados sob velocidade baixa por 1 minuto, seguida de adição do fermento biológico seco, misturado sob velocidade alta, por 2 minutos. Após o término da mistura, as massas foram moldadas em formas de 140 mm de comprimento e 140 mm de largura. A fermentação foi realizada em ambiente controlado (80 % UR, 28 °C), por tempo determinado (20 minutos). O assamento foi realizado a 180°C por 25 minutos. Os pães obtidos foram resfriados à temperatura ambiente, embalados em sacos de polietileno como embalagem primária e em caixas de polipropileno (embalagem secundária) até o momento de análises. A Figura 2 apresenta as etapas de processamento dos pães.





**Figura 2:** Fluxograma de obtenção dos pães

## 5.5 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas por uma empresa terceirizada. Para a caracterização físico-química dos pães realizou-se as análises em duplicata de proteínas, lipídios e cinzas.

### 5.5.1 Proteína

Para determinação de proteínas foi utilizado o método de Kjeldahl clássico conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para o cálculo do teor de proteína, presente nos pães utilizou-se a Equação 2:

$$Proteína = \frac{V \cdot 0,14 \cdot f}{P}$$

Em que:

$V$  é a diferença entre o volume de ácido sulfúrico 0,05 M e o volume de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação;

$P$  é a massa da amostra, em g;

$f$  é o fator de conversão (5,75).

### 5.5.2 Lipídios

Para a análise de lipídios foi utilizado o método de extração direta em Soxhlet, conforme descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Para determinação do teor de lipídios foi utilizada a Equação 3:

$$\text{Lipídios} = \frac{100 \cdot N}{P}$$

Em que:

*N* é a massa de lipídios, em g;

*P* é a massa da amostra, em g.

### 5.5.3 Umidade

A determinação de umidade foi utilizada para determinar os demais ingredientes em base seca.

Na determinação de umidade o método utilizado foi perda por dessecação, com secagem direta em estufa a 105°C (012/IV), de acordo com o descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). E para o cálculo do teor de umidade foi utilizada a Equação 4:

$$\text{Umidade} = \frac{100 \cdot N}{P}$$

Em que:

*N* é a massa de água ou perda de massa, em g;

*P* é a massa da amostra, em g.

### 5.5.4 Cinzas

Determinou-se o teor de cinzas utilizando-se o método de resíduos por incineração (018/IV), descrito pelo Instituto Adolf Lutz (2008). Onde o produto é aquecido a temperaturas entre 550°C e 570°C em forno mufla. Para calcular o teor de cinzas foi utilizada a equação 5:

$$\text{Cinzas} = \frac{100 \cdot N}{P}$$

Onde:

*N* é a massa de cinzas, em g;

*P* é a massa da amostra, em g.

#### 5.5.5 Carboidratos

O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença, onde se calculou a média da porcentagem de água, proteínas, lipídios e cinzas, o que restou foi considerado carboidrato.

#### 5.6 Firmeza dos pães

A firmeza dos pães foi avaliada utilizando texturômetro TA-XT2i (Stable Micro System, Inglaterra). Os pães foram fatiados (25 mm de espessura) e as fatias externas de ambas as laterais foram descartadas. As amostras foram comprimidas até 40% da altura com um *probe* cilíndrico de 36mm de diâmetro, velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1,0, 1,7 e 1,0 mms<sup>-1</sup>, respectivamente, força de gatilho 5 gf, e tempo entre cada compressão de 5 s. Para cada pão, foram realizadas 2 repetições. Foi considerado o parâmetro de firmeza em gf. Este parâmetro é obtido após submeter as amostras à compressão e análise da curva obtida pela relação entre força e tempo. A firmeza consiste na força necessária para realizar deformação após a compressão do produto.

### 5.7 Volume específico dos pães

Após 24 horas de resfriamento dos pães em temperatura ambiente, o volume foi determinado pela técnica de deslocamento de sementes (MARTIBIANCO, 2011).

