

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CÂMPUS MEDIANEIRA

CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LINDSAY GUIMARÃES RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO COM FERMENTAÇÃO NATURAL
“SOURDOUGH” ADICIONADO DE FARINHA DE PAIÇO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2016

LINDSAY GUIMARÃES RODRIGUES

**DESENVOLVIMENTO DE PÃO COM FERMENTAÇÃO NATURAL
“SOURDOUGH” ADICIONADO DE FARINHA DE PAINÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Nádia Cristiane Steinmacher

MEDIANEIRA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

LINDSAY GUIMARÃES RODRIGUES

DESENVOLVIMENTO DE PÃO COM FERMENTAÇÃO NATURAL “SOURDOUGH” ADICIONADO DE FARINHA DE PAIÇO

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para a obtenção de grau de Engenheiro de Alimentos, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Medianeira, avaliado pela banca formada pelos professores:

Prof^a. Dr^a. Nádia Cristiane Steinmacher
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Gláucia Cristina Moreira
Membro da Banca

Prof. Dr. Gustavo Petri Guerra
Membro da Banca

Lindsay Guimarães Rodrigues
Aluna

O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, pois sem a sua ajuda, a sua direção e o seu agir eu não teria capacidade para estar aqui, por se fazer presente em todos os momentos, por ter me dotado de saúde, sabedoria e disposição para alcançar mais uma vitória em minha vida.

Agradeço aos meus pais que com toda humildade e simplicidade ensinaram-me a ser uma pessoa decente, a respeitar e buscar meus sonhos de forma honesta ainda que seja com muito trabalho.

Agradeço ao meu namorado Artur Kenji Nakashima por estar ao meu lado todo esse tempo me dando força, apoio e que me compreendeu nesses momentos difíceis.

A minha orientadora professora Dra. Nádia Cristiane Steinmacher a quem devo agradecer pela atenção, paciência e compreensão que teve para comigo durante este período.

RESUMO

RODRIGUES, LINDSAY GUIMARÃES. **Desenvolvimento de pão com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço**. 2016. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

A doença celíaca é caracterizada por uma lesão permanente da mucosa intestinal provocada pela ingestão de glúten. Com a finalidade de oferecer um produto sem glúten para consumidores com esta doença, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um pão com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço. O pão produzido através desta fermentação tem a acidez como característica e também um aumento de disponibilidade de sais minerais e compostos bioativos, estes constituídos pelo painço, que além de conter fibras alimentares que possui efeito hipoglicêmico é responsável pelo fornecimento de antioxidantes e fitoquímicos. Este pão foi elaborado através de um delineamento fatorial completo 2^2 com 2 pontos centrais para determinar a concentração dos *Lactobacillus rhamnosus* e *Bifidobacterium bifidum*, microrganismos estes que foram utilizadas como variáveis da fermentação natural “sourdough”. Na fermentação foram avaliados aspectos como pH e acidez total titulável, que com o passar dos dias houve redução do pH e um aumento da acidez. Para o desenvolvimento do pão utilizou-se 12 % de farinha de painço e foi avaliado o volume específico, as formulações que apresentaram melhor desempenho foi a 5 e 6 com 2,14 e 2,06 mL.g⁻¹, a firmeza do miolo dos pães variou de 2.175,11 a 3.152,36 g e não mostrou diferença estatística, deste modo a variação da concentração dos microrganismos não alterou a firmeza dos pães. A atividade de água variou de 0,92 a 0,98. Para as análises físico-químicas foram escolhidas formulações que apresentaram desempenho reológica satisfatório, no caso as formulações 1, 2 e 5. A umidade comparado com a RDC n.º90 que estabelece teor máximo de 38 % o pão estudado encontra-se de acordo com 36 %, as cinzas não obtiveram diferença significativa entre si e variaram de 2,1 a 2,55 %, este valor pode estar relacionado a farinha de painço que é rica em minerais, o teor de proteína variou de 5,12 à 5,77 % e este valor pode estar associado a quantidade de ovos e da farinha de painço, a quantidade de lipídios foi de 8,29-8,88 % e carboidratos obtidos por diferença encontrou-se uma variação de 49 a 50 %. Os pães do presente estudo apresentaram melhores teores de proteínas e lipídeos quando comparados com pão comercializado em mercado local.

Palavras-chave: Doença celíaca, pão sem glúten, probiótico, sourdough, painço

ABSTRACT

RODRIGUES, LINDSAY GUIMARÃES. **Development of natural fermented “sourdough” bread with little millet flour.** 2016. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2016.

The celiac disease is characterized as a permanent damage on the intestinal mucosa caused by gluten ingestion. In order to provide a gluten-free product for celiac consumers, the objective was to elaborate a bread with little millet flour which in addition to its characteristic of being gluten-free, it is consisted of dietary fibers that have a hypoglycemic effect and are responsible for providing antioxidants and phytochemicals, therefore, the little millet flour will substitute the wheat flour. This bread was made by a full factorial design of 2^2 with 2 central points to determine the concentration of variables used for the development of sourdough fermentation with *Lactobacillus rhamnosus* and *Bifidobacterium bifidum* microorganisms, which were used as variables on the sourdough fermentation. The aspects of the sourdough were measured, such as pH and titratable acidity, in which as the days passed, the pH reduced and acidity raised. In order to develop the bread, 12% of little millet flour was used, it was then measured the specific volume in which the formulations that showed best performance were both 5 and 6 with 2,14 and 2,06 mL/g respectively, the bread's crumb firmness varied between 2175,11 and 3152,36 g and did not show statistic differences, therefore the variation of microorganisms' concentration did not alter the bread's texture. Water activity varied from 0,92 to 0,98. In order to do physical chemical analysis, formulations that showed satisfactory rheological performance were chosen, which were 1, 2 and 5 formulations. Regarding umidity, in comparison to RDC n.º90 that establishes maximum level of 38%, the bread was in line, showing 36%. The ashes did not show notable differences between themselves and varied from 2,1 to 2,55%, this value might be related to the little millet flour, which is rich in minerals. Protein level varied from 5,12 to 5,77% and this could be related to egg quantity and to millet flour. Lipids quantity varied from 8,29 to 8,88% and carbohydrates obtained by differentiating had a 49 to 50% variation. The breads of this study showed higher level of protein and lipids when compared with bread sold in local market.

Keywords: Celiac disease, gluten-free bread, probiotic, sourdough, little millet.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 JUSTIFICATIVA	11
3 OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
4.1 DOENÇA CELÍACA	13
4.2 PAINÇO	14
4.3 PÃO SEM GLÚTEN	15
4.4 SOURDOUGH	16
5 MATERIAL E MÉTODOS	18
5.1 MATERIAL	18
5.2 MÉTODOS	18
5.2.1 Planejamento Fatorial Completo 2 ²	18
5.2.2 Desenvolvimento Sourdough	19
5.2.3 Avaliação das características físico-químicas do sourdough	20
5.2.3.1 Acidez titulável total – ATT (%)	20
5.2.3.2 pH	21
5.2.3.3 Desenvolvimento do Pão	21
5.2.4 Avaliação das características reológicas dos pães sourdough sem glúten e adicionados de farinha de painço	24
5.2.4.1 Granulometria	24
5.2.4.2 Firmeza	24
5.2.4.3 Volume Específico do Pão	24
5.2.4.4 Análise da Cor	25
5.2.4.5 Atividade de água	25
5.2.4.6 Análise físico-química de formulações selecionadas	25
5.2.4.7 Análise de umidade	26
5.2.4.8 Proteínas	26
5.2.4.9 Carboidratos	26
5.2.4.10 Lipídeos	26
5.2.4.11 Cinzas	27
5.2.4.12 Análise Estatística	27
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.1 PH E ACIDEZ (ATT)	28
6.2 GRANULOMETRIA DO PAINÇO	30
6.3 FIRMEZA DOS PÃES	30
6.4 VOLUME ESPECÍFICO E COR	31
6.5 ATIVIDADE DE ÁGUA	35
6.6 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES SELECIONADAS	36
7 CONCLUSÃO	39
8 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	40
9 REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A doença celíaca se caracteriza por um processo inflamatório no intestino delgado causado pela presença do glúten (DE LA BARCA, 2010), que é uma mistura heterogênea de gliadinas e gluteninas, ou seja, proteínas de armazenamento do trigo. No centeio e na cevada, também são encontradas proteínas similares as do trigo, sendo elas a hordeína e a secalina, respectivamente (ARENDETT, MORONI, ZANNINI, 2011).

Para pessoas com tal intolerância estão liberados o consumo de cereais, tubérculos e seus sub-produtos tais como: arroz, batata, milho e mandioca (ACELBRA, 2004).

O painço, uma espécie de milho, é um alimento importante em muitos países subdesenvolvidos, devido à sua capacidade de crescer sob condições climáticas adversas como pouca chuva. Em contraste, este milho é a principal fonte de energia e proteína para milhões de pessoas na África. Tem sido relatado que o painço tem funções nutritiva e médicas (OBILANA; MANYASA, 2002; YANG et al., 2012).

