

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

TAISLAINE DA SILVA DE ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO LIVRE DE GLÚTEN COM ADIÇÃO DE
FARINHA DE YACON**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2018

TAISLAINE DA SILVA DE ANDRADE

DESENVOLVIMENTO DE PÃO LIVRE DE GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE YACON

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Leila Larisa Medeiros Marques

CAMPO MOURÃO

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Campo Mourão



TERMO DE APROVAÇÃO

DESENVOLVIMENTO DE PÃO LIVRE DE GLÚTEN COM ADIÇÃO DE
FARINHA DE YACON

por

TAISLAINE DA SILVA DE ANDRADE

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado dia 22 de novembro de 2018 como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^a. Dra. Leila Larisa Medeiros Marques
(Orientadora)

Prof^a. Dr.^a Renata Hernandez Barros Fuchs
Membro da banca

Prof^a. Dr.^a Adriana Aparecida Droval
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela banca examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Alimentos da UTFPR câmpus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por iluminar meu caminho durante a graduação e colocar força em meu coração para superar as dificuldades e alcançar esta etapa tão importante da minha vida.

Sou grata a minha família, em especial aos meus pais Marinaldo e Janete pelo incentivo, carinho e apoio durante os momentos mais difíceis e por sempre acreditarem em mim. Aos meus queridos irmãos Fernando, Jéssica e Jefferson.

À minha orientadora Prof^a. Dra. Leila Larisa, agradeço por sua confiança, orientação e dedicação, e ter me amparado nos momentos mais difíceis. Agradeço também as professoras Dra. Renata Hernandez Barros Fuchs e Msc. Idineia Fernandez dos Santos, pelo auxílio na elaboração deste trabalho.

Agradeço à Érika Cardoso, Larissa Ferreira, Daniele Venturini e Jaqueline Ferreira pelo carinho e apoio na realização das análises deste trabalho, principalmente pela amizade e companheirismo no decorrer da graduação.

Sou grata aos meus amigos Michel Baqueta, Tatyane Layanne Bortoti, Mayra Alves, que estiveram comigo ao longo da graduação, pela amizade e momentos compartilhados que guardarei por toda a vida.

Meu carinho imenso aos amigos de longa data Emerson Lima, Robert Sandoval, Letícia Oliveira, por sempre se fazerem presentes em minha vida apesar da distância. Em especial agradeço minha amiga e conselheira Bruna Vilarino, que apesar de nos conhecermos a tão pouco tempo se mostrou uma pessoa maravilhosa e amiga para todas as horas, dividiu comigo as angústias, e soube me amparar quando mais precisei.

Aos colaboradores deste trabalho, Prof^a. Dra. Flávia Reitz, Thaysa Moya e Beatriz Sarris, agradeço imensamente, a contribuição de vocês foi sem dúvida essencial para realização deste trabalho.

A todos os professores meu eterno agradecimento pelo empenho, paciência e conhecimento repassado, que foram essenciais para minha graduação.

RESUMO

ANDRADE, Taislaine da Silva. Desenvolvimento de pão livre de glúten com adição de farinha de yacon. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

O pão é um dos alimentos básicos que está mais presente na mesa dos consumidores no mundo. Em sua produção, o glúten é um fator determinante nas características reológicas da massa, essencialmente para volume e textura, devido à habilidade de retenção de gás e a formação de uma rede forte de proteína em virtude de sua propriedade viscoelástica. Apesar de suas propriedades importantes na massa, algumas pessoas podem ser intolerantes ao glúten ou ainda possuir a doença celíaca, que é uma intolerância permanente ao glúten. Desse modo, a única maneira de evitar os danos causados pela ingestão do glúten é seguir uma dieta rigorosa isenta de glúten. O yacon é rico em fibras alimentares, em sua maioria frutanos, que pode contribuir para o bom funcionamento do intestino, portanto, o objetivo deste estudo foi elaborar pães utilizando diferentes concentrações de yacon e avaliar a textura destas formulações pelo texturômetro, e a preferência dos provadores por meio do teste de ordenação de preferência. Foram desenvolvidas 4 formulações (F1, F2, F3 e F4). A F1 com 100% de farinha de arroz, denominada padrão e as demais foram substituídas a farinha de arroz por farinha de yacon nas proporções de 25%, 50% e 75%, formulações F2, F3 e F4. O volume específico dos pães variaram entre 1,94 e 2,15 cm³/g. Os testes sensoriais foram realizados com 40 provadores não treinados. A formulação com 25% (F2) de yacon na composição, obteve maior preferência entre os provadores. Já a amostra com 75% (F4) de yacon apresentou a menor preferência, com comentários como “úmido demais”, “textura ruim”. Relacionando a análise instrumental de textura com a análise sensorial das amostras, foi observado que o maior valor de dureza da formulação F2, foi fator determinante para maior preferência por esta, devido a maior firmeza da mesma, o que reforça que a maciez determinada pelo texturômetro para as amostras com porcentagem de 50% (F3) e 75% (F4) de yacon, eram resultado das características indesejáveis relatadas pelos provadores de aspecto pegajoso e úmido.

Palavras-chave: Pão; farinha de yacon; pão sem glúten; celíacos.

ABSTRACT

ANDRADE, Taislaine da Silva. Development of gluten-free bread with the addition of yacon flour. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2018.

Bread is one of the staple foods that are most present at the table of consumers in the world. In its production, gluten is a determinant factor in the rheological characteristics of the mass, essentially for volume and texture, due to the ability of gas retention and the formation of a strong protein network by virtue of its viscoelastic property. Despite its important properties in the mass, some people may be intolerant to gluten or still possess celiac disease, which is a permanent intolerance to gluten. Thus, the only way to avoid the damage caused by gluten intake is to follow a strict gluten-free diet. Yacon is rich in dietary fibers, mostly fructose, which may contribute to the proper functioning of the intestine. Therefore, the objective of this study was to prepare breads using different concentrations of yacon and to evaluate the texture of these formulations by the texturometer, and the preference of through the preference sorting test. Four formulations (F1, F2, F3 and F4) were developed. F1 with 100% rice flour, standard and the others were substituted for rice flour for yacon flour in the proportions of 25%, 50% and 75%, formulations F2, F3 and F4. The specific volume of the loaves varied between 1.94 and 2.15 cm³/g. Sensory tests were performed with 40 untrained testers. The formulation with 25% (F2) of yacon in the composition, obtained more preference among the tasters. The sample with 75% (F4) of yacon presented the lowest preference, with comments such as "too wet", "bad texture". Relating the instrumental analysis of texture to the sensorial analysis of the samples, it was observed that the higher hardness value of the F2 formulation was a determining factor for its preference, due to its greater firmness, which reinforces that the softness determined by the texturometer for the 50% (F3) and 75% (F4) yacon samples, were the result of the undesirable characteristics reported by the sticky and wet tasters.

