

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

O PAPEL DA FORMULAÇÃO E DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO NO  
DESCONFORTO ABDOMINAL PROVOCADO PELO CONSUMO DE PÃO

Lívia Marchi de Melo

Porto Alegre

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
ENGENHARIA DE ALIMENTOS

O PAPEL DA FORMULAÇÃO E DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO NO  
DESCONFORTO ABDOMINAL PROVOCADO PELO CONSUMO DE PÃO

Lívia Marchi de Melo

Monografia apresentada ao curso de  
Engenharia de Alimentos da  
Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul para a obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos.

1ª Orientadora: Profª. Drª. Roberta  
Cruz Silveira Thys.

2ª Orientadora: Profª. Drª Viviani Ruffo  
de Oliveira.

Porto Alegre

2018

O PAPEL DA FORMULAÇÃO E DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO NO  
DESCONFORTO ABDOMINAL PROVOCADO PELO CONSUMO DE PÃO

Lívia Marchi de Melo

Aprovada em: 13/12/2018

Conceito Obtido: A

---

Roberta Cruz Silveira Thys

(1ª Orientadora)

Doutora em Engenharia Química

ICTA/UFRGS

---

Viviani Ruffo de Oliveira

(2ª Orientadora)

Doutora em Agronomia

FAMED/UFRGS

---

Jeverson Frazzon

Pós-Doutor em Bioquímica

ICTA/UFRGS

---

Paula Rossini Augusti

Doutora em Bioquímica

ICTA/UFRGS

## AGRADECIMENTOS

À minha mãe por tudo.

Aos amigos: Póti por ser incrível, por me ajudar a ser uma pessoa melhor e mais humana (e por me oferecer luz quando a CEEE falhou no dia 25/11/2018 e eu estava desesperada); Calane pelos melhores conselhos, por me ensinar a jogar sinuca e pelas cervejas; Paula pelo apoio, carinho e franqueza desses mais de 20 anos de amizade; Júlia, Camila, Natália, Luíza, Juba, Guilherme e William por não soltarem a minha mão quando tudo parecia dar errado.

Aos veteranos: Rosinha, Joana, João, Michele, Gustavo, Vanessa, Anahí, Nicole, Débora, Juliana, Letícia, Josué, Lucas e Dai pela parceria nos labs, pelo truco, pelas risadas, pelos pastéis, pelos cinemas e pela força ao longo do caminho.

Aos pesquisadores: Márcia, Lucéia, Niara, Jamile, Juliana, Elle e Carlos por todos os conhecimentos passados e me mostrarem a dor e a delícia de fazer pesquisa no Brasil. (Um agradecimento especial à Juliana por ter me apresentado ao mundo da dança, que trouxe leveza e alegria à minha vida).

Aos meus orientadores: Roberta e Viviani por aceitarem orientar este trabalho e por toda a paciência, carinho, conselhos e dedicação nessa etapa final; Erna (*in memoriam*) e Adriano pelos conselhos, pelo carinho, por acreditarem em mim e abrirem as portas dos seus laboratórios para que eu pudesse ser uma engenheira melhor.

Aos professores: Nilo, Rosane, Plinho, Fernanda e Aline pelos conhecimentos passados e por serem quem são.

Ao professor Vitor Manfroi e a CAPES por me proporcionarem a oportunidade de fazer um intercâmbio acadêmico que mudou a minha vida completamente.

À minha família francesa: Debs, Camila, Carol, Aninha, Pati, Ju, Matheus, Vanessa, Thiago, Melo, Sophie e Toinou. Sdds.

Às empresas Lejay Lagoute, Cream Sorvetes e Ritter Alimentos e a todos os seus colaboradores pelo enorme aprendizado. (Um agradecimento especial à Pati por todo auxílio e carinho nesse ano difícil e à Camila e à Lidi pelas risadas e pelo apoio no período mais crítico desse ano).