O painço é o mais antigo cereal utilizado pelo homem, depois do trigo e da cevada (KALINOVA; MOUDRY, 2006). As sementes do painço são bastante utilizadas na alimentação de aves, no preparo de cerveja, de vinho, de álcool e na alimentação humana, na forma de grão cozido ou de farinha. A planta é cultivada para feno e silagem e seu farelo pode servir para cobertura de solos para aumentar os nutrientes e a biodiversidade do solo na entressafra (DENUCCI; PORTAS; BONATTI, 2008, *apud* PEREIRA, 2010).

Como o aumento da ocorrência da doença celíaca, cresce a necessidade de novos produtos sem glúten em sua formulação. A elaboração deste tipo de produtos, em especial, o pão representa um grande desafio tecnológico, pois o glúten é uma proteína estrutural que contribui para a aparência, a textura do miolo e influencia nas características reológicas como extensibilidade, elasticidade,

viscosidade e capacidade de retenção de gás em produtos de panificação (LAZARIDOU, 2007).

O pão está incluso na alimentação brasileira desde a segunda metade do século XVIII, sendo as mulheres responsáveis pela sua fabricação. Em sua maioria usavam como matéria-prima o milho e a mandioca. Nesta época também, iniciaram a venda de pães em domicílio. Na segunda metade do século XIX, os imigrantes difundiram o uso do trigo para a elaboração dos pães e o estabelecimento das padarias. O trabalho feminino foi substituído pela mão-de-obra masculina. Os principais responsáveis pelo avanço da panificação foram os imigrantes italianos. A maioria das padarias eram empresas familiares e os pães produzidos eram do tipo “caseiro” com fermentação “sourdough”. A influência das confeitarias e padarias francesas e do pão tipo “francês” deram margem a expansão do setor de panificação e conferiram a este maior visibilidade (MATOS, 2009).

Entende-se por fermento “sourdough”, uma mistura de farinha e água, considerada um micro *habitat* natural e espontâneo, onde leveduras e bactérias lácticas coexistem em equilíbrio dinâmico (VOGELMANN; HERTEL, 2011) após alguns dias de fermentação.

O renascimento da aplicação da fermentação “sourdough” na fabricação de pães é motivada pelos efeitos benéficos deste tipo de fermentação no sabor, textura, vida útil e propriedades nutritivas do pão e de outros produtos assados (GÄNZLE, VERMEULEN, VOGEL, 2007). Nesse tipo de fermentação, diferentes ácidos orgânicos são produzidos, os quais melhoram o sabor do pão, ajudam na formação da rede de glúten e aumentam a retenção de gás, resultando em produtos com boa textura e volume. Muitas propriedades inerentes do *sourdough* devem-se às atividades metabólicas das bactérias ácido-lácticas presente no processo: fermentação láctica, proteólise e síntese de compostos voláteis, e ação antifúngica estão entre as atividades mais importantes durante a fermentação (PLESSAS et al., 2011).

Dentre as bactérias lácticas existem diversos gêneros que integram os probióticos, destacam-se o *Bifidobacterium* e o *Lactobacillus* que trazem benefícios em termos de nutrição e de saúde e podem contribuir para melhorar o sabor do

produto final, possuindo a vantagem de promover acidificação reduzida durante a armazenagem pós-processamento (GOMES; MALCATA, 1999).

Os probióticos são definidos como suplementos microbianos que influenciam positivamente o organismo e aumentam de maneira significativa o valor nutritivo e terapêutico dos alimentos, através do equilíbrio microbiano intestinal e das funções fisiológicas do trato intestinal humano (GOLDIN, 1998; SHAH, 2001).

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo desenvolver um pão sem glúten através da fermentação natural ou “sourdough” com adição de farinha de painço.

2 JUSTIFICATIVA

A fermentação “sourdough” tem papel bem definido na melhoria do sabor e da estrutura de pães com farinha de trigo. No entanto, o potencial desta fermentação em melhorar as propriedades nutricionais de produtos sem glúten e com alto teor de fibras, vem ganhando destaque nos últimos anos. A fermentação “sourdough” pode modificar as propriedades nutricionais dos cereais de várias maneiras, melhorando a textura e a palatabilidade de grãos integrais, ricos em fibras ou produtos sem glúten, estabilizando ou aumentando os níveis de vários compostos bioativos, retardando a biodisponibilidade do amido (baixo índice glicêmico) e aumentando a biodisponibilidade de minerais, pela inativação de ácido fítico e antinutrientes (KATINA, 2005).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um pão sem glúten através da fermentação natural “sourdough” com adição de farinha de painço.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver o “sourdough” e analisar a sua acidez total e pH;
- Avaliar as características de firmeza dos pães através de métodos reológicos;
- Quantificar as características físico-químicas dos pães;

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 DOENÇA CELÍACA

A doença celíaca se caracteriza como sendo uma intolerância permanente por sensibilidade ao glúten em indivíduos que possuem uma predisposição genética. Esta doença provoca uma lesão permanente da mucosa intestinal, recuperada apenas com a restrição do glúten na alimentação (MELO et al., 2006).

O glúten é uma proteína insolúvel presente no trigo, aveia, cevada e centeio (AUGUSTO, ALVES, MANNARINO, 2002). Apenas uma parte do glúten é prejudicial a quem é intolerante, porém ele é caracterizado com diferentes nomes para cada tipo de cereal tais como: no trigo é a gliadina; na cevada é a hordeína; na aveia é a avenina e no centeio é a secalina (ACELBRA, 2004).

A doença pode se apresentar das seguintes formas clínicas: clássica, não clássica, latente e assintomática (SDEPANIAN, MORAIS, FAGUNDES-NETO, 1999). Segundo a ACELBRA (2004), a clássica é identificada nos primeiros anos de vida, caracteriza-se pela diarreia crônica, desnutrição com déficit do crescimento, anemia ferropriva não curável, emagrecimento e falta de apetite, distensão abdominal (barriga inchada), vômitos, dor abdominal, osteoporose, esterilidade, abortos de repetição, glúteos atrofiados, pernas e braços finos, apatia, desnutrição aguda que podem levar o paciente à morte na falta de diagnóstico e tratamento.

A não clássica apresenta manifestações monossintomáticas que podem ser: anemia resistente a ferro terapia, irritabilidade, fadiga, baixo ganho de peso e estatura, prisão de ventre, constipação intestinal crônica, manchas e alteração do esmalte dental, esterilidade ou osteoporose antes da menopausa (ACELBRA, 2004).

A assintomática é a que não apresenta nenhum sintoma, neste caso para descobrir a doença é necessário realizar exames (marcadores sorológicos) em familiares de primeiro grau do celíaco que são os que mais tem chance de apresentar a doença. Caso a doença não seja tratada pode haver complicações

como o câncer do intestino, anemia, osteoporose, abortos de repetição e esterilidade (ACELBRA, 2004).

E por fim a latente é identificada em pacientes com biopsia jejunal normal, consumindo glúten; diferencia-se das outras formas uma vez que, em outro período de tempo, tais pacientes podem apresentar atrofia subtotal dessas vilosidades intestinais, que reverterem à normalidade com a retirada do glúten da dieta (SDEPANIAN, MORAIS, FAGUNDES-NETO, 1999).

Porém segundo Augusto, Alves e Mannarino, (2002), para que não haja danos na saúde de um indivíduo celíaco é possível trocar esses cereais que possuem glúten e substituir pelo: milho (farinha de milho, amido de milho, fubá), arroz (farinha de arroz), batata (fécula de batata) e mandioca (farinha de mandioca e polvilho).

4.2 PAINÇO

O painço (*Panicum miliaceum*) (Figura 1), é um grão cultivado há milênios por povos da África e Ásia, que apresentam naturalmente elevados teores de fósforo e magnésio, são também uma excelente fonte de fibras alimentares. É um grão de baixo custo que pode ser semeado durante praticamente todo o ano, desde que haja disponibilidade de água e sem riscos de geadas (Zancanella et al., 2006).

O painço (Figura 2) é denominado como "nutri-cereais", e suas fibras alimentares possuem efeito hipoglicêmico que auxiliam pessoas diabéticas a regularem o índice de açúcar no sangue além de ser responsável pelo fornecimento de antioxidantes e fitoquímicos tais como os ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e fitatos na dieta (ITAGI; NAIK; YENAGI, 2013; MANNURAMATH, 2015; PRADEEP; GUHA, 2011).

Segundo Gopalan, Ramasastri, Balaubramanian (2010) o painço possui características tais como: gordura (4,7 g), fibra bruta (7,7 g), ferro (9,3 mg) e fósforo (220 mg) por 100g, o que é comparável aos cereais.

O painço têm grande potencial para ser utilizado em diferentes variedades de produtos alimentares em virtude da sua qualidade nutricional e importância econômica. Há um amplo escopo de sua exploração, incluindo produtos assados, como pães, biscoitos, bolos, biscoitos, cereais matinais, muffins, tortas, panquecas e lanches (KARUPPASAMY, 2013).



Figura1 - Cultivo do Painço
Fonte: As Plantas Medicinais (2016)



Figura 2: Semente de Painço

4.3 PÃO SEM GLÚTEN

Segundo Velázquez (2011), produtos de panificação são consumidos no mundo inteiro e o que lidera o ranking é o pão, porém pessoas que possuem a intolerância ao glúten, são inviabilizadas de consumir tal produto.