Key-words: Bread; yacon flour; gluten-free bread; celiac.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Raiz yacon.....	16
FIGURA 2 - Fluxograma do processo de preparo das formulações de pão.....	20
FIGURA 3 - Ficha para o Teste de ordenação de preferência das formulações de pães..	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Formulações dos pães isentos de glúten com adição crescente de yacon (g).	19
TABELA 2 - Médias dos valores do volume específico para as formulações.....	25
TABELA 3 - Médias dos valores dos parâmetros de textura para as formulações....	26
TABELA 4 - Resultados das análises microbiológicas realizada nas quatro formulações de pão isentos de glúten com adição crescente de yacon.....	27
TABELA 5 - Resultado da análise sensorial com aplicação do teste de ordenação de preferência nas amostras de pão isento de glúten.....	29

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS E METAS	12
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 PÃO	13
3.2 DOENÇA CELÍACA	13
3.3 GLÚTEN	14
3.4 HIDROCOLÓIDES – GOMA XANTANA	15
3.5 YACON	16
3.5.1 Frutanos	17
3.6 ANÁLISE DE TEXTURA	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1. MATERIAIS	19
4.2 PROCEDIMENTOS	19
4.3 VOLUME ESPECÍFICO	21
4.4 TEXTURA	21
4.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	22
4.5.1 Contagem de coliformes	22
4.5.2 Bolores e leveduras	22
4.5.3 <i>Salmonella spp.</i>	23
4.6 ANÁLISE SENSORIAL	23
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 VOLUME ESPECÍFICO	25
5.2 TEXTURA	26
5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	27
5.4 ANÁLISE SENSORIAL E ESTATÍSTICA	28
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1. INTRODUÇÃO

Na produção de pães, que é um dos alimentos que mais está presente na mesa dos consumidores com seu alto valor nutritivo e preço acessível, o glúten é um fator determinante nas características reológicas da massa, essencialmente para volume e textura, devido à habilidade de retenção de gás e a formação de uma rede forte de proteína em virtude de sua propriedade viscoelástica. O glúten possui duas frações importantes a glutenina responsável pelas propriedades elásticas e coesivas da massa e a gliadina pela viscosidade e extensibilidade (DEMIRKESEN et. al., 2010; ALMEIDA e SZLAPAK, 2015).

Apesar de suas propriedades importantes na massa, algumas pessoas podem ser intolerantes ao glúten ou ainda possuir a doença celíaca, que é uma intolerância permanente ao glúten. No caso dos indivíduos intolerantes ao glúten, além de ainda possuírem um intestino saudável, os marcadores sorológicos (antiendomísio, antigliadina e antitransglutaminase), podem estar ausentes, o que não ocorre nos celíacos. Nos dois casos, a exclusão do glúten da dieta é uma unanimidade no tratamento destes indivíduos (FENACELBRA, 2017).

A doença celíaca é um distúrbio que danifica as vilosidades, minúsculas projeções do intestino delgado, podendo ocorrer atrofia total ou parcial das vilosidades do intestino delgado e tem como consequência a má absorção de nutrientes dos alimentos. Estes pacientes são sensíveis as prolaminas, desse modo, a única maneira de evitar os danos causados pela ingestão do glúten é seguir uma dieta rigorosa isenta de glúten diariamente, excluindo da dieta, cereais e seus derivados, como trigo, cevada, centeio, malte e aveia (ALMEIDA e SZLAPAK, 2015; DEMIRKESEN et al., 2010). No cardápio dos celíacos, o glúten é substituído por farinha de arroz, polvilho doce, fécula de batata, farinha de mandioca, amido de milho (APLEVICZ e MOREIRA, 2015) ou ainda outras farinhas como farinha de quinoa, linhaça e etc (FRANCO, 2015). No entanto, dieta baseada em produtos sem glúten é frequentemente caracterizada por um baixo teor de alguns componentes nutricionais, como proteínas e componentes minerais, mas componentes fisiologicamente importantes, como fibra alimentar (WRONKOWSKA et al., 2008)

Devido ao grande número de casos de pessoas com a doença celíaca, há um interesse maior em produtos sem glúten. Grande parte dos alimentos consumidos pelos celíacos são receitas caseiras, devido à falta de produtos industrializados alternativos sem glúten, no mercado alimentício (APLEVICZ e MOREIRA, 2015). No entanto, a dieta destes, são menos nutritivas, devido aos alimentos sem glúten possuírem menos fibras e outros micronutrientes. Desse modo, a adição de farinha de yacon pode trazer benefícios tanto para o funcionamento do trato gastrointestinal, quanto para prevenção do diabetes, e ajudar na normalização do índice glicêmico (ALMEIDA, 2011).

Devido aos casos de pessoas com doença celíaca, a Lei nº10.674 de 16 de maio de 2003 (BRASIL, 2003) e a Lei no 8.543 de 23 de dezembro de 1992 (BRASIL, 1992) determina que os fabricantes da indústria alimentícia devem fornecer informações sobre a presença de glúten nas embalagens de todos os alimentos industrializados a fim de prevenção e controle da doença celíaca.

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz de origem da região dos Andes da América do Sul, da família *Asteraceae*, mais conhecida como batata yacon. Apresenta um agradável sabor doce, apresentando como principais substâncias em sua composição, alto teor de água (83 a 90%) e carboidratos, sendo armazenados como frutanos, principalmente do tipo fruto-oligossacarídeos, dentre outros açúcares, que atuam como ativos prebióticos estimulando o crescimento de bactérias benéficas ao intestino, beneficiando o corpo humano (MALDONADO et al., 2008; SANTANA & CARDOSO, 2008).

Os frutanos presentes no yacon são carboidratos com baixo valor energético, devido às cadeias longas (de 6-60 unidades de frutose). São considerados carboidratos prebióticos, pois não são digeridos pelo trato gastrointestinal. Dessa forma, possui propriedades bifidogênicas, ou seja, que estimula o crescimento de bifidobactérias que são bactérias benéficas ao cólon, porém seus efeitos vão depender da microbiota intestinal de cada indivíduo. Além disso, possuem propriedades geleificantes, contribuindo para a absorção de nutrientes, principalmente os carboidratos, aumentando o volume fecal e diminuindo consequentemente o volume gastrointestinal (ROLIM et al., 2011).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um pão sem glúten utilizando farinha de yacon, com textura e características sensoriais satisfatórias e com potencial prebiótico, que será destinado principalmente a pessoas com intolerância ao glúten.

2. OBJETIVOS E METAS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Uma grande dificuldade é o de produzir pão sem glúten com textura e sabor satisfatórios, principalmente quanto à textura, já que a ausência do glúten diminui a capacidade da massa em reter os gases da fermentação e devido à perda rápida de umidade, e, portanto, dificulta a manutenção da maciez por longo período.

Portanto, o objetivo um pão sem glúten com adição de farinha de Yacon, em função de seus benefícios funcionais e nutricionais, procurando obter um produto com características de textura, volume e sensoriais satisfatórias e avaliar suas características de sabor, textura. Com objetivo de apresentar esse produto como alimento alternativo de excelente valor nutritivo e funcional, na dieta de intolerantes ao glúten.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Preparar uma formulação de pão isenta de glúten, utilizando farinha de arroz como base em substituição da farinha de trigo, e com essa formulação substituir parcialmente a farinha de arroz por farinha de yacon em concentrações crescentes (25%, 50% e 75%);
- Avaliar as características de volume específico e textura;
- Realizar análises microbiológicas das formulações conforme a Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), sendo de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* spp. e de bolores.
- Avaliar o nível de preferência do produto por meio do teste de ordenação de preferência, e analisar os dados de acordo com o teste de Friedman.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PÃO

O pão é um dos alimentos mais antigos e consumidos no mundo, com seu valor nutritivo, preço baixo e simplicidade de uso, ele é a base da dieta das civilizações (NANDITHA; PRABHASANKAR, 2009). De acordo com a Resolução RDC nº263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA (BRASIL, 2005), pães são produtos obtidos da farinha de trigo e/ou outras farinhas, sendo ou não resultantes do processo de fermentação, e através de cocção, podendo conter outros ingredientes, mas sem alterar as características específicas destes produtos.