Aos colegas da minha turma de formandos: Martina, Raquel, Carol Heckler, Eliana, Carol Morais, Michelle, Carol Machado, Roberta, Gabriela, Alisson e Diego pela amizade, apoio e carinho. Aprendi muito com todos vocês. Vamo timeee!!!!

Aos anjos da minha vida: Lau, Taiti e Néri por me acolherem e por não me deixarem enlouquecer ao longo dessa jornada. Eu não teria conseguido sem vocês.

*“Tempus rerum imperator”*

*(Provérbio latino)*

## RESUMO

O pão é o produto feito, essencialmente, a partir de farinha de trigo, água, sal e fermento. A farinha de trigo é a única contém glúten, um aglomerado de proteínas com propriedades viscoelásticas que conferem volume adequado, maciez e estrutura à massa do pão. Este produto pode ser elaborado com dois tipos diferentes de fermento, o tradicional e o *levain*. Baseado em estudos recentes que afirmam que pessoas que possuem Síndrome do Intestino Irritável (SII) e Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC) não possuem desconforto abdominal ao consumir pães produzidos pelo método *levain* e em pesquisas que questionam a origem do desconforto ser provocada pelo glúten e trazem como possível causa os FODMAPs (*Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols*), foi produzido este trabalho, cujo objetivo foi elaborar uma revisão bibliográfica a respeito das doenças relacionadas ao consumo do glúten (Síndrome do Intestino Irritável (SII), Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC) e Doença Celíaca (DC)), falar sobre as dietas restritivas impostas aos indivíduos com estas enfermidades, comentar a influência dos ingredientes utilizados na formulação de pães, bem como, dos diferentes processos de produção de pão, a fim de compreender porque pessoas com Síndrome do Intestino Irritável (SII) e Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC) conseguem consumir pães *levain* sem ter desconforto abdominal. Os FODMAPs são carboidratos de cadeia curta que não são digeridos, por algumas pessoas, fermentam no intestino e causam desconforto abdominal. Em grande parte, estão relacionados a monômeros de frutose e a problemas na sua absorção. Foi feita a comparação dos métodos tradicionais de produção de pão (direto, indireto e mecânico) com o método *levain* e foi abordada a influência destes nas pessoas que relatam desconforto abdominal ao consumir pão. A utilização de diferentes matérias-primas na formulação afeta a quantidade de macro e micronutrientes dos pães, contudo, a influência do processamento se mostrou mais relevante em relação às características do pão produzido para pessoas com Síndrome do Intestino Irritável (SII) e Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC). Através da análise dos diferentes estudos concluiu-se que o tempo de fermentação e a composição da microbiota do fermento são os principais fatores envolvidos na hidrólise das proteínas e dos carboidratos e que o sal utilizado na formulação aumenta a coesão das cadeias do glúten. Com base nisso, sugeriu-se para pesquisas futuras, a

avaliação de pães produzidos com menores quantidades de sal, para que os microrganismos consigam romper as cadeias do glúten com maior facilidade, e com um fermento constituído de uma microbiota mais diversa para aumento do seu potencial biológico, com utilização de *Kluyveromyces marxianus* e *Saccharomyces cerevisiae*. Além disso, deve-se fazer uma pesquisa sobre a influência dos alimentos produzidos com grandes quantidades de glicose ingeridos em conjunto com o pão, pois há má absorção de frutose quando esta encontra-se em excesso de glicose no intestino.

Palavras chave: Pão, Glúten, FODMAPs, *Levain*, Síndrome do Intestino Irritável, Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca.