Acelbra (2004) informa que o produto sem glúten que os celíacos desejariam encontrar mais facilmente é o pão (47 %), seguido de bolachas e biscoitos (21 %), macarrão (21 %) e pizza (11 %).

No Brasil há uma dificuldade de consumir alimentos que não possuem glúten, pois o mercado ainda é carente em alimentos já prontos que possuam essas características (SDEPANIAN, MORAIS, NETO, 2001).

De acordo com Ornellas (2001), para o preparo do pão existem 4 ingredientes básicos : farinha de trigo, água, fermento e sal. Outros ingredientes

podem ser acrescentados, como açúcar, leite, gordura, ovo e condicionadores de massa.

Quando é produzido o pão comum, o glúten do trigo é considerado o principal componente responsável pela retenção dos gases da fermentação das leveduras que leva ao crescimento do pão. Quando se faz pão sem glúten não se utiliza o trigo, porém o mesmo é substituído por uma pasta de amido (FAO, 1989).

Essa substituição é feita com os amidos de batata, milho, arroz ou mandioca, que misturados com outros ingredientes visam imitar as propriedades do glúten com o objetivo de melhorar as propriedades sensoriais e aumentar a vida de prateleira (MATOS; ROSELL, 2012).

Pessoas com intolerância ao glúten, tem dificuldades que vão desde a insegurança alimentar e nutricional, como acesso limitado a produtos sem glúten devido a pequena oferta, valores elevados e as possíveis contaminações com o glúten que possam ter ocorrido no produto (SOLLID; KHOSLA, 2005).

Produtos sem glúten normalmente não são fortificado/enriquecidos e pelo fato de serem feitos com farinha refinada, amido ou fécula podem não possuir os mesmos nutrientes que os produtos com glúten teriam (KELLY et al., 2004). A dieta de pessoas que não consomem glúten é caracterizada pelo baixo consumo de alguns componentes minerais e nutricionais como a proteína e não nutricionais, porém não menos importante como as fibras alimentares (WRONKOWSKA et al., 2008).

4.4 SOURDOUGH

O sourdough é uma mistura de farinha e água fermentada com bactérias ácido lácticas e leveduras, esta fermentação pode ser feita com microrganismos proveniente de contaminantes naturais selecionados da própria farinha como também pode ser de cultura “starters” que contenham uma ou mais espécies de bactérias lácticas e leveduras. O pão produzido através desta fermentação tem acidez como característica, isso se dá pelo fato das bactérias lácticas produzirem ácido láctico. Com essa redução no pH é identificado as mudanças em sua estrutura

reológica que torna a massa mais macia, menos elástica e facilmente extensível, ocorre também um aumento de disponibilidade de sais minerais e compostos bioativos o que faz com que seus nutrientes sejam modificados. Além dessas vantagens a acidez influencia para que microrganismos indesejáveis não se reproduzam e que a vida útil do produto seja prolongada (CLARKE; SCHOBBER, ARENDT, 2002; LONNER; PREVE-AKESSON, 1989).

Existem 3 tipos de “sourdough” (I,II,III) que são separados de acordo com o protocolo de propagação e a atividade metabólica da principal bactéria láctica. O tipo I se assemelha com os métodos tradicionais por esse motivo é o mais utilizado. É necessário manter o microrganismo no seu estado ativo, através de contínuas propagações (diárias) indicado pela alta atividade metabólica. O procedimento é feito a temperatura ambiente (entre 20 °C e 30 °C) e com pH próximo de 4,0 e as culturas podem ser puras ou mistas. O tipo II já é caracterizado por uma fermentação mais prolongada (5 horas) utilizando temperaturas mais altas (maior que 30 °C) e um elevado teor de água onde é desejável tornar o meio ácido e com um aroma diferenciado. O tipo III é um “sourdough” do tipo seco onde o motivo principal é se obter um agente aromatizante (HAMMES; GÄNZLE, 1998; STOLZ, 1999).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 MATERIAL

Foi utilizado farinha de arroz, fécula de batata, polvilho doce, óleo de girassol, grãos de painço, ovos, sal, água, açúcar, gordura, fermento, Hidroxipropilmetilcelulose – HPMC, *Lactobacilos rhamnosus*, *Bifidobacterium bifidum* que foram adquiridos em comércio local. A farinha de painço foi obtida a partir da moagem dos grãos e avaliada a sua granulometria.

5.2 MÉTODOS

Todas as análises foram realizadas nos laboratórios de alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Medianeira.

5.2.1 Planejamento Fatorial Completo 2²

Segundo Rodrigues e Lemma (2005) o planejamento de experimentos é uma técnica utilizada para planejar experimentos, ou seja, para definir quais dados, em que quantidade e em que condições devem ser coletados durante um determinado experimento, buscando, basicamente, satisfazer dois grandes objetivos: a maior precisão estatística possível na resposta e o menor custo. É, portanto, uma técnica de extrema importância para a indústria, pois seu emprego permite resultados mais confiáveis economizando dinheiro e tempo.

5.2.2 Desenvolvimento Sourdough

O motivo pelo qual leva os microrganismos a serem estudados é o fato dos benefícios que os mesmos possuem. Os *Lactobacilos rhamnosus* são bactérias gram-positivas e anaeróbicas facultativas, predominantes no intestino delgado (PARK; FLOCH, 2007). Os lactobacilos inibem a proliferação de microrganismos não benéficos, pela competição com locais de ligação e nutrientes e produzem ácidos orgânicos, que reduzem o pH intestinal, retardando o crescimento de bactérias patogênicas (OMGE, 2011).

O *Bifidobacterium bifidum* são bactérias que podem sintetizar vitaminas que podem ser utilizadas pelo corpo, incluindo entre elas o ácido fólico e vitamina B12. É conhecida também pela produção de ácido lático e ácido acético, aumentam também a absorção de ferro, cálcio e magnésio, no caso da utilização em fermentos naturais e importante para a produção de ácido lático que irá influenciar nas características sensoriais dos pães (BARBOSA et al., 2011).

As análises foram realizadas por meio de um Planejamento Fatorial Completo 2^2 (PFC 2^2) com 2 pontos centrais, totalizando seis (6) ensaios conforme indica a (Tabela 1). Portanto foi utilizado este método para avaliar os efeitos da concentração do *Lactobacillus rhamnosus* e *Bifidobacterium bifidum* sendo as variáveis:

X_1 - *Lactobacillus rhamnosus*

X_2 - *Bifidobacterium bifidum*

Tabela 1 - Planejamento Fatorial Completo 2² do Sourdough

Formulações	X1 (g)	X2 (g)
1	-1 (0,3)	-1 (0,3)
2	+1 (1)	-1 (0,3)
3	-1 (0,3)	+1 (1)
4	+1 (1)	+1 (1)
5	0 (0,65)	0 (0,65)
6	0 (0,65)	0 (0,65)
7 (Controle)	-	-

* Base de cálculo para 100g de farinha de arroz.

A produção do “sourdough” sem glúten foi realizada a partir de 250 g de mistura de farinha de arroz refinada, 200 mL de água destilada e adição de 60 mL de inóculo. A mistura foi incubada em recipiente de polipropileno em estufa a temperatura de 28 °C por 6 dias. Passadas 48 horas de incubação, a cada 24 horas foram retiradas 100 g desta mistura e adicionadas 100 g de farinha de arroz refinada e 100 mL de água destilada, esse processo é chamado de alimentação do fermento.

5.2.3 Avaliação das características físico-químicas do sourdough

5.2.3.1 Acidez titulável total – ATT (%)

A acidez titulável total - ATT foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, de acordo com a técnica preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e expressa em porcentagem de ácido cítrico por 100mL de sourdough. A análise foi realizada com aproximadamente 5 g no momento do preparo do sourdough, depois de 48 horas e durante os próximos 4 dias a cada 24 horas.

5.2.3.2 pH

O pH foi determinado por potenciômetro em eletrodo de vidro, em pHmetro B374 Micronal, segundo técnica do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise foi realizada com aproximadamente 10 g no momento do preparo do sourdough, depois de 48 horas e durante os próximos 4 dias a cada 24 horas.

5.2.3.3 Desenvolvimento do Pão

Para o desenvolvimento das formulações dos pães, foi elaborada previamente uma formulação padrão para o pão controle (Tabela 2), e para as formulações com fermentação natural “sourdough” (Tabela 3) foi adicionado 12 % de farinha de painço (definido em estudos preliminares) e o mesmo planejamento fatorial completo 2² foi seguido, observando como resposta as características reológicas dos pães obtidos. Para a obtenção da farinha mista estipulou-se um percentual de farinha de arroz (52 %), fécula de batata (36 %) e polvilho doce (12 %). A concentração dos ingredientes utilizados nas formulações foram calculada com base no peso da farinha mista.

Tabela 2. Percentual e concentração dos ingredientes utilizados na formulação padrão do pão.