Apesar de o pão ser um dos alimentos mais presentes na mesa do consumidor, muitas pessoas possuem limitações quanto à sua ingestão. A doença celíaca limita o consumo para seus portadores por ocasionar alterações intestinais e, conseqüentemente, à diminuição da absorção de nutrientes. Ainda, devido à escassez de alimentos alternativos a população intolerante à glúten acaba por preparar seus próprios alimentos com farinhas não comumente utilizadas no cotidiano (SALGADO et al., 2011).

3.2 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca é uma intolerância permanente ao glúten e está relacionada ao processo inflamatório da mucosa intestinal resultando na atrofia das vilosidades intestinais, causando deficiência na absorção de nutrientes. O glúten presente em cereais como a cevada, trigo, centeio e malte é o responsável por esta doença. Os danos causados na superfície da mucosa do intestino delgado impedem a absorção de proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas e sais minerais pelo organismo, provocando distensão abdominal, diarreias e conseqüentemente, a perda de peso. Estes sintomas caracterizam a doença clássica, que se manifesta nos primeiros anos de vida, porém demais alterações como, dores abdominais,

anemia e constipação são comumente observadas (STRINGHETA, et al., 2006; SILVA, et al., 2010; SUNADA, et al., 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 retirar de sua alimentação produtos derivados do trigo, centeio, cevada e aveia, excluir alimentos como macarrão, pães, bolos, bolachas, cervejas, achocolatados, entre outros. Para tanto, deve-se ler minuciosamente a lista de ingredientes de cada produto para evitar a ingestão deste componente. Infelizmente, a dieta desta classe de indivíduos ainda é monótona, pois os produtos são escassos e de alto custo para aquisição em relação a produtos de trigo (ACELBRA, 2001; KOTZE, 2006; CÉSAR et al., 2006; HERA et al., 2013).

3.3 GLÚTEN

O glúten é um componente proteico composto por duas frações, a gliadina e a glutenina, que são proteínas de cadeia simples e ramificada, respectivamente, esta proteína está presente no trigo, na aveia, na cevada e no centeio. Os fragmentos polipeptídicos que formam o glúten são denominados prolaminas, as quais representam 50% da quantidade total do glúten, e são estes fragmentos não aceitáveis pelos indivíduos celíacos. As prolaminas diferem de acordo com o cereal, sendo que no trigo são denominadas gliadina, no centeio: secalina, na cevada: hordeína (QUINTAES, 2008; BOTELHO et al., 2009).

A substituição do glúten da farinha de trigo por outro ingrediente é desafiante, principalmente para indústria de panificação, devido à dificuldade de se obter as características dos produtos com trigo, tanto em aspectos tecnológicos, como sensoriais e nutricionais (FIGUEIRA et al., 2011). Desse modo, o glúten representa a rede proteica que retém o gás carbônico, produzido no processo de fermentação e, conseqüentemente pela expansão da massa, desempenhando papel fundamental na determinação da qualidade do alimento, especialmente no cozimento ao conferir capacidade de absorção da água, retenção de gás, viscosidade e elasticidade à massa (CÉSAR et al., 2006; MEIRINHO, 2009).

Como o glúten é responsável pela estrutura dos produtos de panificação tradicionais, os produtos elaborados com sua ausência têm as características modificadas, resultando em produtos com textura de desintegração, de massa crua e líquida, com casca sem coloração característica, de pequena crosta, rápido processo de envelhecimento (endurecimento), sabor menos intenso, entre outros defeitos de qualidade em dificultando a aceitação e inclusão destes produtos na dieta (GALLAGHER et al., 2004).

3.4 HIDROCOLÓIDES – GOMA XANTANA

O principal problema encontrado para a elaboração de produtos isentos de glúten é a formação de uma rede viscoelástica com características semelhantes a produtos que possuem glúten, para isso se recorre ao uso de hidrocoloides como hidroxipropilmetilcelulose (HPMC), e gomas como a Xantana, Guar e Carragena, que conferem maior estabilidade aos produtos (NISHITA et al., 1976; ROSELL e COLLAR, 2007; PREICHARDT et al., 2009).

Os hidrocolóides são capazes de melhorar a textura dos alimentos e, na fabricação de pães, contribuem no aumento da retenção de CO₂, promovem uma melhora na retenção de umidade devido à sua capacidade hidrofílica, e no volume devido às propriedades viscoelásticas que conferem às massas, e retardam a retrogradação do amido, e desta forma melhoram o comportamento de endurecimento do miolo (BOTELHO, 2012).

A goma xantana, é um agente de ligação capaz de criar uma rede de células suficientemente forte para reter o gás carbônico, melhorar a coesão da massa por meio da atração dos grânulos de amido e, se ligar de modo temporário à água para a gelatinização do amido, resultando na melhora da estrutura do miolo, diminuindo sua firmeza e aumentando o volume do pão. Esta goma ainda apresenta um comportamento reológico único, alta viscosidade em baixas concentrações, e tem uma excelente estabilidade numa ampla faixa de temperatura e pH. Além de ser compatível com muitos sais e ácidos presentes em alimentos (BOTELHO, 2012). Deste modo, o principal intuito de sua adição em pães sem glúten é de melhorar a textura devido à sua propriedade hidrofílica, diminuindo a desidratação do produto,

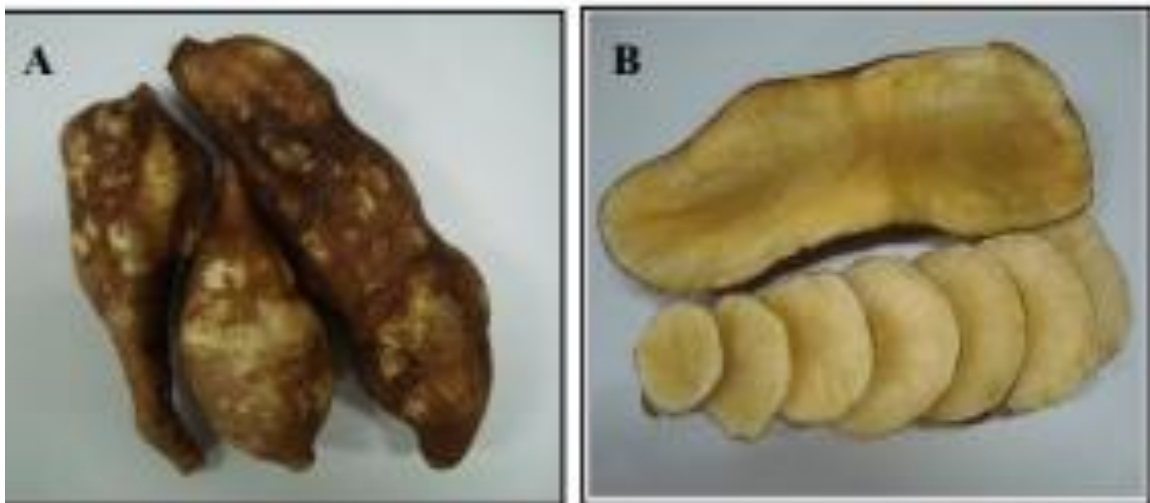
consequentemente prolongando sua vida útil, além da melhoria de qualidade sensorial como foi apontado por Aplevicz e Moreira (2015).