## ABSTRACT

The bread is made essentially from wheat flour, water, salt and yeast. Wheat flour is the only one that contains gluten, a cluster of proteins with viscoelastic properties giving suitable volume, softness and structure to bread dough. This product can be produced with two different types of yeast, traditional and sourdough. Based on recent studies who claim that people who have Irritable Bowel Syndrome (IBS) and Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) don't have abdominal discomfort when consuming breads produced by sourdough method and researches that question the origin of discomfort being caused by gluten and bring as possible cause the FODMAPs (Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols) was produced this research project, whose aim was to develop a literature review regarding the diseases related to the consumption of gluten (Irritable Bowel Syndrome (IBS), Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) and Celiac Disease (CD)), talk about restrictive diets imposed on individuals with these diseases, comment on the influence of the ingredients used in the formulation of breads, as well as the different production processes, in order to understand why people with the Irritable Bowel Syndrome (IBS) and Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) can consume sourdough breads without having abdominal discomfort. FODMAPs are short-chain carbohydrates that are not digested by some people, ferment in the gut and cause abdominal discomfort. In most cases, are related to fructose monomers and problems in its absorption. The traditional methods of bread production (direct, indirect and mechanical) were compared to the sourdough method and the influence of these on people who report abdominal discomfort when they eat bread was discussed. The use of different raw materials on formulation affects the amount of macro and micro-nutrients of the breads, however, the influence of processing proved to be more relevant in relation to the characteristics of the produced bread for people with the Irritable Bowel Syndrome (IBS) and Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS). Through the analysis of different studies was concluded that the time of fermentation and the different types of microorganisms of the yeast are the main factors involved in hydrolysis of proteins and carbohydrates and salt used in the formulation increases the cohesion of chains of gluten. Based on this, it was suggested for future research, the evaluation of breads produced with smaller amounts of salt, so that the microorganisms can hydrolyze the gluten chains with



greater ease, and with yeast constituted of a more diverse microbiota to increase its biological potential, using *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces cerevisiae*. In addition, a research should be done on the influence of foods produced with large amounts of glucose ingested together with bread, as there is malabsorption of fructose when it is in excess of glucose in the intestine.

Key words: Bread, Gluten, FODMAPs, Sourdough, Irritable Bowel Syndrome, Non-Celiac Gluten Sensitivity.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>Introdução .....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>Revisão Bibliográfica.....</b>	<b>12</b>
4.1.	Doenças Relacionadas ao Consumo de Glúten.....	12
4.1.1.	Doença Celíaca (DC).....	12
4.1.2.	Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC).....	12
4.1.3.	Síndrome do Intestino Irritável (SII) .....	13
4.2.	O Papel das Dietas nas Doenças Relacionadas ao Consumo de Glúten.....	14
4.2.1.	Dieta Low FODMAPS .....	17
4.3.	Pão.....	21
4.3.1.	Farinha de Trigo .....	21
4.3.2.	Água.....	24
4.3.3.	Sal .....	25
4.3.4.	Fermentos .....	25
4.4.	Métodos de Processamento de Pão .....	28
4.4.1.	Método Direto .....	28
4.4.2.	Método Indireto ou Esponja.....	29
4.4.3.	Método Mecânico ou <i>Chorleywood Bread Process</i> (CBP) .....	30
4.4.4.	Pão <i>Levain</i> ou de fermentação natural .....	31
4.4.4.1.	Pão Italiano ( <i>Pane di Altamura</i> ).....	31
4.4.4.2.	Pão Francês ( <i>Pain au levain</i> ) .....	31
<b>5.</b>	<b>Discussão .....</b>	<b>34</b>
<b>6.</b>	<b>Perspectivas Futuras .....</b>	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>Referências Bibliográficas .....</b>	<b>39</b>

## 1. Introdução

Os vestígios mais antigos encontrados sobre a produção de pão são provenientes do delta do Nilo, no Egito. O trigo e a cevada, considerados base da alimentação, eram triturados em almofariz de pedra, moídos em blocos de pedra inclinados, peneirados, secos ao sol e moídos novamente para serem transformados em farinha. Para que o pão fosse produzido, eram adicionados água e sal à farinha, o que resultava em uma mistura que era submetida a trabalho mecânico (amassamento) e cozida em pedras chatas colocadas sobre o fogo ou nas paredes internas de fornos. A partir de 1500 a.C., leveduras provenientes da fabricação da cerveja eram adicionadas à massa do pão (FLANDRIN & MONTANARI, 1998).