Ingredientes	Concentração (g)	Concentração (%)*
Açúcar	30	20,69
Sal	1,5	1,03
Óleo	37,5	25,86
Água	50	34,48
Ovos	50	34,48
fermento	2,5	1,72
HPMC	2,9	2

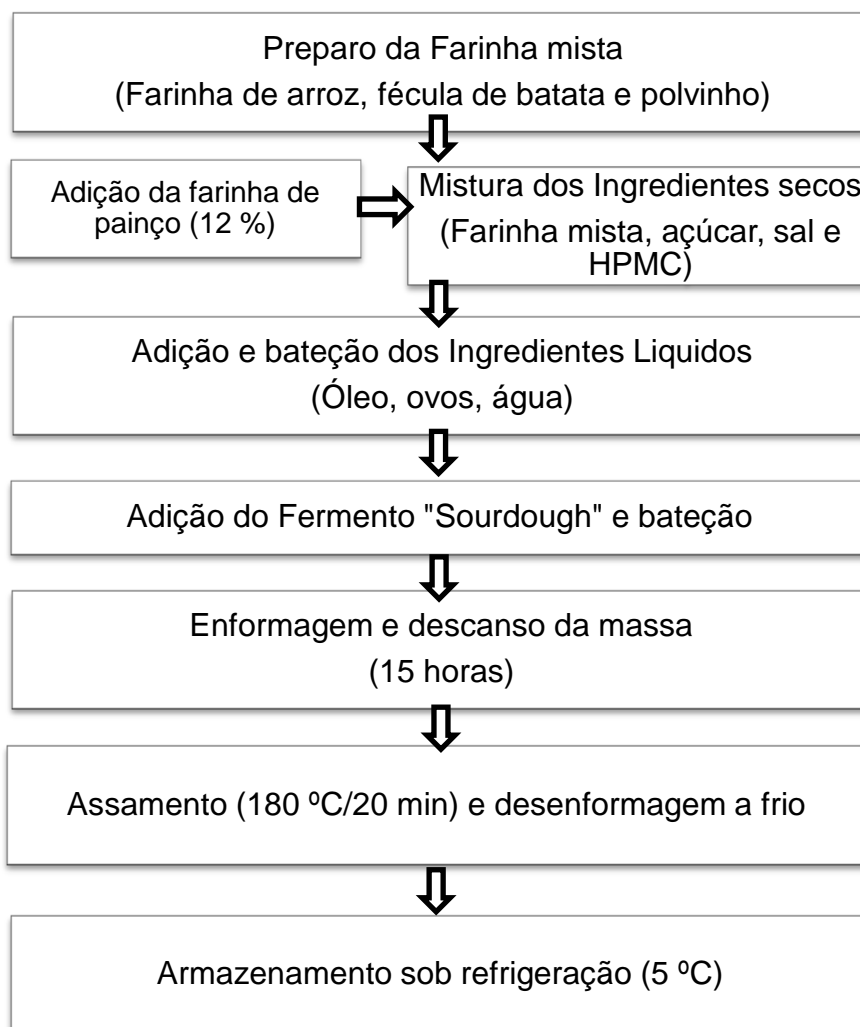
** Cálculo dos ingredientes com base no peso da farinha mista (145 g)

Tabela 3. Percentual e concentração dos ingredientes utilizados na formulação dos pães elaborados com fermentação “sourdough”.

Ingredientes	Concentração (g)	Concentração (%)*
Açúcar	15	10,3
Sal	1,5	1
Óleo de Girassol	18,75	12,9
Água	50	34,4
Ovos	50	34,4
Sourdough	100	68,9
HPMC	2,9	2

** Cálculo dos ingredientes com base no peso da farinha mista (145 g)

Primeiramente os ingredientes foram separados e pesados em balança semi-analítica, sendo que a farinha mista era constituída pela farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce, foram acondicionadas em um recipiente plástico e homogeneizadas até observar-se uma mistura única. Na sequência, foram misturados manualmente os ingredientes secos, a citar: farinha de painço, açúcar, sal e HPMC por um período de 30 segundos. Após, adicionou-se os ingredientes líquidos (ovos, óleo, água) os quais foram homogeneizados em batedeira, em velocidade baixa por 30 segundos e logo após foi adicionado o fermento “sourdough”, aumentou-se para velocidade 5 de bateção até a obtenção de uma massa de estrutura lisa (1 minutos). A massa foi então acondicionada em formas e deixada por aproximadamente 15 horas a temperatura de 29 °C para a fermentação principal e após o crescimento foi levada ao forno pré-aquecido por 20 minutos a temperatura de 180 °C. Ao termino desta etapa os pães foram desenformados a frio e deixados em repouso por 1 hora, sendo empacotados para o armazenamento, como pode ser observado através do Fluxograma 1.



Fluxograma 1 – Etapas do desenvolvimento das formulações dos pães com fermentação “sourdough”.

5.2.4 Avaliação das características reológicas dos pães sourdough sem glúten e adicionados de farinha de painço

5.2.4.1 Granulometria

A granulometria da farinha de painço foi determinada através do agitador de peneiras eletromagnético. Utilizou-se um jogo de peneiras, as quais tinham abertura de 250, 180, 150 e 60 mesh.

5.2.4.2 Firmeza

A análise de Firmeza realizou-se 1 dia após o processamento com fatias (25 mm de espessura) da região central dos pães, em texturômetro TA. XT2i (Stable Micro Systems, UK). “Colocou-se cada fatia sobre a base sendo comprimiu-se com o probe TA-3 1” *acrylic cylinder*. O aparelho foi ajustado para dupla compressão, *cycle until count; pretest speed 2,0 mm/s; test speed 1,7 mm/s; posttest speed 10,0 mm/s; distance 6,2 mm, trigger type auto; force 10 g; acquisition 200 pps*. Para prevenir o ressecamento, as amostras foram mantidas na embalagem até a hora do ensaio. O parâmetro de análise foi a firmeza (dureza) (FIK e SURÓWKA, 2002; ALVAREZ; CANET; LÓPEZ, 2002; ESTELLER; AMARAL; LANNES, 2004; ESTELLER; PITOMBO; LANNES, 2005; AMERICAN INSTITUTE OF BAKING, 2015).

5.2.4.3 Volume Específico do Pão

O volume do pão foi analisado após assado e foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço. Nesse método, o volume

específico é calculado como o volume para peso proporção (cm³/g) (ROSALES JUÁREZ et al., 2008).

$$\text{Volume específico} = \frac{\text{volume do pão (cm}^3\text{)}}{\text{peso do pão (g)}}$$

5.2.4.4 Análise da Cor

A avaliação da cor é um parâmetro crítico em produtos forneados. Pães com crosta muito clara ou muito escura estão associados a falhas no processamento. No Sistema CIELAB, os valores para claro e escuro são representados pelo L, o vermelho é representado +a, o verde por -a, amarelo por +b e azul por -b, em um plano cartesiano (GIESE, 2000, HUTCHINGS, 1999).

5.2.4.5 Atividade de água

O teor de água livre foi determinado de acordo com o manual do equipamento aqualab® o qual tem como princípio a condensação da água em superfície espelhada e fria e detecção por sensor infravermelho. Esta análise foi realizada no miolo dos pães 1 dia após seu processamento.

5.2.4.6 Análise físico-química de formulações selecionadas

A partir do planejamento fatorial completo, as formulações que apresentaram desempenho satisfatório, foram selecionadas para avaliação das características físico-químicas.

5.2.4.7 Análise de umidade

Para a análise de umidade, o pão foi triturado e homogeneizado (casca + miolo) pesando 5 g da amostra em um recipiente. Os conjuntos (triplicata) foram colocados em estufa a 105 °C por três horas.

Após desidratação, foram mantidos em um dessecador contendo sílica-gel até atingir a temperatura ambiente e pesados. O procedimento de secagem e pesagem foi repetido até se obter um valor constante para cada amostra analisada; o teor de umidade foi calculado pela diferença entre o peso inicial e final das amostras e expresso em porcentagem (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

5.2.4.8 Proteínas

As proteínas foram determinadas por nitrogênio total pelo método de Kjeldahl nº 46-13 AOAC (2005).

5.2.4.9 Carboidratos

O teor de carboidratos totais foi obtido por diferença conforme abaixo:
 $\%c \text{ Carb} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteína bruta} + \% \text{ lipídios totais}).$

5.2.4.10 Lipídeos

O teor de lipídios foi determinado pelo método Soxhlet, conforme método oficial nº 920.39C da AOAC (1997).

5.2.4.11 Cinzas

O método empregado foi o de incineração em mufla. As amostras foram colocadas em um cadinho de porcelana com a massa previamente determinada, e adicionada na mufla ($550\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) até que toda matéria orgânica fosse queimada AOAC (1997).

5.2.4.12 Análise Estatística

As análises foram realizadas em triplicatas e os dados obtidos foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e Teste de Tukey, ao nível de significância de 5%, com auxílio do *software* Statistica 13.0.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PH E ACIDEZ (ATT)

O efeito dos micro-organismos, utilizados para a fermentação “sourdough” sobre os valores do pH e da acidez total titulável (ATT), foi monitorado durante o tempo total da fermentação. Com o passar dos dias houve redução dos valores de pH medido e um aumento da acidez.