O volume específico foi calculado pela razão entre o volume e sua massa ( $\text{mLg}^{-1}$ ). Foram 16 pães, sendo 2 para cada mistura apresentada na Tabela 3.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 podemos observar o rendimento das batatas na produção das farinhas. A batata cará rendeu 19,52% de farinha, enquanto que Santana (2014), em seu estudo com inhame resultou em 25,8%. A farinha de batata yacon foi que menos rendeu, sendo 4,43%. SILVA et al.(2014) desenvolveu a farinha de yacon que rendeu 7,57%, porém, as batatas foram pesadas com casca, diferente deste trabalho na qual o peso refere-se as batatas já descascadas. Rodrigues (2011) obteve 9% de rendimento, segundo ele o valor é considerado baixo, provavelmente pelo alto conteúdo de água e baixo teor de sólidos totais do yacon. Silva (2010) fez farinha de batata doce de dois cultivares e obteve 26,3 e 24% de rendimento.

**Tabela 4 – Rendimento da farinha**

	<i>In natura (prontas para a secagem) (kg)</i>	Depois da secagem (kg)	Rendimento (%)
Batata Cará	9,315	1,818	19,52
Batata-doce	4,585	0,780	17,03
Batata Yacon	7,485	0,332	4,43

Com aplicação do delineamento experimental de mistura simplex-centróide, foram obtidos os modelos descritos na Tabela 5. O modelo cúbico especial foi o que apresentou melhor ajuste para os dados experimentais.

**Tabela 5.** Modelos previstos para o delineamento Simplex-centróide para avaliar o efeito das farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas sobre os parâmetros de textura (firmeza) e volume específico.

Parâmetro	Modelo	<i>p</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
Firmeza	$6167X_1 + 5843,7X_2 + 2498,6X_3 + 2083,9X_1X_2 - 45622,5X_1X_2X_3$	0,000001	0,97
Volume específico	$1,598885X_1 + 1,636261X_2 + 1,872069X_3 - 0,476876X_1X_2 - 0,638970X_1X_3 - 0,443770X_2X_3 + 3,141940X_1X_2X_3$	0,000028	0,96

Observou-se (Tabela 5), que a firmeza dos pães foi influenciada positivamente pelas misturas puras e pela mistura binária 50 % farinha de batata yacon e 50 % farinha de batata cará, e influenciada negativamente pela mistura ternária (33,33 % farinha de batata yacon, 33,33 % farinha de batata cará e 33,33 % farinha de batata doce). A mistura de farinha de batata doce influenciou positivamente, porém, num valor bem baixo (2498,6 gf), comparado com as demais misturas puras (Tabela 5). Influenciar positivamente indica firmeza, quanto mais alto o valor, mais firme está o pão.

Com relação ao parâmetro de firmeza os maiores coeficientes foram observados para os pães desenvolvidos com mistura pura de farinha de batata yacon e mistura pura de batata cará.

A Figura 3 (a) apresenta que a mistura pura de batata doce (formulação 3), resultou no pão mais macio (2498,6 gf), diferenciando – se das demais que apresentaram maior firmeza conforme Tabela 6. Também é apresentado na Tabela 6 o volume específico dos pães desenvolvidos, sendo que o pão com farinha pura de batata doce (formulação 3), apresentou maior volume específico 1,8720g/mL (Figura 3).

Segundo Wang (2002), a redução de volume no pão com adição de fibras ocorre devido ao escape do gás carbônico durante a fermentação e assamento.

**Tabela 6**-Parâmetros de textura e volume específico dos pães obtidos pela adição de farinha de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas resultantes do delineamento Simplex-centróide.

Misturas	Firmeza (g)	Volume específico (mlg <sup>-1</sup> )
1	6166 ± 459	1,598 ± 0,05
2	5843 ± 186	1,598 ± 0,03
3	2498 ± 65	1,872 ± 0,003
4	6526 ± 131	1,498 ± 0,02
5	4698 ± 322	1,575 ± 0,01
6	4325 ± 262	1,643 ± 0,008
7	3609 ± 290	1,645 ± 0,009

1-100% farinha de batata yacon; 2- 100% farinha de batata cará; 3- 100% farinha de batata doce; 4- 50% farinha de batata cará / 50% farinha de batata yacon; 5- 50% farinha de batata yacon / 50% farinha de batata doce; 6- 50% farinha de batata cará / 50% farinha de batata doce; 7- 33,33% farinha de batata yacon / 33,33% farinha de batata cará / 33,33% farinha de batata doce.