Atualmente, o que se conhece como pão é o resultado de aprimoramento técnico progressivo dos produtos fermentados a base de trigo ao longo de milhares de anos. Embora vários tipos de cereais, hortaliças e leguminosas possam ser transformados em farinha, o trigo é o único cereal com a capacidade de produzir uma massa glutinosa a partir da mistura inicial, devido às proteínas que o constituem (CAUVAIN, 2015).

Durante a sua produção, o pão adquire características sensoriais e físicas específicas, que estão relacionadas ao tipo de fermentação a qual este é submetido; tradicional, com uso de leveduras comerciais; ou natural. O fermento natural, também chamado de massa madre ou *levain*, é uma mistura de farinha de cereais composta por uma população heterogênea de bactérias lácticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea ou iniciada através da adição de cultura *starter* (DE VUYST & VANCANNEYT, 2007).

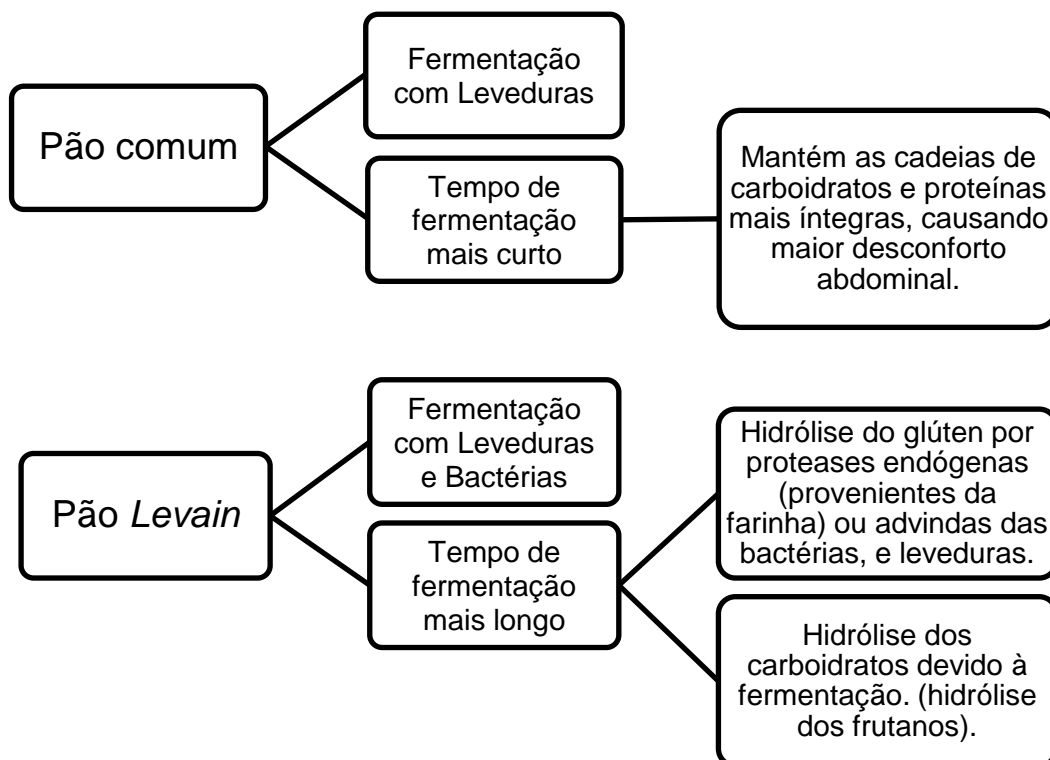
Este trabalho foi idealizado com intuito de entender os motivos pelos quais pessoas com desordens gastrointestinais conseguem consumir pães de fermentação natural com redução do desconforto abdominal (LOPONEN & GÄNZLE, 2018) e de descrever o processamento deste tipo de pão, pois há várias pesquisas recentes abordando este assunto e uma demanda crescente dos consumidores brasileiros por produtos dessa natureza (OLIVEIRA, 2018). O presente trabalho possui como base, pesquisas que relacionam doenças, como a Síndrome do Intestino Irritável (SII) e a Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC) com o consumo de pães elaborados por diferentes processos e procura esclarecer a

relação ao consumo de glúten e de FODMAPS (*Fermentable Oligosaccharides, Disaccharides, Monosaccharides and Polyols*) (UNICAMP, 2018) em indivíduos com essas patologias, a fim de contribuir para o desenvolvimento de produtos adequados a estes pacientes.