Através das Tabelas 4 e 5, nota-se no ultimo dia de fermentação uma variação do pH em 3,75-3,83; e o ATT entre 13,55-17,39 mL de NaOH 0,1 N/100 g, valores semelhantes aos encontrados no estudo do “sourdough” de Paramithiotis (2010) onde a variação do para o pH foi de 3,56-3,71; e de ATT foi de 14,5-19,3 mL de NaOH 0,1 N/100 g.

Do 2º até o ultimo dia de fermentação obteve-se uma variação de ATT entre os valores 12,9-17,39 mL, valores diferentes de Axel et. al. (2014) que fez um estudo para “sourdough” com farinha de quinoa que identificou após o 2º dia, valores para o ATT entre 14,3-35,7 mL.

A acidez total titulável também é afetada pelas taxas de adição de culturas *starter* de bactérias ácido lácticas em pães tipo “sourdough”. Os tempos de fermentação e a presença de outros metabólicos ou uma relação sinérgica entre as leveduras e as bactérias ácido lácticas presentes no fermento natural podem estar influenciando essas alterações na acidez (CLARKE, 2003).

Tabela 4. Resultados da análise Acidez Total Titulável (ATT) de NaOH 0,1 N / 100 g durante a fermentação “sourdough” nas diferentes misturas armazenado a temperatura de 28°C.

	DIA 0	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
1	1,23±0,11	7,05±0,38	12,31±0,1	13,92±0,22	13,97±0,26	13,84±0,39
2	1,23±0,12	8,29±0,43	13,16±0,22	13,62±0,85	12,85±0,06	13,55±0,1
3	1,3±0,01	8,7±1,23	13,09±0,05	14,76±0,17	14,53±0,34	14,52±0,09
4	1,22±0,11	10,48±0,38	12,93±0,51	14,35±0,07	14,58±0,46	13,95±0,28
5	1,35±0,13	9,09±0,34	13,34±0,14	14,21±0,07	14±0,11	13,34±0,73
6	1,29±0,02	9,05±0,34	13,41±0,23	14,29±0,48	16,35±0,19	17,39±0,25

Resultado expresso como Média ± desvio padrão das análises em triplicata. Acidez Total Titulável (mL).

Um estudo feito por Stefanello (2014) mostra que a variação do pH observada durante o período de elaboração do sourdough causou uma redução significativa ($p < 0,05$) logo nos primeiros quatro dias seguido de uma estabilização a partir do sexto dia, sendo que o estudo seguiu até o décimo quarto dia.

Do 2º até o último dia de fermentação obteve-se uma variação de pH entre 3,81-3,87, valores semelhantes ao de Axel et. al. (2014) que fez um estudo para “sourdough” com farinha de quinoa que identificou após o 2º dia, valores para pH entre 3,8-3,9.

Na maioria dos trabalhos que são realizados com pães “sourdough” é mencionado a redução do pH como responsável pelas mudanças tecnológicas da massa, nutricionais e de conservação do pão (CLARKE; SCHOBBER; ARENDT, 2002; KOMLENIC et al., 2010).

Tabela 5. Resultados da análise de pH durante a fermentação “sourdough” nas diferentes misturas.

	DIA 0	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
1	7,00±0,50	4,08±0,04	3,82±0,01	3,76±0,005	3,78±0,01	3,75±0,03
2	6,71±0,005	4,03±0,01	3,81±0,02	3,81±0,01	3,84±0,005	3,79±0,02
3	6,7±0,04	3,94±0,01	3,83±0,00	3,80±0,005	3,80±0,01	3,77±0,01
4	6,73±0,01	3,92±0,01	3,82±0,005	3,80±0,005	3,79±0,005	3,82±0,005
5	6,74±0,05	3,99±0,005	3,84±0,005	3,78±0,01	3,80±0,00	3,82±0,005
6	6,76±0,03	4,02±0,01	3,84±0,00	3,80±0,01	3,76±0,005	3,75±0,01

Resultado expresso como Média ± desvio padrão das análises em triplicata.

6.2 GRANULOMETRIA DO PAINÇO

Quanto à granulometria, observou-se que a farinha de painço apresentou 95 % retida na peneira de 60 mesh (250 µm), ou seja, constituíram-se predominantemente de partículas médias. Entretanto, para a farinha de trigo, segundo a Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005, 95 % do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 µm (BRASIL, 2005). Dessa forma, a granulometria apresentada em um comparativo com a farinha de trigo encontrou-se um pouco maior do que a recomendada.

6.3 FIRMEZA DOS PÃES

Durante a fermentação “sourdough”, sabe-se que as bactérias lácticas produzem uma série de metabólitos, os quais podem ter um efeito positivo sobre a textura, retardando o endurecimento do pão, como: ácidos orgânicos, exopolissacarídeos (EPS) e/ou enzimas. Os ácidos orgânicos afetam as frações de proteínas e amido da farinha. E, além disso, a queda do pH associada com a produção de ácido causa um aumento na atividade de proteases e amilases da farinha, conduzindo assim a uma redução no endurecimento (ARENDR, RYAN, DAL BELLO, 2007).

Tabela 6. Resultados da análise de Firmeza dos pães.

	Firmeza (g)
1	2175,11±380,27 ^b
2	2265,32±634,61 ^b
3	2863,28±612,08 ^b
4	3152,36±10,34 ^b
5	2693,52±323,06 ^b
6	2713,06±203,74 ^b
7*	4357,02±155,13 ^a

Resultado expresso como Média \pm desvio padrão das análises em triplicata. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey em nível de 5 % de confiança.

* Formulação controle.

Como mostra a Tabela 6, a firmeza do miolo dos pães com fermentação “soudough” adicionado de farinha de painço variou de 2.175,11 a 3.152,36 g e não houve diferença estatística entre eles, diferente da formulação controle, que foi de 4.357,02 g e se diferenciou estatisticamente das outras amostras. No entanto, a análise de efeitos das variáveis X1 e X2 não mostrou significância estatística ($p < 0,05$) sobre este parâmetro. Logo, a variação da concentração dos microrganismos não alterou a textura do pão. Este resultado é satisfatório se a intenção for manter a textura do produto mesmo alterando a sua composição, com a fermentação natural se obteve pães com uma maior maciez em relação a formulação controle. Mannuramath, Yenagi e Orsat (2015) que apresentaram um estudo com incorporação do painço em pães, obtiveram valores semelhantes a firmeza, que foi de 2.642,85 g para pães com 10 % de painço.

6.4 VOLUME ESPECÍFICO E COR

O volume específico do pão depende, à princípio, de dois fatores: da quantidade de gás produzido e da capacidade de retenção do gás no sistema de massa (CLARKE, 2003). A tecnologia aplicada a massa e o tipo de cultura “starter” acarretam efeitos diferentes sobre a produção global de gás, assim as propriedades específicas da cultura inicial devem ser consideradas (HAMMES; GANZLE, 1998).

É comum que pães sem glúten apresentem dificuldades no desenvolvimento da massa, isso pelo fato de não conterem a rede de glúten que garante a expansão a partir do aprisionamento do gás formado pela fermentação, e quando são adicionados de farinhas ricas em fibra, onde as mesmas não apresentam qualidade para a panificação podem apresentar volumes ainda mais reduzidos devido ao aumento da resistência da massa frente às células de gás (MOREIRA, 2007; GILL et al., 2002; VAN VLIET et al 1992).

A (Figura 3A) mostra os pães com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço, antes do assamento, através das formas é possível observar o quanto cada uma das formulações cresceu após aproximadamente 15 horas de fermentação, e na (Figura 3B) visualiza-se a mesma após o assamento.

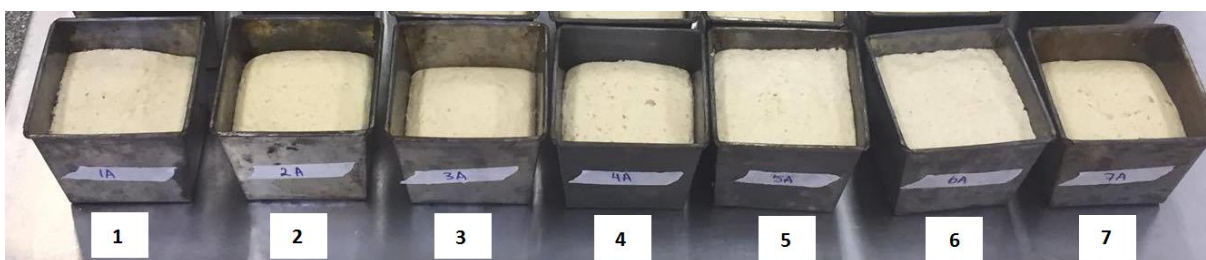


Figura 3A – Pães com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço após aproximadamente 15 horas de fermentação, antes do assamento.
Fonte: Autoria Própria (2016)