A Tabela 7 apresenta os modelos previstos para parâmetros de proteína, cinzas e lipídios, obtidos para avaliação dos pães estudados.

**Tabela 7-** Modelos previstos para o delineamento Simplex-centróide para avaliar o efeito das farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará nas diferentes misturas sobre os parâmetros de proteínas, lipídios e cinzas.

Parâmetro	Modelo	p	R <sup>2</sup>
Proteína	$5,79712X_1 + 5,98793X_2 + 5,92243X_3 + 0,84485X_1X_3 - 3,75565X_1X_2X_3$	0,030731	0,603048
Lipídios	$19,8081X_1 + 20,5791X_2 + 20,8306X_3 - 5,1520X_1X_3 - 35,6315X_2X_3 + 85,1293X_1X_2X_3$	0,000003	0,975185
Cinzas	$1,2629X_1 + 1,0186X_2 + 1,1436X_3 + 4,3011X_1X_2 + 2,5537X_1X_3 + 3,3847X_2X_3 - 12,4364X_1X_2X_3$	0,000654	0,928884

Todas as misturas puras e a mistura binária 50% farinha de batata Yacon e 50% farinha de batata doce, influenciaram positivamente no teor de proteína dos pães. Em relação aos lipídios, as mistura puras e a mistura ternária influenciaram positivamente. Para cinzas, de acordo com a Tabela 7, as misturas puras e binárias induziram para maior quantidade de elementos minerais nos pães. Nestas análises, misturas com influência positiva é desejável, pois, a qualidade nutricional dos pães é melhor.

A Tabela 8 apresenta os resultados das análises de proteína, lipídios, cinzas e carboidratos dos pães que foram obtidos pelo delineamento simplex centróide, avaliados em base seca.

**Tabela 8-** Parâmetros físico-químicos dos pães obtidos pela adição de farinha de batata yacon, batata cará e batata doce resultantes do delineamento Simplex centróide.

Misturas	Proteína	Lipídios	Cinzas	Carboidratos
	(base seca)	(base seca)	(base seca)	(base seca)
1	5,797 ± 0,012	19,808 ± 0,938	1,262 ± 0,045	45,983 ± 0,956
2	5,987 ± 0,097	20,579 ± 0,305	1,018 ± 0,004	45,066 ± 0,378
3	5,922 ± 0,072	20,830 ± 0,286	1,143 ± 0,014	45,555 ± 0,372
4	5,982 ± 0,004	19,850 ± 0,530	2,216 ± 0,365	44,802 ± 0,862
5	6,071 ± 0,076	19,031 ± 0,042	1,841 ± 0,065	45,957 ± 0,043
6	5,967 ± 0,068	11,796 ± 0,548	1,927 ± 0,048	53,610 ± 0,673
7	5,902 ± 0,133	18,874 ± 0,767	1,818 ± 0,035	46,956 ± 0,660

1-100% farinha de batata yacon; 2- 100% farinha de batata cará; 3- 100% farinha de batata doce; 4- 50% farinha de batata cará / 50% farinha de batata yacon; 5- 50% farinha de batata yacon / 50% farinha de batata doce; 6- 50% farinha de batata cará / 50% farinha de batata doce; 7- 33,33% farinha de batata yacon / 33,33% farinha de batata cará / 33,33% farinha de batata doce.