## 2. Justificativa

De acordo com Costabile et al. (2014), pessoas que possuem desordens gastrointestinais, como SII, afirmam que sentem desconforto abdominal quando consomem pães produzidos por fermentação tradicional, mas que notam redução deste sintoma quando fazem a ingesta de pães produzidos por fermentação natural (*levain*). Para tentar compreender o porquê isso ocorre, iniciou-se a pesquisa estabelecendo as diferenças entre os processamentos de pão comum e pão *levain*, como pode ser visto, a seguir, na Figura 1.

Figura 1. Principais aspectos relacionados ao processamento de pão comum e *levain*.



Fontes: Di Cagno et al. (2002) e Laatikainen et al. (2017)

De acordo com Di Cagno et al. (2002) e Laatikainen et al. (2017), no pão *levain*, ocorrem mais reações de hidrólise tanto do glúten quanto dos frutanos, em comparação ao pão comum. Devido a este fato, surgiu o questionamento acerca dos motivos que desencadeiam desordens gastrointestinais como SII e SGNC:

*“Seria o glúten o responsável por desencadear SII e SGNC ou, na realidade, as pessoas são sensíveis a frutanos, visto que o processamento efetua a hidrólise de ambos?”*

Alguns autores, como Biesiekierski et al. (2013), De Giorgio et al. (2016), Laatikainen et al. (2017) e Skodje et al. (2018) já levantaram essa questão, portanto, a discussão desse assunto tem se mostrado cada vez mais importante. Para a engenharia de alimentos, o interesse está em compreender melhor esta questão a fim de estabelecer as modificações necessárias a serem efetuadas no processo de produtos de panificação e, com isso, possibilitar a criação de alimentos adequados à população que tem desconfortos gastrointestinais ao consumir pães produzidos pelo método comum.

### 3. Objetivos

Objetivo Principal:

- Elaborar uma revisão bibliográfica que fale sobre a Síndrome do Intestino Irritável e a Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca, as dietas restritivas impostas a pessoas com estas enfermidades e os diferentes processos de elaboração de pães.

Objetivos Específicos:

- Discutir se os ingredientes utilizados na formulação de pão afetam, de forma maléfica, o sistema gastrointestinal dos consumidores.

- Discutir as diferenças entre os processos de elaboração dos pães comum e *levain* e se os diferentes produtos finais geram desconfortos no sistema gastrointestinal dos consumidores.
- Propor alterações no processamento, que possibilitem a produção de pães para pessoas que sentem desconforto abdominal ao consumir pão.

#### 4. Revisão Bibliográfica

##### 4.1. Doenças Relacionadas ao Consumo de Glúten

###### 4.1.1. Doença Celíaca (DC)

A doença celíaca (DC) ou intolerância ao glúten é uma enteropatia autoimune causada pela intolerância permanente ao glúten, em pessoas que possuem tendência genética, com graus variados de atrofia das vilosidades da mucosa intestinal, o que causa prejuízo na absorção de nutrientes (SILVA & FURLANETO, 2010). A DC atinge cerca de 1% da população mundial, segundo a OMS; no Brasil, faltam dados estatísticos, pois é uma doença de diagnóstico pouco preciso (EVARISTO, 2017), assim como a Síndrome do Intestino Irritável e a Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca.

Esta enfermidade pode ou não apresentar sintomas. No caso da DC assintomática ou silenciosa, as paredes do intestino delgado apresentam as características ligadas à doença, associada à ausência de sintomas. No caso da DC clássica, os principais sintomas são: diarreia, perda de peso, cólicas, náuseas, vômitos, fraqueza, anemia, osteoporose, queda do nível de crescimento, alterações hormonais queda de fertilidade e distensão abdominal por gases (ASSIS et al., 2012).