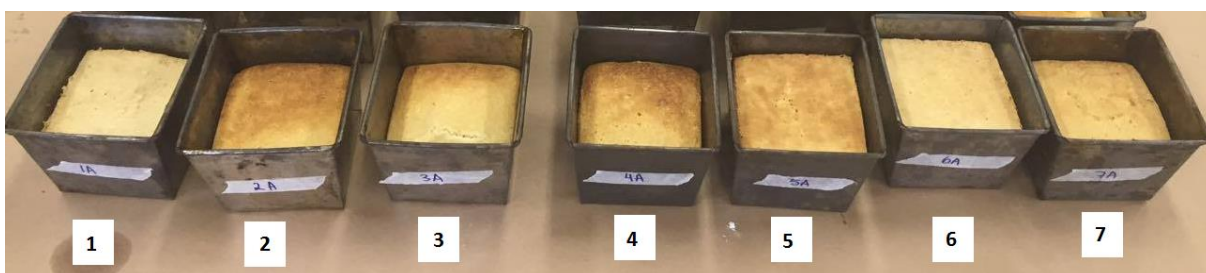


Figura 3B – Pães com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço após o assamento.
Fonte: Autoria Própria (2016)

Os resultados do volume específico encontrados para os pães (Tabela 7), apresentaram diferença significativa entre si mostrando que as diferentes concentrações de microrganismos e a adição de farinha de painço nos pães

influenciaram para este parâmetro, na qual a formulação 5 se mostrou estatisticamente superior. Neste estudo, o volume específico dos pães “sourdough” adicionado de farinha de painço apresentaram resultados de 1,72 - 2,14 mL.g⁻¹, se mostraram semelhantes aos encontrados por Huerta (2015), onde o autor estudou a utilização de farinha de chia (*Salvia hispânica L.*) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura, e encontrou um volume específico que variou de 1,95 - 2,32 mL.g⁻¹. Já no estudo feito por Axel et al. (2014) onde utilizou “sourdough” e farinha de quinoa, os pães apresentaram um volume específico de 1,06 - 1,12 mL.g⁻¹, ou seja valores inferiores ao estudado. O motivo para esta diferença pode estar relacionado a farinha e a cultura “starter” bem como suas concentrações.

Tabela 7. Resultados da análise de cor e volume específico dos pães.

	Luminosidade L	Coordenadas cromaticidade		Volume específico (mL.g ⁻¹)
		a*	b*	
1	65,35±0,03 ^{bc}	-4,98±0,01 ^{ab}	20,15±0,45 ^b	1,95±0,1 ^{cde}
2	65,13±2,22 ^{bc}	-4,61±0,24 ^b	20,63±0,84 ^b	1,83±0,01 ^{ae}
3	67,45±0,95 ^{ac}	-4,74±0,13 ^{ab}	21,46±0,19 ^b	1,72±0,01 ^{bcd}
4	67,24±0,68 ^{ac}	-4,71±0,31 ^{ab}	20,18±0,14 ^b	1,89±0,05 ^{bc}
5	64,06±0,9 ^b	-4,5±0,30 ^a	20,05±0,13 ^b	2,14±0,005 ^a
6	65,7±0,36 ^{bc}	-5,02±0,06 ^{ab}	20,58±2,09 ^b	2,06±0,08 ^b
7*	69,02±0,77 ^a	-5,47±0,46 ^b	25,21±0,3 ^a	2,03±0,03 ^{de}

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão das análises em triplicata. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey em nível de 5 % de confiança.

* Formulação controle.

Os pães elaborados foram submetidos à análise de cor a fim de verificar se as diferentes concentrações de microrganismos do fermento e a adição de 12 % de farinha de painço interferiu na cor do produto. Os resultados estão dispostos na tabela 7.

Os parâmetros de cor L e a* das formulações de pães diferenciaram-se entre si significativamente, o mesmo não aconteceu com o parâmetro b* que apenas se diferenciou na formulação controle. A cor do miolo está diretamente relacionada

pelas características da farinha, assim como pela granulidade da massa, quanto mais fina mais brilhante será a cor (EL DASH et al., 1986, QUAGLIA, 1991; FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001).

Desta forma, o valor de luminosidade (L^*) encontrado para os pães está mais próximo a 100 e da coordenada a^* baixo de 0, indicando assim tendência para a cor branca e clara, enquanto a coordenada de cromaticidade b^* , tendendo a cor próxima ao amarelo.

Na formulação padrão não foi adicionado painço e o fermento utilizado foi o biológico, sendo assim acredita-se que a quantidade de painço colocado nas formulações tenha influenciado na cor em comparação com a formulação padrão, já que os ingredientes utilizados nas outras formulações foram os mesmos, exceto a concentração de microrganismos do fermento "sourdough".

Na (Figura 4) é possível visualizar o miolo dos pães após o assamento bem como a sua coloração.



Figura 4 – Fatias de pães com fermentação natural "sourdough" adicionado de farinha de painço e a formulação padrão.
Fonte: Autoria Própria (2016)

6.5 ATIVIDADE DE ÁGUA

Os teores de atividade de água encontrados neste estudo são superiores a 0,96, exceto ao da formulação controle que foi de 0,92, deve-se considerar que os pães sem glúten necessitam de maior quantidade de água para dar a consistência ideal à massa, no presente trabalho a quantidade de água adicionada foi de 34 % com relação à quantidade de farinha, autores citam que as farinhas de chia, arroz e soja possuem maior capacidade de retenção de água quando comparadas a farinha de trigo, requerendo assim maiores quantidades de água na elaboração de pães, acredita-se que a farinha de painço tenha influenciado na atividade de água, pois a formulação controle não teve adição da mesma e apresentou um valor consideravelmente menor que as demais que possuíram. Porém o alto conteúdo de água livre influencia também a vida de prateleira do produto, afetando a segurança e a estabilidade com relação ao crescimento microbiano, a velocidade das reações e as propriedades físicas do alimento (MOREIRA 2007; GARDA et al 2012).

Os resultados deste trabalho (Tabela 8) para atividade de água variou de 0,92 a 0,98 e se aproximam da faixa encontrada por Matos e Rosell (2012) que foi de 0,89 a 0,97, onde foi estudado a relação entre parâmetros instrumentais e características sensoriais em pães sem glúten.

Tabela 8. Resultados da análise de Atividade de Água.

	Aw
1	0,981±0,002 ^a
2	0,965±0,001 ^d
3	0,967±0,002 ^{cd}
4	0,9650±0008 ^d
5	0,969±0,005 ^{cd}
6	0,974±0,002 ^{bc}
7*	0,926±0,00001 ^b

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão das análises em triplicata. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey em nível de 5 % de confiança ($p \leq 0,05$). * Formulação controle.

6.6 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DAS FORMULAÇÕES SELECIONADAS

A partir do planejamento fatorial completo, as formulações que apresentaram desempenho reológica satisfatório foram as formulações 1, 2 e 5, na qual as formulações 1 e 2 apresentaram melhores resultados em relação a firmeza e a formulação 5 apresentou melhor volume específico, portanto, foram selecionadas para avaliação das características físico-químicas.

Tabela 8. Resultados das análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos.

	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
1	36,65±0,24 ^a	2,13±0,37 ^a	5,77±0,00 ^a	8,29±0,04 ^b	49,28±0,28 ^b
2	35,56±0,03 ^b	2,55±0,8 ^a	5,42±0,27 ^{ab}	8,47±0,13 ^b	50,53±0,44 ^a
5	36,27±0,5 ^b	2,1±0,19 ^a	5,12±0,23 ^b	8,88±0,13 ^a	49,72±0,12 ^b

Resultados expressos como Média ± Desvio padrão das análises em triplicata. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey em nível de 5 % de confiança ($p \leq 0,05$).

Carboidratos obtidos por diferença.

Por motivo de não existir um referencial de umidade para pão sem glúten na legislação brasileira foi utilizada a RDC n.º 90, já revogada. Onde o valor de umidade registrado para o pão com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço e isento de glúten está de acordo com o valor recomendado que estabelece teor máximo de 38 % (BRASIL, 2000). A umidade do pão é um indicador de qualidade, pois a mesma pode impactar sobre as propriedades sensoriais, físicas e microbianas do produto (HATHORN, 2008).

Torrieri et al. (2014) relataram que a cada 20-30g de conteúdo de “sourdough” adicionado para cada 100g de massa causou um aumento no teor de umidade de 2-25 %, dependendo do tipo de cultura *starter* usado. Um fator que pode ter influenciado para que isso não ter acontecido foi a adição do painço que possui fibras com maior capacidade de absorção de água, o que resulta em menor teor de água livre.

O teor de cinzas encontrado foi semelhante em todas as formulações não havendo diferença estatística. Os valores encontrados confirmam que as formulações possuem alto conteúdo de minerais, isso se dá pelo fato do pão conter em sua formulação painço que é rico em minerais, o mesmo pode conter de 156-230mg % de fósforo, 78-140mg % de magnésio, 8-20mg % de cálcio, 0.8-5.2mg % de ferro e 1.4-2.6mg % de zinco (DENDY 1995; FAO 1995; KALINOVÁ 2002).

O teor de proteína variou de 5,12 à 5,77 %. Este valor pode estar associado a quantidade de ovos e da farinha de painço. A qualidade da proteína do painço é maior do que no milho, trigo, centeio, cevada e aveia (VELISEK 1999; KALINOVA E MOUDRÝ 2006). O índice de aminoácido essencial presente é comparado com o da proteína de ovo ou proteína de leite (KALINOVÁ, 2007).