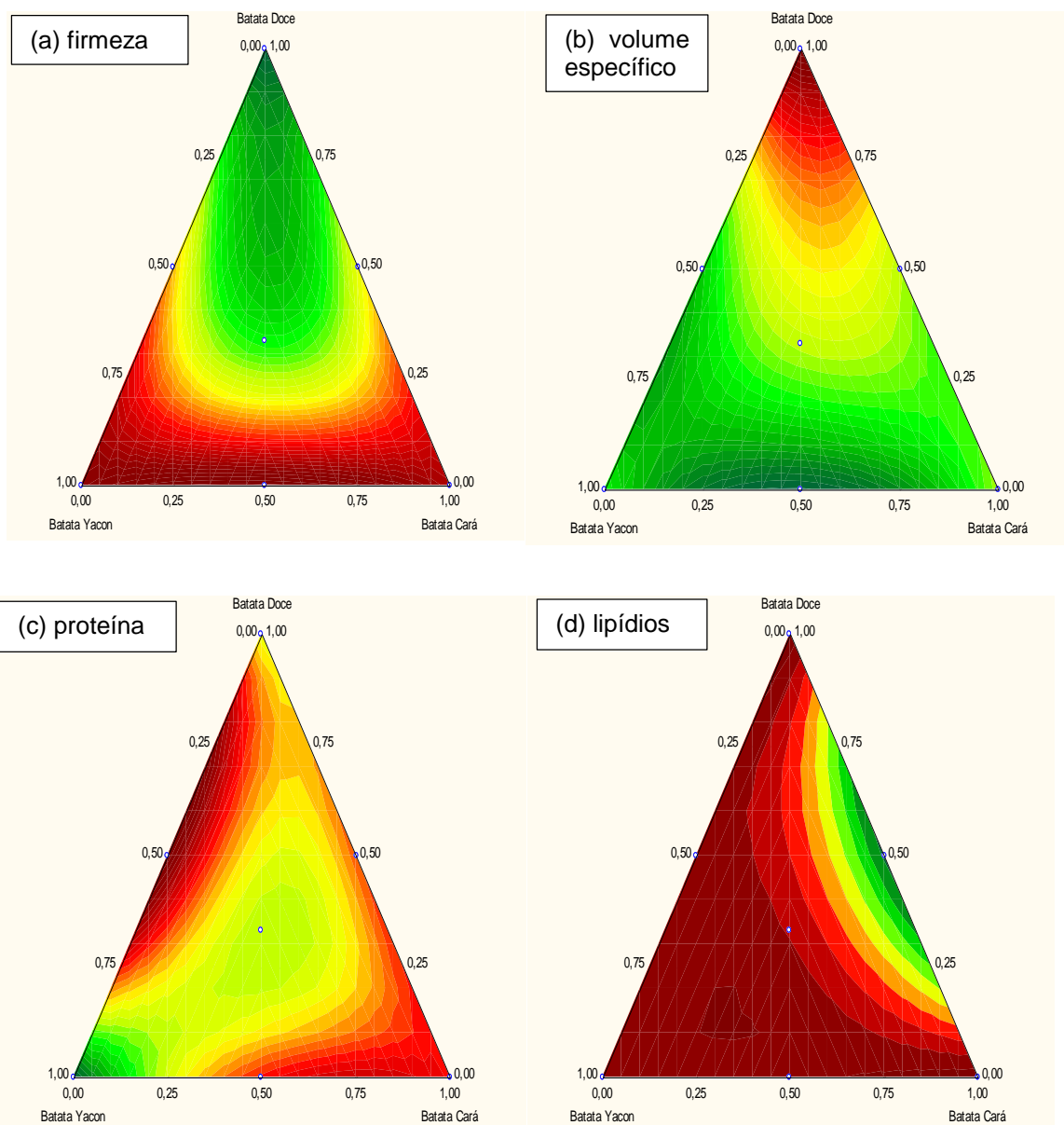
Observa-se que as misturas binárias 50 % farinha de batata yacon e 50 % farinha de batata doce, e 50 % farinha de batata yacon e 50 % de farinha de batata cará apresentaram maior teor de proteína, e a mistura pura de farinha de batata yacon (100 %) foi a mistura com menor quantidade de proteína. Segundo Seminario e Valderrama (2003), o conteúdo de proteínas, lipídios, vitaminas e minerais presentes na raiz de yacon são baixos. O teor de carboidratos foi semelhante nas misturas puras, porém, a mistura pura com farinha de batata yacon apresentou conteúdo mais elevado (45,983%). Na secagem ocorre a remoção da água e a concentração dos componentes do yacon, como as fibras alimentares que regulam o trato gastrointestinal e os fructooligossacarídeos, que são açúcares não digeridos pelo organismo e que podem ser consumido por pessoas com diabetes (SILVA et al., 2014) Os resultados encontrados nos pães (Tabela 8), com adição de farinha de batata doce, foram semelhantes aos encontrados por SANTOS et al.(2012) no parâmetro proteína 5,00%, e para cinzas o obteu-se valores menores que o encontrado por ele , sendo 3,60% .