###### 4.1.2. Sensibilidade ao Glúten Não-Celíaca (SGNC)

A sensibilidade ao glúten não-celíaca (SGNC) é um distúrbio definido como uma reação ao glúten, no qual tanto os mecanismos gastrointestinais alergênicos quanto os autoimunes foram descartados (BARBARO et al., 2018).

Segundo Reig-Otero et al. (2018), a patogênese da SGNC permanece não elucidada e os sintomas são caracterizados como provenientes de desconfortos intestinais (diarreia ou constipação, plenitude pós-prandial, distensão e dor abdominal por gases) e manifestações extra intestinais (dor de cabeça, fadiga, depressão, dor muscular, dermatite e anemia).

#### 4.1.3. Síndrome do Intestino Irritável (SII)

A síndrome do intestino irritável é um distúrbio do sistema gastrointestinal que provoca dor e desconforto abdominal crônico. Está associado a alterações na frequência de evacuações e na mudança da aparência das fezes (MOLINA-INFANTE et al. 2015).

A dor ocorre por diversos motivos; nos casos de diarreia, relata-se dor por desconforto abdominal na forma de cólica, devido ao excesso de motilidade do intestino, mesmo após o seu esvaziamento e dor anal sob a forma de ardência; nos casos de constipação, há dor devido ao acúmulo de gases provocado pela motilidade intestinal deficitária e dor anal no momento da evacuação, devido à dificuldade em eliminar o material fecal ressecado ou endurecido. Nesses pacientes, o aparecimento de hemorroidas também pode estar presente (GIMENES & BOHM, 2010). Há também relatos de desconfortos não dolorosos como a sensação de inchaço abdominal e de evacuação incompleta que sugerem hipersensibilidade visceral como o problema fundamental (TILLISCH & MAYER, 2005).

A patogênese dessa doença ainda não foi elucidada seus sintomas são provocados por fatores biopsicossociais (CRUZ, 2016). O modelo biopsicossocial permite que a doença seja vista como um resultado da interação de mecanismos celulares, teciduais, interpessoais e ambientais. Assim, o estudo de qualquer doença deve incluir o indivíduo, seu corpo e seu ambiente circundante como componentes essenciais do sistema total. Os fatores psicossociais podem operar para facilitar, manter ou modificar o curso da doença, embora o seu peso relativo possa variar de doença para doença, de um indivíduo para outro e até mesmo entre dois episódios diferentes da mesma doença no mesmo indivíduo. Dessa forma, mostra-se cada vez mais a necessidade de incluir a análise da função na vida diária, produtividade,

desempenho de papéis sociais, a capacidade intelectual, estabilidade emocional e bem-estar como parte crucial da investigação clínica (FAVA & SONINO, 2008).

A SII é frequentemente categorizada em subtipos de acordo com o padrão intestinal predominante: forma diarreica (SII-D), forma constipada (SII-C), forma mista (SII-M), na qual os indivíduos alternam entre diarreia e constipação, e sem classificação (SII-NC), forma na qual a alteração na consistência das fezes é insuficiente para corresponder às formas citadas. Deve-se ter em atenção que esta classificação não é definitiva e os doentes podem mudar várias vezes de uma forma para outra (MEARIN, 2003; FURNARI et al., 2015; BASTOS, 2016).

#### 4.2. O Papel das Dietas nas Doenças Relacionadas ao Consumo de Glúten

O tratamento da doença celíaca ocorre através de uma dieta de exclusão do glúten da alimentação durante toda a vida, tanto para os indivíduos sintomáticos, quanto para os assintomáticos. A retirada do glúten leva progressivamente à diminuição dos sintomas e restauração das células da parede intestinal (ASSIS et al., 2012).