3.5 YACON

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é originário das regiões dos Andes, na América do Sul. São semelhantes a batatas doces em aparência, possuem gosto doce e polpa crocante, sendo bastante consumidas na forma *in natura*. As raízes de yacon são alongadas e com extremidades mais estreitas que o meio, dessa forma, possuem uma grande variação de peso, formato e tamanho (Figura 1) (SANTANA; CARDOSO, 2008).

A cor da casca pode variar dependendo da variedade, do marrom até uma tonalidade arroxeadada, enquanto a polpa comestível pode ser branca, amarela, laranja (VALENTOVÁ; ULRICHOVÁ, 2003).

Figura 1 - Raiz de yacon (A) e cortes longitudinal e transversal (B).



Fonte: Borges et al. (2012).

Diferente da maioria das raízes e tubérculos, os quais armazenam seus carboidratos na forma de amido, o yacon armazena essencialmente em forma de

frutanos do tipo inulina e, principalmente, do tipo fruto-oligossacarídeos, 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 (ALMEIDA e SZLAPAK, 2015). Estes carboidratos funcionais estimulam o crescimento de bactéria não-patogênicas modulando a flora intestinal, pois são capazes de resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas do corpo humano e, dessa forma, passam por meio do trato digestivo sem serem metabolizados, fornecendo baixo conteúdo energético e exercendo funções semelhantes à fibra alimentar (AYBAR et al., 2001; GENTA et al., 2009; VASCONCELOS, et al., 2010).

Segundo Almeida (2011), a raiz de yacon auxilia no bom funcionamento do trato gastrointestinal, na perda de peso e efeitos hipoglicemiantes graças às suas propriedades funcionais.

Vários estudos apontam o consumo da batata yacon de forma benéfica no tratamento de diabetes devido ao baixo valor energético, e alto conteúdo de fibras, além disso, a ingestão prolongada está relacionada com a melhora na sensibilidade do organismo à insulina, resultando em uma estabilização dos níveis glicêmicos, e também pode apresentar efeitos hipoglicemiantes (SILVA et al., 2006; GENTA et al., 2009; PEREIRA et al., 2009; OLIVEIRA, 2009; VANINI et al., 2009). Os fruto-oligossacarídeos pode tornar mais lenta à velocidade de entrada da glicose na corrente sanguínea, prolongando a saciedade e evitar uma elevação da curva glicêmica (ALMEIDA, 2011).

3.5.1 Frutanos

Os frutanos são carboidratos de reserva na forma de polímeros de D-frutose, unidos por ligações tipo β (2 \rightarrow 1), e apresentam uma glicose na extremidade da cadeia (ROBERFROID, 2007). A diferença entre inulina e os fruto-oligossacarídeos é o comprimento da cadeia, definido pelo número de unidades de monossacarídeos, denominado grau de polimerização (SAAD, 2006). O grau de polimerização da inulina varia entre 2 e 60 e dos fruto-oligossacarídeos entre 2 e 9 (BIEDRZYCKA; BIELECKA, 2004).

Os frutanos são capazes de resistir à hidrólise pelas enzimas digestivas do corpo humano e, dessa forma, passam por meio do trato digestivo sem serem

metabolizados, fornecendo baixo conteúdo energético exercendo funções semelhantes à fibra alimentar (AYBAR et al., 2001; GENTA et al., 2009).

3.6 ANÁLISE DE TEXTURA

Determinar a textura de um alimento é fundamental para a indústria alimentícia, visto que através deste parâmetro é possível classificar o produto como condizente ou não com as características de qualidade exigidas (KONOPACKA; PLOCHARSKI, 2004). A medição instrumental de textura pelo texturômetro consiste na dupla compressão da amostra, gerando os gráficos força-tempo e força-distância, os quais fornece uma boa equiparação entre a avaliação sensorial dos provadores e os valores instrumentais, pois consegue determinar as medidas mecânicas de textura como elasticidade, dureza, viscosidade, entre outras, e atuam principalmente com as forças de compressão, extrusão, corte e cisalhamento no alimento. As definições desses parâmetros são concebidas em termos de medições físicas qualificados pelo perfil de textura (LANNES, 1997).

De acordo com Szczesniak (2002) dureza é a força necessária para atingir certa deformação, a coesividade é a extensão a que um material pode ser deformado antes da ruptura, a elasticidade é a proporção na qual um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida. Já a adesividade é a energia necessária para superar as forças atrativas entre a superfície de alimento e a de outros materiais com os quais o alimento está em contato. A fraturabilidade a força pela qual o material fratura e a gomosidade é a energia requerida para desintegrar um alimento até estar pronto para deglutição, enquanto que a mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar um alimento sólido até a deglutição.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. MATERIAIS

Para elaboração dos pães, foram utilizados os laboratórios de panificação, microbiologia e sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Campo Mourão. Os ingredientes utilizados foram: farinha de Yacon, farinha de arroz (Risovita), fécula de batata, polvilho doce, goma xantana, leite, ovos, óleo de soja, açúcar, sal e fermento biológico, que foram adquiridos no comércio local.

4.2 PROCEDIMENTOS

Foram realizadas quatro formulações em que houve substituição parcial da farinha de arroz por farinha de yacon, nas proporções de 0, 25, 50 e 75% de farinha de yacon, fixando os demais ingredientes, conforme descrito na Tabela 1. Foi utilizada a goma xantana para melhorar as características dos pães devido à ausência de glúten nas farinhas utilizadas.

Tabela 1. Formulações dos pães isentos de glúten com adição crescente de yacon (g).