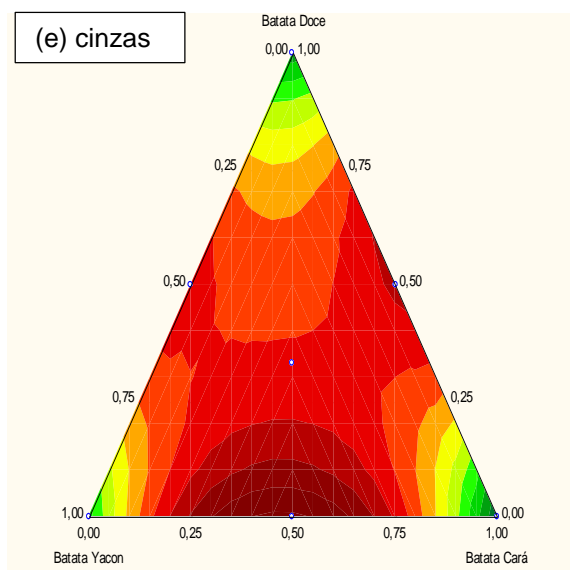
O menor conteúdo de lipídios foi evidenciado na mistura binária 50 % farinha de batata cará e 50 % de farinha de batata doce.

De Paula et al.(2012), observaram que todas as espécies de batata *Dioscorea alata*, apresentaram baixo teor de lipídios, sendo evidente a insignificante contribuição na composição química dos rizomas. No entanto, os pães formulados com a mistura ternária de farinhas de batatas resultaram em maior teor de lipídios.

As cinzas determinam a riqueza da amostra em elementos minerais. Através de aquecimento em altas temperaturas, todas as substâncias voláteis que se decompõem com o calor são eliminadas e a matéria orgânica se transforma em  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , etc. (AOAC, 1984).

Os pães elaborados com misturas binárias e ternárias apresentaram maior teor de elementos minerais que as misturas puras (Tabela 9) (Figura 3 (e)).





**Figura 3.** Diagrama triangular para (a) Firmeza, (b) Volume específico (c) Proteínas (d) Lipídios e (e) cinzas a partir do delineamento experimental proposto.

## 7 CONCLUSÃO

Baseado nos modelos obtidos, através do delineamento experimental de mistura simplex centróide, pode-se afirmar que foi possível a elaboração de pão sem glúten através da utilização de farinhas de batata yacon, cará e doce; puras ou em misturas.

A batata doce destacou-se neste estudo por apresentar maior maciez e maior volume específico nos pães.

Através dos critérios de avaliações utilizadas neste trabalho constatou-se que, os produtos elaborados apresentam características tecnológicas adequadas para panificação, como maciez e volume alto, sendo funcional para alimentação de pessoas celíacas e adeptos ao consumo de alimentos mais saudáveis. Assim, é uma alternativa principalmente para celíacos e que pode ser explorada com maior intensidade em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

ABRAMO, M. A. **Taioba, cará e inhame: o grande potencial inexplorado**. Icone, São Paulo, 1990

ACELBRA – **Associação dos Celíacos do Brasil**. Disponível em <<http://www.acebra.org.br>>. Acesso em: 07 ago. 2015.

AGRIANUAL: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultório e Comércio, 2004.

ALVES, R.M.L. **Caracterização de ingredientes obtidos de cará (*Dioscorea alata*), por moagem úmida e seca, e proposta de aplicações na indústria de alimento**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000.

ALVES, R.M.L; GROSSMANN, M.V.E. Parâmetros de estrusão para produção de "snacks" de farinha de cará (*Dioscorea alata*). **Ciênc. Tecnol. Aliment**. vol.22 no.1 Campinas Jan./Apr. 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 14. ed. Washington, 1984.

BOTÂNICA. Disponível em: <http://www.ultimaarcadenoe.com/bilogia7o.htm>. Acesso em: 07 ago 2015.