Embora se considere que a SII apresenta sintomas ligados a fatores biopsicossociais (CRUZ, 2016) aproximadamente, 2/3 dos pacientes relacionam seus sintomas gastrointestinais com a alimentação (BÖHN et al., 2013). Alguns estudos recentes conduziram experimentos com restrição alimentar e com dietas de eliminação, seguidas por reexposição alimentar para investigar o papel da dieta no tratamento da SII, o que confirma a importância das escolhas alimentares para pacientes com distúrbios gastrointestinais (AHMAD & AKBAR, 2015; BÖHN et al., 2015; EL-SALHY & GUNDERSEN, 2015; HAYES et al., 2014; COZMA-PETRUT et al., 2017; ONG et al., 2010).

No caso de SGNC, pesquisas mostram que a retirada de alimentos contendo glúten melhora os sintomas dos pacientes e que, ao reintroduzir o glúten, os sintomas retornam (PORCELLI et al., 2014; LIONETTI et al., 2015; ISASI et al., 2016).

O diagnóstico da SGNC é difícil de ser estabelecido e se sobrepõe ao da SII por semelhança na sintomatologia de desconfortos intestinais (MAKHARIA, 2015), contudo, Biesiekierski et al. (2013) afirmam que as reações desencadeadas em



indivíduos com SII estão relacionadas ao consumo de alimentos com glúten, lactose, proteínas do leite, e FODMAPs. Porém, alguns sintomas como dor de cabeça e confusão mental não aparecem em pacientes com SII e não são relacionados com intolerância à lactose ou aos FODMAPs (REIG-OTERO et al., 2018). Além disso, Gibson & Shepherd (2012) incluem também os inibidores da amilase-tripsina (ATIs) como desencadeadores de sintomas em pacientes com SGNC.

Portanto, modificações na dieta impactam diretamente a saúde de pessoas que possuem DC, SGNC e SII. Na Tabela 1, há uma relação dos grupos de alimentos que devem ser evitados por indivíduos com DC, SGNC e SII.

Tabela 1. Relação de Grupos Alimentares Percebidos como Desencadeadores de Sintomas Gastrointestinais em Indivíduos com SGNC, SII e DC.

	Alimentos Percebidos como Desencadeadores de Sintomas Gastrointestinais	Autores
Doença Celíaca (DC) e Sensibilidade ao Glúten Não Celíaca (SGNC)	Todos os alimentos que contém glúten, ou seja, elaborados com trigo, aveia, centeio, cevada e malte, ou que possuam traços.	ACELBRA, 2004; Molina-Infante et al., 2015.
Síndrome do Intestino Irritável (SII)	Cereais (especialmente pão e trigo); Alimentos condimentados; Vegetais (especialmente repolho, cebola e alho); Alimentos gordurosos e molhos; Proteínas animais (especialmente ovos e carne vermelha); Leite e seus derivados; Frutas; Álcool; Cafeína; Oleaginosas e sementes.	Hayes et al., 2014; Böhn et al., 2013.