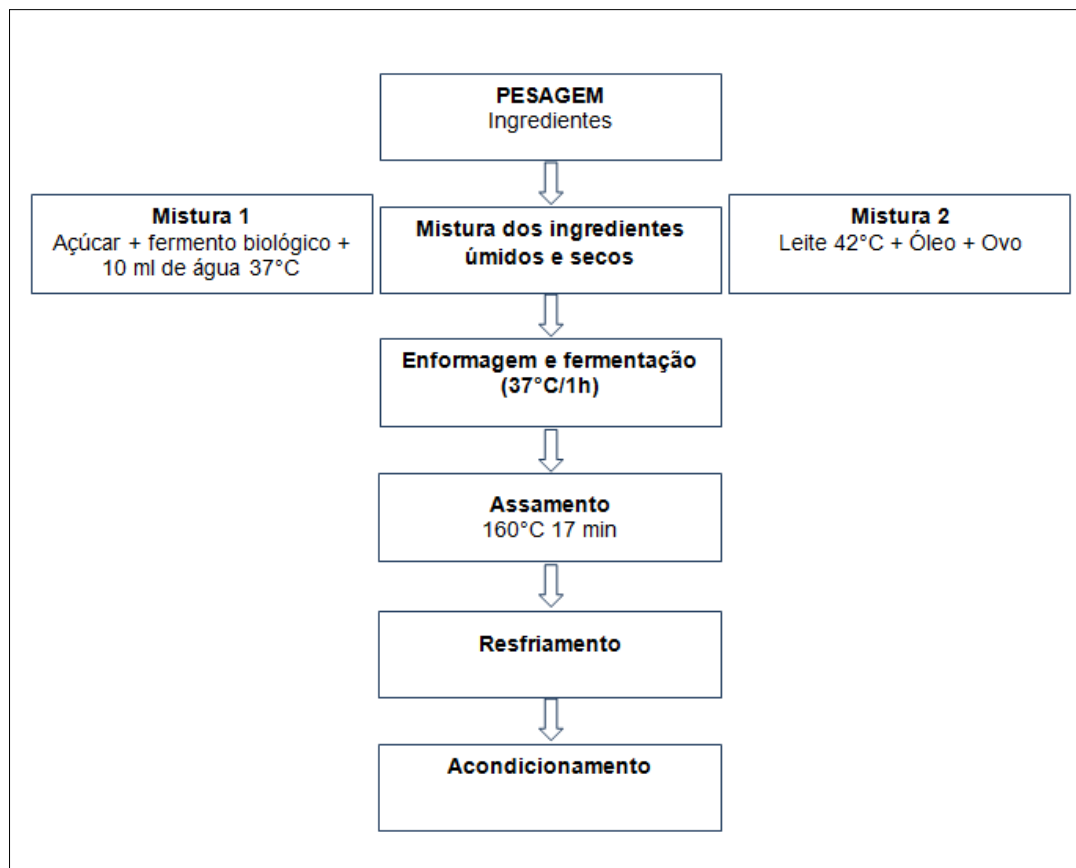
Ingredientes	F1	F2	F3	F4
Farinha de arroz	100	75	50	25
Farinha de Yacon	0	25	50	75
Fécula de batata	46	46	46	46
Polvilho doce	70	70	70	70
Goma Xantana	2	2	2	2
Leite	200	200	200	200
Ovos	47	47	47	47
Óleo de Soja	20	20	20	20
Açúcar	5	5	5	5
Sal	4	4	4	4
Fermento Biológico	3	3	3	3

Formulação sem yacon (F1), com 25% (F2), 50% (F3) e 75% de substituição da farinha de arroz por farinha de yacon.

Foi utilizada a goma xantana para melhorar as características dos pães devido à ausência de glúten nas farinhas utilizadas.

Primeiramente foi pesado o fermento com o açúcar e depois adicionado 10 mL de água a 37°C. Essa mistura foi reservada. Pesaram-se os ingredientes secos de cada formulação. O leite foi aquecido a 42°C e batido manualmente junto com o ovo e o óleo. Ao final, agregaram-se todos os ingredientes batendo manualmente até as formulações até obtenção de uma massa homogênea. As formulações foram transferidas para formas untadas e devidamente identificadas de aproximadamente 26 cm de comprimento e levadas a câmara de fermentação (Frilux) a 37°C por 1 hora, em seguida ao forno industrial (Tedesco-Turbo Power expert FIT 240E) a 160°C por 17 minutos (Figura 2). Após, ao atingir temperatura ambiente foram separadas amostras de cada formulação dos pães para análises microbiológicas, foram fatiados em tamanhos e espessuras iguais, para posterior análise sensorial.

Figura 2 – Fluxograma do processo de preparo das formulações de pão.



4.3 VOLUME ESPECÍFICO

O volume foi medido segundo método 10-05.01 (AACCI, 2010) por deslocamento de sementes de mostarda no equipamento Medidor Volumétrico para Pães, marca Vondel. O volume específico é uma característica objetiva sendo obtida pela pesagem dos pães em balança analítica, determinação do volume pelo deslocamento de sementes de mostarda e a obtenção do volume específico de cada pão por meio da relação entre seu volume e seu peso. Análise foi realizada em triplicata. Com resultados expressos em cm^3/g , conforme a equação 1:

Equação 1:

$$V_{\text{específico}} = \frac{V}{M}$$

Onde:

$V_{\text{específico}}$ é o volume específico, expresso em mililitros/gramas;

V é o volume do pão, expresso em mililitros (mL);

M é a massa do pão, expressa em gramas.

4.4 TEXTURA

A análise de textura foi realizada pelo método instrumental. Utilizou-se o texturômetro TA.XT Express Stable Micro Systems. Foram avaliadas 10 amostras de 3,5 cm de comprimento e 3,0 cm de espessura para cada formulação, totalizando 40 amostras analisadas.

A análise de textura fornece uma avaliação mais precisa e quantitativa. O equipamento é constituído por um diâmetro que transporta a energia mecânica ao material a uma velocidade constante. Desse modo, fornece uma curva força *versus* tempo ou força *versus* distância, no qual o mesmo registra a variação de textura do material (CARRILHO, 2014; CARVALHO, 2015).

A partir do perfil de textura, permitiu-se comparar os seguintes parâmetros: firmeza, dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência.

4.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes termotolerantes, *Salmonella* spp., e de bolores e leveduras foram realizadas, conforme a Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

4.5.1 Contagem de coliformes

No laboratório foram pesadas 25 g da amostra, assepticamente, adicionadas de 225 mL de água peptonada 0,1% esterilizada e homogeneizada por 60 segundos no equipamento Stomacher, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . A diluição 10^{-2} foi obtida retirando-se 1 mL da diluição 10^{-1} e adicionando-os a 9 mL de água peptonada 0,1% em frascos de diluições.

A contagem de coliformes foi realizada com ágar cristal violeta vermelho neutro bile (VRBA) e incubado a 35°C por 48 horas. Os resultados da contagem expressos em UFC/g.

4.5.2 Bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada pelo método direto de plaqueamento com meio ágar batata dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico 10%, onde 25g da amostra foi repassada para 225 mL do diluente água salina peptonada 0,1% esterilizada e homogeneizada por 60 segundos no equipamento Stomacher, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . Para a preparação da segunda diluição, foi transferido assepticamente 1 mL da diluição anterior para 9 mL de diluente.

Após, plaqueou-se 0,1 mL de cada diluição nas placas com ácido tartárico 10 %, na concentração recomendada na IN 62 (BRASIL, 2003), e 15 mL do Ágar Batata Dextrose (BDA) e espalhou-se o inóculo por toda superfície com auxílio da

alça de Drigalski, até todo excesso do líquido ser absorvido. As placas foram incubadas a 25 °C por aproximadamente 5 dias. Após a incubação, foi verificada a presença de colônias de bolores e leveduras. Os resultados da contagem serão expressos em UFC/g (BRASIL, 2003; SILVA et al., 2007).

4.5.3 *Salmonella spp.*

Foram pesadas 25 g da amostra, assepticamente, que foi adicionada em 225 mL de diluente (solução salina 1% tamponada) e homogeneizada por 60 segundos no equipamento Stomacher, obtendo-se assim a diluição 10^{-1} . Em seguida incubada 35°C por 16 a 20 horas.