Os lipídios do painço podem conter de 86 a 89 % de ácidos insaturados e poli-insaturados constituindo cerca de 42 % de ácidos insaturados (BECKER, 1994). Lipídeos poli-insaturados (especialmente ácido linoleico) desempenham um papel importante no metabolismo do colesterol. Os principais ácidos graxos do painço são linolênico (38,4-66,68 %) oléico (21,4-22,7 %) e palmítico (6,61-11,3 %) (LORENZ; HWANG 1986; DENDY 1995). Através do presente estudo foi possível observar que não houve diferença significativa entre as amostras 1 e 2, porém a 5 se mostrou diferente. Segundo Karuppasamy et al. (2013) encontrou um teor de lipídeos que variou de 3,73-3,75 % resultados abaixo do encontrado neste estudo que variou de 8,29-8,88 %.

Os carboidratos presentes nas formulações apresentaram diferença estatística significativa nas amostras 1 e 5 em relação a 2. Em um estudo feito por Juliana Nadal (2013) com pão sem glúten tipo francês apresentou valores de 47,30-48,79% aproximados com os obtidos para o pão deste estudo que variou de 49,72-50,53%.

Para uma melhor comparação foi adquirido um pão sem glúten (Figura 5) contendo ingredientes como: Amido (milho, batata, mandioca), farinha de soja, gordura de palma, glicose em pó, açúcar, sal, espessantes goma xantana e goma guar, conservante propionato de cálcio e emulsificante estearoil-2-lactil lactato de sódio comercializado em mercado local, e notou-se que os carboidratos dos pães feitos com fermentação natural "sourdough" e adicionado farinha de painço

obtiveram uma variação de 49,28-50,53 %, semelhantes ao do pão comercializado que foi de 50 %. Já as proteínas do presente trabalho apresentaram um valor superior que foi uma variação de 5,12-5,77 % enquanto do pão comercial apresentou 4 %, o mesmo aconteceu com as gorduras, que neste trabalho apresentou uma variação de 8,25- 8,88 % enquanto no pão comercial apresentou 5,6 %.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 50g (3 fatias em média)		
Quantidade por porção		%VD*
Valor energético	133 kcal = 559 kJ	7%
Carboidratos	25g	8%
Proteínas	2,0g	3%
Gorduras totais	2,8g	5%
Gorduras saturadas	0,9g	4%
Gorduras trans	0g	-
Fibra alimentar	1,2g	5%
Sódio	296mg	12%

*% Valores diários com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Figura 5 – Informação nutricional de pão sem glúten
Fonte: Autoria Própria (2016)

7 CONCLUSÃO

Conclui-se com esta pesquisa que pães com fermentação natural “sourdough” adicionado de farinha de painço apresentaram melhores teores de proteínas e lipídeos quando comparados com pão comercializado em mercado local, o processo de fermentação natural resultou em pães macios em relação ao pão com fermentação biológica.

Os pães podem ser fortes aliados na alimentação dos celíacos devido às suas propriedades nutricionais, a fermentação natural contém microrganismos probióticos que contribuem para a melhoria da microflora intestinal permitindo uma melhor absorção de minerais, no qual o painço é rico.

Embora não tenha sido avaliado no presente trabalho há a possibilidade que através do aumento na acidez em decorrência da fermentação haja influência para que microrganismos indesejáveis não se reproduzam e que a vida útil do produto seja prolongada.

Faz-se necessário uma maior divulgação sobre o painço para que sejam quebrados preconceitos com esse produto.

8 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

- Análise microbiológica segundo a Resolução RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001, que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos (Brasil, 2001).
- Analisar sensorialmente o pão a fim de avaliar os atributos como sabor e aceitação.

9 REFERÊNCIAS

- ACELBRA. **Associação dos celíacos do Brasil**. Disponível em <<http://www.acebra.org.br/2004/doencaceliaca.php>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- ALVAREZ, M.D., CANET, W., LÓPEZ, M.E. Influence of deformation rate and degree of compression on textural parameters of potato and apple tissues in texture profile analysis. **European Food Research and Technology**, v.215, n. 1, p.13-20, 2002.
- AMERICAN INSTITUTE OF BAKING. In: **White pan bread: firmness measurement of bread crumb by compression with a probe**. AIB, Manhattam, KS. Disponível em:<<http://www.aibonline.com.>> Acesso em: 20 out. 2015.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 16 ed., rev. 3 Gaitherburg: AOAC International, v.2, cap. 32, p.1-43, 1997.
- ARENDRT, E. K.; RYAN, L. A. M.; DAL BELLO, F. **Impact of sourdough on the texture of bread**. **Food Microbiology**, v.24, n.2, p.165-174, 2007.
- ARENDRT, E.K.; MORONI, A.; ZANNINI, E. Medical nutrition therapy: use of sourdough lactic acid bacteria as a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread, **Microbial Cell Factories**, v. 10 suppl 1, n. suppl 1, p.S15, 2011.
- AS PLANTAS MEDICINAIS. **Painço é dos mais Antigos Alimentos Conhecidos da Humanidade**. Disponível EM <<http://www.asplantasmedicinais.com/painco-panicum-miliaceum.html>>. Acesso em: 08 mai. 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland. 2005.
- AUGUSTO, A.P.; ALVES, D.C.; MANNARINO, I.C. **Terapia Nutricional**. São Paulo: Atheneu, 2002.
- AXEL C., ROCKER B., BROSNAN B., ZANNINI E., FUREY A., COFFEY A., ARENDRT E. K. **Application of Lactobacillus amylovorus DSM19280 in gluten-free sourdough bread to improve the microbial shelf life**. Food Microbiology Department of Biological Sciences, Cork Institute of Technology, Bishopstown, Cork, Ireland, 2014.

BARBOSA, F. H. F.; SILVA, A. M.; LIMA, L. P. J.; NICOLI, J. R. **O Gênero Bifidobacterium: Dominância à favor da vida.** Ciência Equatorial. Vol. 1. N° 2. 2011. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/cienciaequatorial/article/viewFile/561/v1n2FlavioB.pdf>>. Acesso em 27 de nov de 2015.

Becker HG, Buchweizen, Dinkel, Gerste, Hafer, Hirse und Reis- die Schal- und Spelzgetreide und ihre Bedeutung fur die Ernährung. *AID-Verbraucherdienst* **39**, 123-130, 1994.

BRASIL. RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 out. 2000. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/973c370047457a92874bd73fbc4c6735/RDC_90_2000.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 05 mai.2016.

BRASIL. RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 19 out. 2015.
BRASIL. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 8, 03 jun. 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Seção 1, n. 105, p. 91,2005.

CLARKE, C. I.; SCHOBER, T. J.; ARENDT, E. K. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties of wheat dough and on bread quality. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 79, n. 5, p. 640-647, 2002.

CLARKE, C. I. Use of response surface methodology to investigate the effects of processing conditions on sourdough wheat bread quality. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 217, p. 23-33, 2003.

DE LA BARCA, Gluten-free breads and cookies of raw popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65, n.3, p.241-246, 2010.

DENDY D. **Sorghum and Millets:** Chemistry and Technology, AACCC, St.Paul, Minesota, 406 pp, 1995.

EL DASH, A.A. **Fundamentos da tecnologia de panificação: tecnologia agroindustrial.** São Paulo: Secretaria da Indústria. Comércio, Ciência e Tecnologia e Tecnologia. 347p. 1986.

ESTELLER, M.S., AMARAL, R.L., LANNES, S.C.S. Effect of sugar and fat replacers on the texture of baked goods. **Journal of Texture Studies**, v. 35, p. 383-393, 2004.

ESTELLER, M.S., PITOMBO, R.N.M., LANNES, S.C.S. Effect of freeze-dried gluten addition on texture of hamburger buns. **Journal of Cereal Science**, v. 41, p. 19-21, 2005.

FAO. Sorghum and Millets in Human Nutrition, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome, 184 pp, 1995.

FERREIRA, S.M.R.; OLIVEIRA, P.V.; PRETTO, D. Parâmetros de Qualidade de Pão Francês. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba. 1:301-318, 2001.

FIK, M., SURÓWKA, K. Effect of prebaking and frozen storage on the sensory quality and instrumental texture of bread. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 82, p. 1268-1275, 2002.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Wheatless Bread**. Roma: FAO, 1989. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/t0207e/T0207E00.htm#Contents>> Acesso em: 16 nov. 2015.

GÄNZLE, M. G.; VERMEULEN, N.; VOGEL, R. F. Carbohydrate, peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough. **Food Microbiology**, London, v. 24, p. 128-138, 2007.

GARDA, M.R.; ALVAREZ, M.S.; LATTANZIO, M.B.; FERRARO C.; COLOMBO, M.E. Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino em la optimización de panificados libres de gluten. **Dieta**, Buenos Aires. v. 30, n. 240, p. 31-38. 2012.

GIESE, J. Color measurement in foods as a quality parameter. **Food Technology**, v. 54, n. 2, p. 62-63, 2000.

GILL, S.; VASANTHAN, T.; OORAIKUI, B.; ROSSNAGAL, B. Wheat Bread Quality as Influenced by the Substitution of Waxy and Regular Barley Flours in Their Native and Cooked Forms. **Journal of Cereal Science**, London, 2002.