BUTLER, G.; RIVERA, D. **Innovations in peeling technology for yacon**. Project Report International Potato Center, 2004. Disponível em: <http://wwcpotato.org/artc/CIPcrops/2004-1127.pdf>. Acesso em: 07 ago 2015.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 30 DE JANEIRO DE 2012**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, art. 87, parágrafo único, inciso II, Decreto nº 6.348. Disponível em: <<http://www.cqa.com.br/arquivos/IN01-MAPA-30jan2012.pdf>>. Acesso em 07 de out.de 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Portaria nº 554** de 30 de agosto de 1995. Aprova a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento, Armazenamento e Transporte da farinha de Mandioca. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 de set. 1995, seção 1, p. 13515.



BRASIL - **Lei nº 8.543** de 23 de dezembro de 1992. Determina a impressão e advertência de alimentos que contenham glúten. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 07 ago 2015.

BRASIL - **Lei nº 10.674** de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 07 ago 2015.

CAPPA, C., LUCISANO, M., & MARIOTTI, M. (2013). **Influence of psyllium, sugar beet fibre and water on gluten-free dough properties and bread quality. Carbohydrate Polymers**, 98, 1658 3 1666.

CARVALHO, F. M.; SANTOS, A.; VIANA, A. E. S.; LOPES, S.C.; EGLER, P.G. **Avaliação da atividade poluidora da manipueira na bacia do Rio Santa Rita em Vitória da Conquista, Bahia**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005. Campo Grande, MS. Resumos. Campo Grande: 2005.

CASTILLO ALFARO, M.E., VIDAL MELGAREJO, S.A, **Elyacón: una nueva alternativa em la prevención y el tratamiento de la salud**. 2005. Disponível em: [http://infoagro.net/es/apps/news/reord\\_view.cfm?vsys=a5&id=8641](http://infoagro.net/es/apps/news/reord_view.cfm?vsys=a5&id=8641). Acesso em: 07 ago 2015.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, J.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CÉSAR, Aldara da Silva; GOMES, José Carlos; STALIANO, Cristina Dinni; FANNI, Marcela Loureiro; BORGES, Moacir Chaves. Elaboração de Pão sem Glúten. **Revista Ceres**. Vol. 53. Nº 306. 2006. P. 150-155. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226794003>. Acesso em: 25 de mai de 2015.

CIÊNCIA RURAL. **Avaliação sensorial de pães de fermentação natural a partir de culturas starters inovadoras**. Santa Maria, 2013.

CONTADO, E. W. N. F; PEREIRA, J.; EVANGELISTA, S.R.; JÚNIOR, F.A.L.; Couto, E.M. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA MUCILAGEM DO INHAME (*Dioscorea spp.*) LIOFILIZADO COMPARADO A DE UM MELHORADOR COMERCIAL UTILIZADO NA PANIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE FORMA. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1813 -1818, 2009.

EL-DASH, A. ; CAMPOS, J. E.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: de farinha mista de trigo e sorgo na produção de pães**. V.4. Brasília: Embrapa, 1994.

FENALCEBRA. **Federação Nacional das Associações de Celíacos do Brasil**. Disponível em< <http://www.fenacelbra.com.br/fenacelbra/>> Acesso em 10 de nov. 2015.

FILGUEIRA, F.A.R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. **Agrônômica Ceres**, p.251-270, São Paulo, 1972

FREITAS, D.G.C., JACKIX, M.N.H. Efeito de bebida adicionada de frutoligossacarídeo e pectina no nível de colesterol e estimulação de bididobactérias em hamsters hipercolesterolêmicos. **Braz. J. Food technology** , v.8, n.1, p.81-86,Campinas, 2005.

GRAEFE et al. **Effects of post-harvest treatments on the carbohydrate composition of yacon roots in the Peruvian Andes**. Field Crops Research, Lima, 2004.

GRAU, A.,; REA, J. Yacon (*Smallanthus sonchifolia* Poepp. & Endl.) H Robinson. In: HERMMAN, M.; HELLER, J. **Andean roots and tube: ahipa, arracacha, maca and yacon**.Roma: IPGRI, 1997.

GRAU, A. et al. **El retorno del yacon**. Ciencia Hoy, v.11,n.63, 2001.Disponível em <http://www.cienciahoy.org/hoy63/yacon2.htm>. Acesso em: 07 ago 2015.