Na sequência a inoculação 42,5 °C por 24 horas em banho-maria foi realizada nos meios líquidos seletivos Rappaport Vassiliadis e Selenito Cistina incubadas e posterior estriamento em ágar BPLS e Hektoen para o isolamento e seleção. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas. Logo, foi verificada presença ou ausência de colônias para posterior realização de provas bioquímicas para colônias características (BRASIL, 2003).

4.6 ANÁLISE SENSORIAL

As amostras foram analisadas sensorialmente por 40 provadores não treinados, pelo teste de ordenação de preferência (ABNT, 1994). As 4 formulações previamente codificadas com 3 dígitos aleatórios, foram servidas em pratos descartáveis aos provadores, acompanhadas de água em temperatura ambiente, os quais foram instruídos a colocá-las em ordem crescente de preferência, da menos preferida para mais preferida (Figura 3). O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Câmpus Campo Mourão).

Figura 3 – Ficha para o Teste de ordenação de preferência das formulações de pães.

Teste de ordenação de preferência

Nome: _____ Data: __/__/__

Sexo: () Feminino () Masculino Idade: _____

Vínculo com a UTFPR: () Servidor () Aluno

Costuma consumir alimentos sem glúten? () Sim () Não

Costuma consumir alimentos integrais? () Sim () Não

É portador de doença celíaca ou intolerância ao glúten? () Sim () Não

Por favor, avalie da esquerda para direita, cada uma das amostras codificadas de pão isento glúten e coloque-as em ordem crescente de preferência.

- preferida

+ preferida

A faixa etária dos 40 provadores foi de 18 a 39 anos, onde 70% foram mulheres e 30% homens, da percentagem de mulheres, 15% responderam que costumam consumir alimentos isentos de glúten e 55% não consomem, enquanto que para o consumo de alimentos integrais 47,5% consomem e o restante de 22,5% não consome. E os homens que responderam o questionário, apenas 5% consomem alimentos sem glúten, enquanto que 25% não consome este tipo de alimento, e para alimentos integrais, 17,5% consomem e 12,5% não costumam consumir. Dos 40 provadores apenas 1 tem o diagnóstico médico de doença celíaca.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A interpretação dos resultados foi realizada por meio do Teste de Friedman, utilizando-se a tabela de Christensen, para verificar se há ou não diferença significativa entre as amostras. A diferença mínima entre as somatórias das 4 amostras para 40 julgadores para estabelecer diferença é de 23. Primeiramente, como os provadores colocaram as 4 amostras na ordem menos preferida para mais preferida, foi atribuído os valores de 1 a 4 referentes às ordens escolhidas por cada

jugador, para cada amostra foram somados e chamados de “Soma das ordens”. Os mais baixos corresponderam às amostras menos preferidas e os mais altos às mais preferidas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 VOLUME ESPECÍFICO

A Tabela 2 traz a média dos resultados de volume específico das formulações.

Tabela 2- Médias dos valores do volume específico para as formulações.

Amostra	Volume específico (cm³/g)
F1	2,15 ^a ±0,03
F2	1,95 ^c ±0,04
F3	2,04 ^b ±0,01
F4	1,94 ^c ±0,01

Sobrescritos iguais na mesma linha, para o mesmo parâmetro, indicam médias sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) no Teste de Tukey.

F1= sem farinha de yacon; F2 = 25% farinha de yacon; F3 = 50% farinha de yacon; F4 = 75% farinha de yacon

Segundo dados da tabela 2 é possível verificar que as formulações F2 e F4 não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, para elas, o maior volume específico foi determinado, ficando para a formulação F1, sem a farinha de yacon.

Os valores de volume específico variaram entre 1,94 e 2,15 cm³/g, valores baixos quando comparados aos encontrados para pães de forma tradicional sem glúten como relatado por Oliveira et al. (2012), com valores acima de 4,00 cm³/g, porém, próximos aos valores de 1,75, 1,89, 2,07, 2,16 cm³/g, reportados Nwanekezi (2013) e por Graça et al. (2017) para pães sem glúten.

A utilização de outras farinhas, que não a do trigo fornece pães de menores volume e volume específico, pois a ausência da rede de glúten reduz a capacidade

de reter os gases gerados na fermentação e no forneamento (CAPRILES; ARÊAS, 2011).

5.2 TEXTURA

A tabela 3 apresenta os resultados das análises de textura das amostras de pães, os valores representam médias de 10 repetições de cada formulação.

Tabela 3. Médias dos valores dos parâmetros de textura para as formulações.

Parâmetros	Formulação F1**	Formulação F2**	Formulação F3**	Formulação F4**
Dureza (N)	17,36 ^a ±0,83	19,33 ^a ±0,66	14,48 ^b ±0,54	13,62 ^b ±0,32
Adesividade (Nxm)	-0,00 ^a ±0,00	-0,01 ^a ±0,01	-0,01 ^a ±0,01	-0,03 ^a ±0,01
Elasticidade (b/a)	0,93 ^a ±0,01	0,91 ^a ±0,01	0,92 ^a ±0,01	0,91 ^a ±0,01
Mastigabilidade (N)	933,64 ^a ±44,39	1056,56 ^a ±126,08	917,05 ^a ±30,53	838,01 ^a ±13,99
Gomosidade (N)	1004,19 ^b ±40,29	1282,68 ^a ±56,11	998,90 ^b ±34,51	920,30 ^b ±17,44
Coesividade	0,57 ^b ±0,02	0,65 ^a ±0,01	0,68 ^a ±0,02	0,66 ^a ±0,01
Resiliência (Ns)	0,34 ^b ±0,01	0,41 ^a ±0,01	0,42 ^a ±0,02	0,39 ^{ab} ±0,01

*Sobrescritos iguais na mesma linha, para o mesmo parâmetro, indicam médias sem diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) no Teste de Tukey.

**F1: sem Yacon; F2: 25%, F3: 50% e F4: 75% de substituição da farinha de arroz por farinha de yacon.

Analisando os parâmetros de textura, é possível verificar que as formulações F1 e F2 não possuem diferença significativa quanto ao parâmetro de dureza e as formulações F3 e F4 também não possuem, indicando que conforme aumenta o teor de yacon nas formulações existe uma tendência a diminuição da dureza dos pães. Quanto aos parâmetros adesividade, elasticidade e mastigabilidade não houve diferenças entre as quatro formulações. Para a gomosidade, a formulação F2 é a única que possui diferença significativa das demais formulações, assim como na coesividade e na resiliência. Os maiores valores da mastigabilidade, da gomosidade e da dureza ficou para a formulação F2. Coesividade e resiliência tiveram seus menores valores para a formulação F1. Segundo Szczesniak (2002) gomosidade é a energia necessária para desintegrar o alimento em estado pronto para deglutição, e mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar um alimento sólido até a deglutição, desse modo, estes parâmetros foram observados para a formulação F2

(25% de yacon) com valores mais altos, que está diretamente relacionado ao valor de dureza, ou seja, por essa amostra ser mais firme devido ao maior valor de dureza quando comparadas com as amostras de 50% e 75 % de yacon, demonstra que um pão com esses parâmetros de dureza, mastigabilidade e gomosidade necessita de mais energia para desintegrá-lo.