GOLDIN, B.R. **Health beneficts of probiotics**. *Br. J. Nutr.*, London, v. 80, n. 4, p. S 203-207, 1998.

GOMES, A.M.P., MALCATA, F.X. **Agentes probióticos em alimentos: aspectos fisiológicos e terapêuticos, e aplicações tecnológicas**. *Bol. Biotecnol. Al.*, São Paulo, n. 64, p. 12-22, 1999.

GOPALAN C, RAMASASTRI BV, BALAUBRAMANIAN SC. **Nutritive value of Indian foods**. National Institute of Nutrition, ICMR, Hyderabad, 2010.

HAMMES, W. P.; GANZLE, M. G. Sourdough breads and related products. In: Wood, Brian J. B. (Ed.). **Microbiology of fermented foods**. 2nd ed. London: Blackie Academic & Professional, v. 1, p. 199–216, 1998.

HATHORN, C.S. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. **LWT – Food Science and Technology**, v.41, n.5, p.803-815, 2008.

HUERTA K. M., **Utilização de farinha de chia (*salvia hispânica L.*) na elaboração de pão sem glúten sem adição de goma e gordura**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

HUTCHINGS, J. B. **Food color and appearance**. Aspen Publishers, 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4ª ed., 1ª Ed. Digital, São Paulo: 2008.

ITAGI S, NAIK R, YENAGI N. **Versatile little millet therapeutic mix for diabetic and non diabetics**. Asian Journal of Food Science and Technology 4(10):p,33–35, 2013.

KALINOVÁ J. **Comparison of productivity and quality in common buckwheat and proso millet (in Czech)**. PhD Thesis, University of South Bohemia, Ceske Budejovice, 175 pp, 2002.

KALINOVA, J.; MOUDRY, J. Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.61, n.1, p.45-49, 2006.

KALINOVÁ J, **Nutritionally Important Components of Proso Millet(*Panicum miliaceum* L.)**, *Global Science Books*, p 91-100, 2007.

KARUPPASAMY.P., MALATHI.D., BANUMATHI, VARADHARAJU.N. ,K. SEETHARAMAN. **Evaluation of Quality Characteristics of bread from kodo, little and foxtail millets**. International Journal of Food and Nutritional Sciences. V.2, 2013

KATINA, K. Potential of sourdough for healthier cereal products. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 16, n. 1, p. 104-112, 2005.

KELLY, C. P.; FEIGHERY, C.; GALLAGHER, R. B.; WEIR, D. G. The diagnosis and treatment of gluten-sensitive enteropathy. **Advanced Internal Medicine**, v. 35, p. 341-364, 2004.

KOMLENIC, D. K. et al. **Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid**

addition. International Journal of Food Science and Technology, Oxford, v. 45, p. 1417–1425, 2010.

LAZARIDOU, A. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. **Journal of Food Engineering**, v.79, n.3, p.1033-1047, 2007.

LONNER, C.; PREVE-AKESSON, K. **Effect of LAB on the properties of sour dough bread**. Food Microbiology, London, v. 6, n. 1, p. 19-28, 1989.

LORENZ K., HWANG Y.S. **Lipids in proso millet (*Panicum miliaceum*) flours and brans**. *Cereal Chemistry* 63, 387-390, 1986.

MANNURAMATH M. YENAGI N. ORSAT V. **Quality evaluation of little millet (*Panicum miliare*) incorporated functional bread**. Journal of Food Science and Technology, 2015.

MATOS, M.I.S. Portugueses e experiências políticas: A luta e o pão: São Paulo 1870-1945. **História**, São Paulo, v. 28, n.1, p.415-443. 2009.

MATOS, M.E.; ROSELL, C.M. Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in gluten-free breads. **European Food Research and Technology**, v.235, n.1, p.107-117, 2012.

MELO, S.B.C.; FERNANDES, M.I.; PERES, L.C.; TRONCON, L.E.; GALVÃO, L.C. Prevalence and demographic characteristics of celiac disease among blood donors in Ribeirao Preto, State of Sao Paulo, Brazil. **Digestive Diseases and Sciences**, v. 51, n. 5, p.1020-1025, 2006.

MOREIRA, M. R. **Elaboração de pré-mistura para pão sem glúten para celíacos**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

NADAL, J. **Desenvolvimento e caracterização de pão sem glúten tipo francês**. 101 f. Dissertação (Mestrado Segurança Alimentar e Nutricional) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OBILANA, A. B. AND E. MANYASA. **Millet**s. In: **P. S. Belton and J. R. N. Taylor (Eds.). Pseudo cereals and less common cereals: Grain properties and utilization potential**. Springer-Verlag, New York, p. 177–217, 2002.

OMGE. Organização Mundial de Gastroenterologia. Guias práticos: **Probióticos e Prebióticos, 2011**. Disponível em <<http://www.worldgastroenterology.org/UserFiles/file/guidelines/probiotics-portuguese-2011.pdf>> Acesso em: 24 nov. 2015.

ORNELLAS LH. **Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos**. 7.ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2001. 330p.

PARAMITHIOTIS S, TSIASIOTOU S AND DROSINOS E H. **Comparative study of spontaneously fermented sourdoughs originating from two regions of Greece**: Peloponnesus and Thessaly. *Europe Food Research Technology*, 231:883–890, 2010.

PARK, J. AND M.H. FLOCH, **Prebiotics, probiotics, and dietary fiber in gastrointestinal disease**. *Gastroenterol Clin North Am*, 36(1): 47-63, 2007.

PEREIRA, Abigail V. **Caracterização e secagem de sementes de painço**. 2010. 96 f. (Dissertação em Engenharia Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

PLESSAS, S., Alexopoulos, A., Mantzourani, I., Koutinas, A. Voidarou, C., Stavropoulou, E., & Bezirtzoglou, E. **Application of novel starter culture for sourdough bread production**. *Anaerobe*, 17, p.486-489, 2011.

PRADEEP SR, GUHA M. **Effect of processing methods on the nutraceutical and antioxidant properties of little millet (*Panicum sumatrense*) extracts**. *Food Chem* 126:p.1643–1647, 2011.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Espanha: Acribia, 485 p. 1991.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. 1a. Ed. – Campinas, SP: Casa do Pão Editora, 2005.

ROSALES-JUÁREZ M, González-Mendoza B, López-Guel EC, Lozano-Bautista F, Chanona-Pérez J, Gutiérrez-López G, Farrera-Rebollo R, Georgina C-D **Changes on dough rheological characteristics and bread quality as a result of the addition of germinated and non-germinated soybean flour**. *Food Bioproc Technol* 1, p.152–160, 2008.

SDEPANIAN V. L.; MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. **Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária descrição original até os dias atuais**. *Arq. gastroenterol*, v. 36, n. 4, p. 244-57, 1999.

SDEPANIAN, V. L.; MORAIS, M. B.; NETO, U. F. Doença celíaca. *Nutr Pauta*, v. 51, p. 30-4, 2001.

SHAH, N.P. Functional foods from probiotics and prebiotics. *Food Technol.*, Chicago, v. 55, n. 11, p. 46-52, 2001.

- SOLLID, L.M.; KHOSLA, C. Future therapeutic options for celiac disease. *Nature Clinical Practice: Gastroenterology & Hepatology*, v. 2, n.3, p.140-147, 2005.
- STEFANELLO R. F., **Produção, liofilização e aplicação de fermento natural em pão tipo sourdough**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. p.160, 2014.
- STOLZ, P. Mikrobiologie des sauersteiges. In: SPICHER, G.; STEPHAN, H. (Ed.). **Handbuch sauersteig**: biologie, biochemie, technologie. 5th ed. Hamburg: Behr's Verlag, p. 35-60, 1999.
- TORRIERI E., PEPE O., VENTORINO V., MAIS P., CAVELLA S., **Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread**. *LWT - Food Science and Technology*, p. 508-516, 2014.
- VAN VLIET, T., JANSSEN, A. M., BLOKSMA, A. H.; WALSTRA, P. Strain hardening of dough as a requirement for gas retention. **Journal of Texture Studies**, 1992.
- VELISEK J., **Food Chemistry**, OSSIS, Tabor, p.328 (in Czech), 1999.
- VELÁZQUEZ, N. et al. **Using white sorghum flour for gluten-free breadmaking**. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 5434245711, n. ext 2602, p.1-7, 2011.
- VOGELMANN, S. A.; HERTEL, C. Impact of ecological factors on the stability of microbial associations ins sourdough fermentation. **Food microbiology**, v. 28, p. 583-589, 2011.
- YANG, X., Z. WAN, L. PERRY, H. LU, Q. WANG, C. HAO, J. LI, F. XIE, J. YU, T. CUI, T. WANG, M. LI AND Q. H. GE. **Early millet use in northern China**. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* p. 1–5, 2012.
- WRONKOWSKA, M.; TROSZYNSKA, A.; SORAL-SMIETANA, M.; WOLEJSZO, A. Effects of buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality of gluten-free bread. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, Olsztyn, v. 58, n. 2, p. 211-216, 2008.
- ZANCANELLA, E. F.; BONATTI, J. L.; MARTUCCI, L. M. V. Cultura do painço: informações práticas. Campinas: CATI, 4 p. Folheto, 2003.