HURTADO, J.J.; ORTIZ, R.; RODRIGUEZ, G.; DOFOUR, D. **Processamiento de ñame (*Dioscorea alata*; *D. rotundata*). Estudio de la factibilidad técnica y económica para la producción de almidón y harina y de sus propiedades fisicoquímicas**. Seminário técnico sobre raices y tubérculos autoctonos, Ibagué, 1997

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 4<sup>a</sup> ed., Brasília, 2008.

JORNAL DE PEDIATRIA. **Doença celíaca: características clínicas e métodos**. - Vol. 77, Nº2, 2001.

KOHMANN, Laura Moura. **Desenvolvimento de pão branco e integral livres de glúten e fortificados com cálcio e ferro**. 2012. Monografia apresentada para obtenção do Título de Engenheira de Alimentos. Porto Alegre. 2012.

LACHMAN, J. et al. **Saccharides of yacon [*smallanthus sonchifolius* (Poepp et Endl) H. Robimnson] tubers and rhizomes and factors affecting their content**. Plant soil environment, Czech Republic, 2004.

LEE, A NG, D. L., ZIVIN, J., & GREEN, P H. Economic burden of a gluten freediet. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, 2007.

LUENGO, R. de F.A.; PARMAGNANI, R.M PARENTE, M.R. ,LIMA, M.F.B.F. **Tabela de composição nutricional de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

MACHADO, RM.D., TOLEDO, M.C.F. **Determinação de glicoalcalóides em batatas in natura (*Solanum tuberosum* L) comercializadas na cidade de Campinas, São Paulo**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2004.

MAGALHÃES, A. **Aspectos legais da adição de farinha de arroz à de trigo: contribuição à análise técnico-econômica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5, 2007, Pelotas. Anais. Pelotas, 2007. CD-ROM.

MANRIQUE, I., HERMANN, M. **Yacon - Fact Sheet**. Lima, Peru: **International Potato Center** (CIP), 2004. Disponível em: <[www.cipotato.org/artc/ciprops/factsheetyacon.pdf](http://www.cipotato.org/artc/ciprops/factsheetyacon.pdf)>. Acesso em: 07 ago 2015.

MARINQUE, I. , PÁRRAGA, A. **Conservació y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)**. **Jacabe de yacón: principios y procesamiento**. Lima: Centro Internacional de La Papa, 2005.

MARTIBANCO, Fernanda. **Desenvolvimento da tecnologia para a produção de pão *sourdough*: aspectos da produção da produção de inóculo e qualidade sensorial de pães**. 2011.53f. Dissertação ( Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77659/000896223.pdf?sequence=1>>. Acesso em 17 de nov. de 2015.

MATOS, Maria Izilda Santos. **Portugueses e experiências políticas: a luta e o pão. São Paulo 1870-1945**. São Paulo- Brasil, 2009.

MATOSSIAN, N. **Efeito da adição de farinha de cará (*Dioscorea alata* L.) na qualidade tecnológica da farinha de trigo de alta extração.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1979.

MONTEIRO, D.A.; PERESSIN, V.A. **Instruções para a cultura do cará.** IAC. Boletim Técnico, 147, Campinas, 1993.

MOSCATTO, J. A. FERREIRA, S., H. P. HAULY, M., C., O.. **FARINHA DE YACON E INULINA COMO INGREDIENTES NA FORMULAÇÃO DE BOLO DE CHOCOLATE.** **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 24(4): 634-640, out.-dez. 2004

NANDITHA, B., & PRABHASANKAR, P. (2009). Antioxidants in bakery products: A review *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(1), 1-27.

OLIVEIRA, M. A., NISHIMOTO, E. K. **Avaliação do desenvolvimento de plantas de yacon (*Polymnia sonchifolia*) e caracterização dos carboidratos de reservas em HPLC.** Campinas, 2004.

PAULA, C.D. de; PIROZI, M.; PUIATTI, M.; BORGES, J.T.; DURANGO, A.M. **CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS E MORFOLÓGICAS DE RIZÓFOROS DE INHAME (*Dioscorea alata*).** **Rev Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial** vol.10 ,no.2 Popayán July/Dec. 2012

PRATESI, Ricardo; GANDOLFI, Lenora. **Doença celíaca: a infecção com múltiplas faces.** **Jornal de Pediatria**, vol. 81, n .5, 2005.