Segundo Carvalho et al. (2015), quanto menor o valor de dureza obtido, mais macia é a amostra, ou seja, menor é a força necessária para comprimi-la. Conseqüentemente, quanto maior o resultado, mais endurecida é a amostra. De acordo com os resultados foi possível observar que as amostras F3 e F4 não diferiram entre si, quanto ao parâmetro de dureza, as mesmas possuem menor valor de dureza quando comparadas com as amostras F1 e F2, ou seja, as amostras F1 e F2 com 0 e 25% de farinha de yacon são mais firmes que as amostras F3 e F4 de 50 e 75% de farinha de yacon, que são mais macias. Portanto, a adição de farinha de Yacon em formulações de pão pode influenciar nos resultados das características de textura das amostras, sendo que as possíveis interferências desta adição podem estar relacionadas diretamente às proporções em que esta substância é adicionada.

5.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Os alimentos apresentam valor nutricional para quem consome, mas também é um meio de cultura ideal para o desenvolvimento de microrganismos, sendo assim, a avaliação microbiológica é de extrema importância para verificar se o alimento apresenta risco a saúde do consumidor e analisar se está apto para o consumo (MOREIRA et al., 2013).

Os resultados apresentados na Tabela 4 mostram que as quatro formulações dos pães apresentaram valores de contagem menores que o padrão microbiológico ou ainda ausência por 25g do produto. O que afirma que o produto foi elaborado de acordo com as normas propostas pela ANVISA, desta forma garantindo a qualidade do produto desenvolvido.

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas realizada nas quatro formulações de pão isentos de glúten com adição crescente de yacon.

Análises microbiológicas	Resultados	Valor de referência*
Coliformes a 45 °C	<10 UFC/g	10 ²
Bolores e Leveduras	<10 UFC/g	Não tem padrão indicado
<i>Salmonella sp.</i>	Ausência/25 g	Ausência/25 g

Valores expressos em Unidade Formadora de Colônias por gramas (UFC/ g); *Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

5.4 ANÁLISE SENSORIAL E ESTATÍSTICA

O teste foi realizado por 40 provadores não treinados, onde cada um ordenou as amostras codificadas de acordo com o nível de preferência, da menos preferida para mais preferida. Os resultados foram analisados de acordo com o teste de Friedman. De acordo com a ordem de preferência de cada provador, atribuiu-se nota 1 a 4, 1 para de menor preferência e 4 a maior preferência.

Para determinar se há diferença significativa entre as amostras aplica-se a equação 2:

Equação 2:

$$F_{\text{teste}} = \frac{12}{j \cdot p(p+1)} \left(R_1^2 + \dots + R_p^2 \right) - 3j(p+1)$$

Onde:

j- n. de julgadores

p- n. de tratamentos

R1- soma das ordens atribuídas

Se $F_{\text{teste}} < \text{valor tabelado}$ - amostras iguais

Se $F_{\text{teste}} \geq \text{valor tabelado}$ - amostras diferentes - DMS tabela de Christensen et al (2006).

Valor tabelado $F=7,81$

$$F_{\text{teste}} = \frac{12}{40 \times 4(4+1)} (93^2 + 116^2 + 105^2 + 86^2) - 3 \times 40(4+1) = 7,89$$

Portanto, como $7,89 > 7,81$, ao nível de 5% de significância existe diferença significativa entre as amostras.

A avaliação estatística foi feita pelo teste de Friedman, identificando que houve diferença entre as amostras como relatado acima, em seguida foi utilizada a tabela de Christensen para o nível de significância de 5% para comparação entre as amostras.

Tendo o número de amostras iguais a 4 e o número de julgamentos obtidos iguais a 40, de acordo com a tabela de Christensen, tem-se que a diferença mínima para estabelecer diferença entre as amostras é igual a 23 (CHRISTENSEN et al., 2006). A tabela 5 mostra as somas das ordens, onde os valores maiores indicam as amostras mais preferidas e os menores as menos preferidas pelos julgadores.

Tabela 5. Resultado da análise sensorial com aplicação do teste de ordenação de preferência, nas amostras de pão isento de glúten.

Amostras	Soma das Ordens
F2	116 ^a
F3	105 ^{ab}
F1	93 ^b
F4	86 ^b

Letras diferentes amostras diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$).

A amostra F2 (25 % yacon) é mais preferida que as amostras F1 (0 %) e F4 (75%yacon), F3 (50%) tem uma preferência intermediária igualando-se estatisticamente ($p < 0,05$) a F2 e também a F1 e F4.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode se verificar que a farinha de yacon é introduzida nos alimentos isentos de glúten a fim de enriquecer estes produtos, trazendo benefícios para saúde dos que consomem estes produtos.

O desenvolvimento das formulações com farinha de yacon mostrou que os pães com 25% (F2) desta na composição, obtiveram maior preferência entre os provadores, porém, esta composição foi a que apresentou maior índice de dureza na análise instrumental de textura, ou seja, amostra menos macia e mais firme em relação às demais. Já a amostra com 75% (F4) de yacon apresentou a menor preferência, com comentários como “úmido demais”, “textura ruim”. Diante desses resultados, é possível relacionar a análise instrumental de textura com a análise sensorial de das amostras, demonstrando que o maior valor de dureza da formulação F2 foi fator determinante para maior preferência por esta amostra, devido a maior firmeza da mesma, o que reforça que a maciez determinada pelo texturômetro para as amostras com porcentagem de 50% (F3) e 75% (F4) de yacon, eram resultado das características relatadas pelos provadores de aspecto pegajoso e úmido, o que influenciou diretamente na menor preferência da formulação F4, ou seja, somente a análise instrumental de textura não é suficiente para classificar o produto como aceitável pelo consumidor, sendo essencial identificar e atender os anseios dos consumidores em relação a seus produtos por meio da importante ferramenta que é a análise sensorial.

Na substituição da farinha de arroz por farinha de yacon foi possível observar de acordo com os resultados encontrados que quanto maior a proporção de farinha de yacon menor a qualidade tecnológica do pão. E o percentual de 25% de substituição foi o que obteve melhor resultado.

A farinha de yacon confere propriedades nutricionais aos alimentos, melhora a textura dos alimentos sem glúten, porém maiores concentrações devem ser estudadas, pois podem influenciar em vários aspectos como textura e volume, os quais são importantes no desenvolvimento de novos produtos e aceitação por parte dos consumidores.

Portanto, a adição de farinha de yacon em pães sem glúten é interessante devido aos benefícios agregados ao alimento, principalmente auxiliando no bom

funcionamento gastrointestinal dos consumidores, principalmente os celíacos e intolerantes ao glúten, desde que não alterem de forma indesejada as características do produto. Por meio desse estudo permite-se aumentar a oferta de produtos alternativos e inovação de produtos para o público celíaco.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACCI. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Approved Methods**, 11th ed., Saint. Paul: 2010.

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p.

ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. **NBR 13170: Teste de ordenação em análise sensorial**. Rio de Janeiro, 1994.

ALMEIDA, E. A; SZLAPAK; R. Y. **Elaboração de pão sem glúten adicionado de farinhas de batata yacon, batata doce e batata cará**. 2015. 46 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

ALMEIDA, N. T. **Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com diabetes mellitus**. 2011. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em Bacharel em Nutrição), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

APLEVICZ, K. S; MOREIRA, J. P. Avaliação de goma xantana e carboximetilcelulose em pães para celíacos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**. v. 13, n. 1, p. 608-615, 2015.

AYBAR, M.J. et al. Hypoglycemic effect if the water extract of *Smallantus sonchifolius* (yacon) leaves in normal and diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v.74, n.2, p.33-37, 2001.

BARROS NETO, B.; SCARMÍNIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003, 299 p.

BIEDRZYCKA, E.; BIELECKA, M. Prebiotic effectiveness of fructans of different degrees of polymerization. **Trends in Food Science e Technology**, v.15, p.170-175, 2004.

BORGES, João T. S.; PIROZI, Mônica R.; PAULA, Cláudia D.; VIDIGAL, J. G.; SILVA, N. A. S.; CALIMAN, F. R. B. Yacon na alimentação humana: aspectos nutricionais, funcionais, utilização e toxicidade. **Scientia Amazonia**. v. 1, n.3, 2012.

BOTELHO, F. S. **Efeito das gomas xantana e/ou guar na textura de pães isentos de glúten elaborados com farinhas de arroz e de milho.** 2012. 102 f. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Gastronômicas, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

BOTELHO, R. B. A; ARAÚJO, H. M. C; ZANDONADI, R. P; RAMOS, K. L. **Transformação dos alimentos: cereais e leguminosas.** Capítulo 8. Livro: Alquimia dos Alimentos, Série Alimentos e Bebidas, v.2, Ed. Senac, 2009.

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: 24 de mai 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003**, que oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água.

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: 24 Mai 2017.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, 22 de Setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.** Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério de Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília (DF), 02 de janeiro de 2001.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 129-136, 2011.

CARRILHO, Laura S. F. B. **Bolachas sem glúten a partir de subprodutos da indústria.** 2014. 79f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior D Agronomia, Universidade de Lisboa, 2014.

CARVALHO, Rosangela N.; BASSINELHO, Priscila Z.; KOAKUZU, Selma N.; ARAUJO, Edmar J.; TEXEIRA, Cezar M. Procedimento de determinação da dureza e

pegajosidade de arroz polido cozido em texturômetro. **EMBRAPA**. Goiás, dez. 2015. CÉSAR, A.S; GOMES, J.C; STALIANO, C.D; FANNI, M.L; BORGES, M.C. Elaboração de pão sem glúten. **Revista Ceres**, mar-abr, 2006.

CHRISTENSEN, et al. Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 71, p. 132-143, 2006.

DEMIRKESEN, I., MERT, B., SUMNU, G., SAHIN, S. Rheological properties of gluten-free bread formulations. **Journal of Food Engineering**. v. 96, p. 295–303, 2010.

FENACELBRA. Federação Nacional de Celíacos do Brasil. **Sensibilidade ao glúten na ausência da doença celíaca**, 2017.

FIGUEIRA, F. S.; CRIZEL, T. M.; SILVA, C. R.; SALAS-MELLADO, M. M. Pão sem glúten enriquecido com a microalga *Spirulina platensis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 308-316, 2011.

FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce**. 2015. 131 f. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás Escola de Agronomia, Goiânia, 2015.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 15, n. 3-4, p. 143-152, 2004.

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

GRAÇA, et.al. Adição de colágeno em pão sem glúten elaborado com farinha de arroz. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, 10. p, 2017.

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

HERA, E.; MARTINEZ, M.; GOMEZ, M. Influence of flour particle size on quality of gluten-free rice bread. **LWT – Food Science and Technology**, Campinas, v. 54, p. 199-206, 2013.

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

KONOPACKA, D.; PLOCHARSKI, W. J. Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 2, p. 205-211, 2004.

KOTZE, L. M. S. Doença celíaca. **Jornal Brasileiro de Gastroenterologia**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 23-24, 2006.

LANNES, Suzana C. S. **Estudo das propriedades físico- químicas e textura de chocolates.** 1997. 118 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo Faculdade de Ciências Farmacêuticas.

MALDONADO, S; SANTAPAOLA, J. E; SINGH, J; TORREZ, M; GARAY, A. Cinética de La transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n.1, p. 251-256, 2008.

MANRIQUE, I.; HERMANN, M.; BERNET, T. **Yacon, fact sheet.** Lima, Peru: International Potato Center (CIP). 2004. 2 p.

MEIRINHO, S. G.. **Aplicação de um sistema de multi-sensorres para a detecção de gliadinas: discriminação semiquantitativa entre alimentos com glúten e sem glúten.** Bragança: IPB, 2009. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, 2009.

MOREIRA, et al. Avaliação microbiológica e nutricional de biscoito e pão de mel. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p.313-317, 2013.

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

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

NISHITA, K. D.; ROBERTS, R. L.; BEAN, M. M. Development of yeast-leveaned rice-bread formula. **Cereal Chemistry**. 53, n. 5, p. 626-635, 1976.

OLIVEIRA, L. A. et al. Respostas glicêmicas de ratos diabéticos recebendo solução aquosa de yacon. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.18, n.2, p. 141-150, abr./jun.2007.

NWANEKEZI, E. C. Composite Flours for Baked Products and Possible Challenges – A Review. **Nigerian Food Journal**, v. 31, n. 2, p. 8-17., 2013.

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

PREICHARDT, L. D.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A.; MOREIRA, A. S; Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, n.1, p. 70-76, 2009.

QUINTAES, K. D. Não Contém Glúten. **Vida e Saúde**. v.18, n. 2, p. 10-15, fev. 2008.

ROBERFROID, M.B. Inulin-Type fructans: functional food ingredients. **Journal of Nutrition**, v.137, p.2493- 2502, 2007.

ROLIM, P. M; SALGADO, S. M; PADILHA, V. M; LIVERA, A. V. S; ANDRADE, S. A. C; GUERRA, N. B. Glycemic profile and prebiotic potential “in vitro” of bread with Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) flour. **Ciencia e Tecnologia de Alimentos**. v.31 n. 2, p. 467-474, 2011.

ROSELL, C. M.; COLLAR, C.. Rice based products. Em: **Handbbok of food products manufacturing**. Ed Y.H. Hui. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, p. 123-133, 2007.

SAAD, S.M.I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.42, p.1- 16, 2006.

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

SILVA, T. S. G., FURLANETTO, T. W. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 56, n. 1, out/dez. 2010.

SILVA, A. 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, p. 137-142, abr/jun. 2006.

STRINGHETA, P. C., et al., A propaganda de alimentos e a proteção da saúde dos portadores de doença celíaca. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 32, n. 2, p. 43-46, abr/jun. 2006.

SUNADA, C. S; PASCOLI, M. C; VILPOUX, O; AVILA, E. R. L. G. **Pré-mistura para produção do pão sem glúten baseada em derivados da mandioca**. XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2003. Disponível em: <http://WWW.riosemglutencom/premix_de_mandioca.htm> . Acesso em 21 de outubro de 2018.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, 13, 215-225, 2002.

VALENTOVÁ, K.; ULRICHOVÁ, J. *Smallanthus sonchifolius* and *Lepidium meyenii* - prospective Andean crops for the prevention of chronic diseases. **Biomedical Papers**, v. 147, n. 2, p. 119-130, 2003

VANINI, M. et al. A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Ciência, Cuidado e Saúde**. V.8, p. 92-96, 2009.

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