PEREIRA, J.; CIACCO, C.F.; VILELA, E.R.; TEIXEIRA, A.S. **Féculas dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo.** **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, v. 24, p. 494-500, outubro- dezembro, 2004.

PEREIRA, J. CIACCO, C.F. VILELA, E.R. TEIXEIRA, A.S. **Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas.** . **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas, 1999.

RAMOS, Priscila Silva Rezende. **Influência de emulsificantes e da enzima transglutaminase no desenvolvimento de pães modeláveis sem glúten.** 2013. p. 81. **Dissertação** - (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro. 2013.

RIBEIRO, Rita de Cássia. ARAÚJO, Mariana Neves de. ALVES, Michelle Rosa Andrade. **Desenvolvimento de receitas especiais para fenilcetonúrica**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4322/nutrire.2014.028>. Acessado em 07 ago. 2015.

RODRIGUES, F.C; CASTRO, A. S. B; MARTINO, H. S. D; FERREIRA, C.L.L.F. Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. **Rev. Inst. Adolfo Lutz** (Impr.) vol.70 no.3 São Paulo 2011

ROLIM, P. M.; MAGALHÃES,S.P.; PADILHA, V. M.; LIVERA, A.V.S.; GUERRA, N. B.; ANDRADE, S. A. C. Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon. **Revista Ceres**. V. 57, n.1.p.012-017. Jan-fev., 2010.

SANTANA, J.S. **Elaboração de biscoitos com farinha de inhame: uma alternativa para celíacos**. Universidade Federal da Paraíba Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional Departamento de Tecnologia de Alimentos graduação em tecnologia de alimentos João Pessoa- PB agosto-2014

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

SANTOS, J. S.; SOUZA, D. C.L.; SANTANA, M.M.; CASTRO, A. A.; SILVA, G.F. Estudo da cinética de secagem de batata doce (*Ipomoea batatas*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n.4, p323-328,2012.

SAMMY, G. M. Studies in composite flour. I. The use of sweet potato flour in bread and pastry makin. **Tropical agriculture**, Trinidad, v. 47, n.2, p. 115. 1970.

SEMINARIO, J.; VALDERRAMA, M. **El yacon: fundamentos para el aprovechamiento de um recurso promissório**. Lima, Peru: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para elDesarrollo y laCooperación (COSUDE), 2003.

SILVA, R.G.V. **Caracterização físico-química de farinha de batata-doce para produtos de panificação**. Itapetinga Bahia, Brasil, 2010.

SILVA, F.A.; SILVA, C. C.A.; SILVA, R L.; PEDROSA, J.R.; TERÁN-ORTIZ,G.P.; SOUZA, J.L.U. Desenvolvimento e rendimento de farinha de yacon (*Polymnia sonchifolia*) para uso em dietas com restrição alimentar. VII Semana de Ciência e Tecnologia IFMG- Campus Bambuí, **VII Jornada Científica e I Mostra de Extensão**, Bambuí- MG, 21 a 23 de outubro de 2014.

SOUZA, A. de; PEREIRA, R.A.; YOKOO, R.B.L.; SICHIERI. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentos, 2008-2009. **Rev. Saúde Pública** , São Paulo, vol.47 supl.1. Fev., 2013.

STEFANELLO, Raquel F. **Produção, liofilização e aplicação de fermento natural em pão tipo sourdough. 2014. 160 f. Dissertação** (Mestrado em Tecnologia) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2014. Disponível em:<[http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=6115](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6115)>. Acesso em 07 de out. de 2015.

STORCK, C. R.; PEREIRA, J. M.; PEREIRA, G., W.; RODRIGUES, A., O., GULARTE, M., A.; DIAS, A., R., G. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Braz. J. Food Technology**, 2009.

TAKENAKA, M. et al. Caffeic acid derivatives in the roots of yacon (*Smallanthus sonchifolius*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Japan, 2003.

TORBICA, A.; HADNADEV, M.; DAPCEVIC, T. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. **Food Hydrocolloids**, v. 24, Institute for Food Technology, University of Novi Sad, Serbia 2010.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L.,A., de. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**. V.38, n.4. p.1184-1192. Santa Maria. Jul. 2008.

WANG, J.; ROSELL, C.; BARBER, C. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. **Food Chemistry**, 2002.