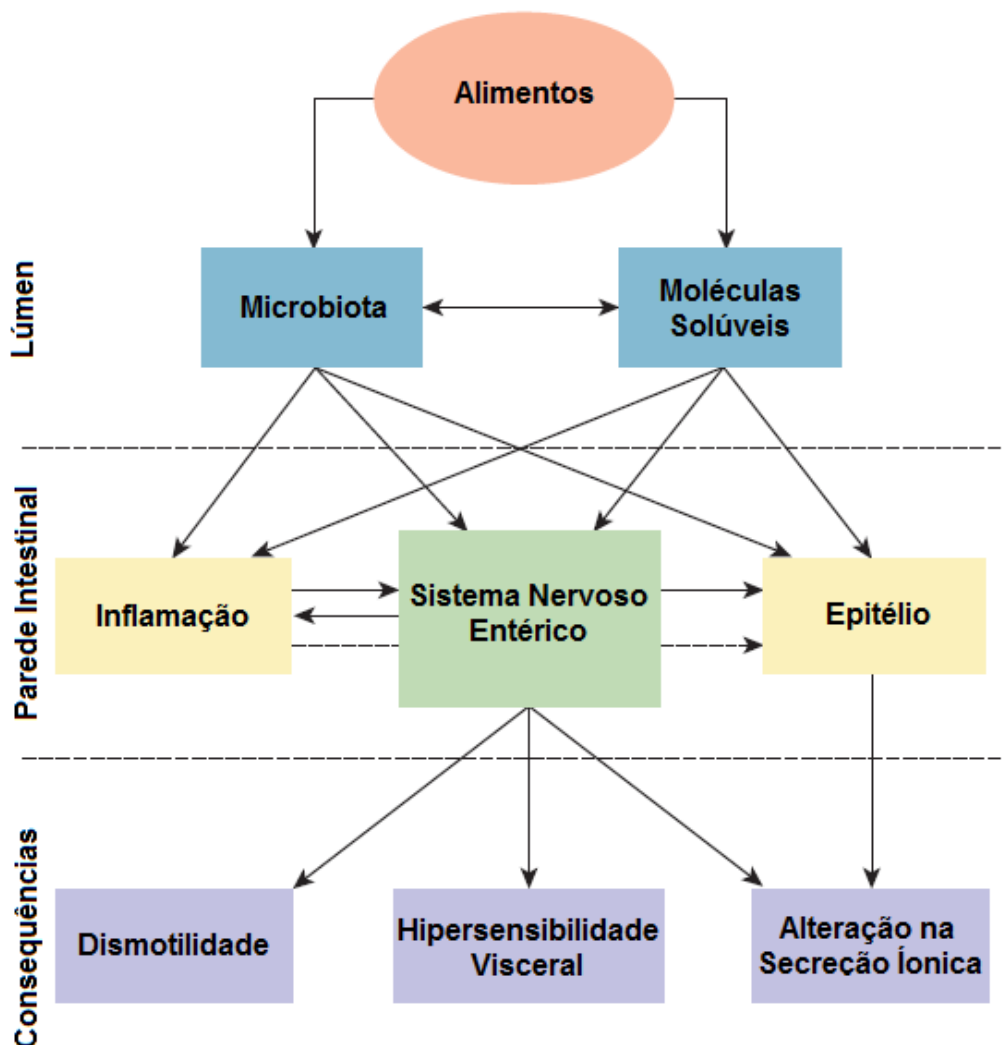
Os alimentos são uma importante fonte fisiológica de estímulos para o sistema nervoso entérico (SNE), principal responsável por múltiplas funções intestinais como secreção, motilidade, fluxo sanguíneo e crescimento da mucosa (GIBSON & SHEPHERD, 2012), pois as propriedades eletroquímicas do epitélio do trato gastrointestinal permitem a absorção e o movimento de nutrientes, bem como, proporcionam barreira física contra a entrada de agentes patogênicos, toxinas, antígenos e moléculas pró-inflamatórias, do lúmen intestinal para o espaço basolateral (NATIVIDAD & VERDU, 2013).

Ao se conhecer os componentes alimentares que estimulam o SNE, poderiam ser efetuadas modificações nas dietas para evitar distensão luminal ocasionada por estresse osmótico devido à presença física dos alimentos e/ou por eventos

secundários, como a produção de gás a partir da fermentação bacteriana. Além disso, a redução da exposição a determinados alimentos pode minimizar desencadeamento de sintomas como hipersensibilidade visceral e/ou respostas de motilidade anormais (GIBSON & SHEPHERD, 2012).

Os mecanismos envolvidos na origem dos sintomas gastrointestinais e a complexidade do potencial de interações são demonstrados na Figura 2.

Figura 2. Complexidade dos potenciais de interação entre componentes alimentares e a parede intestinal e os possíveis mecanismos que desencadeiam os sintomas.



Fonte: Adaptado de GIBSON & SHEPHERD (2012)

A manutenção da homeostase da barreira funcional intestinal é um processo corregulado por mediadores: células epiteliais, células do sistema imune, microbiota e sistema nervoso entérico (SNE). Portanto, a função de barreira ou permeabilidade

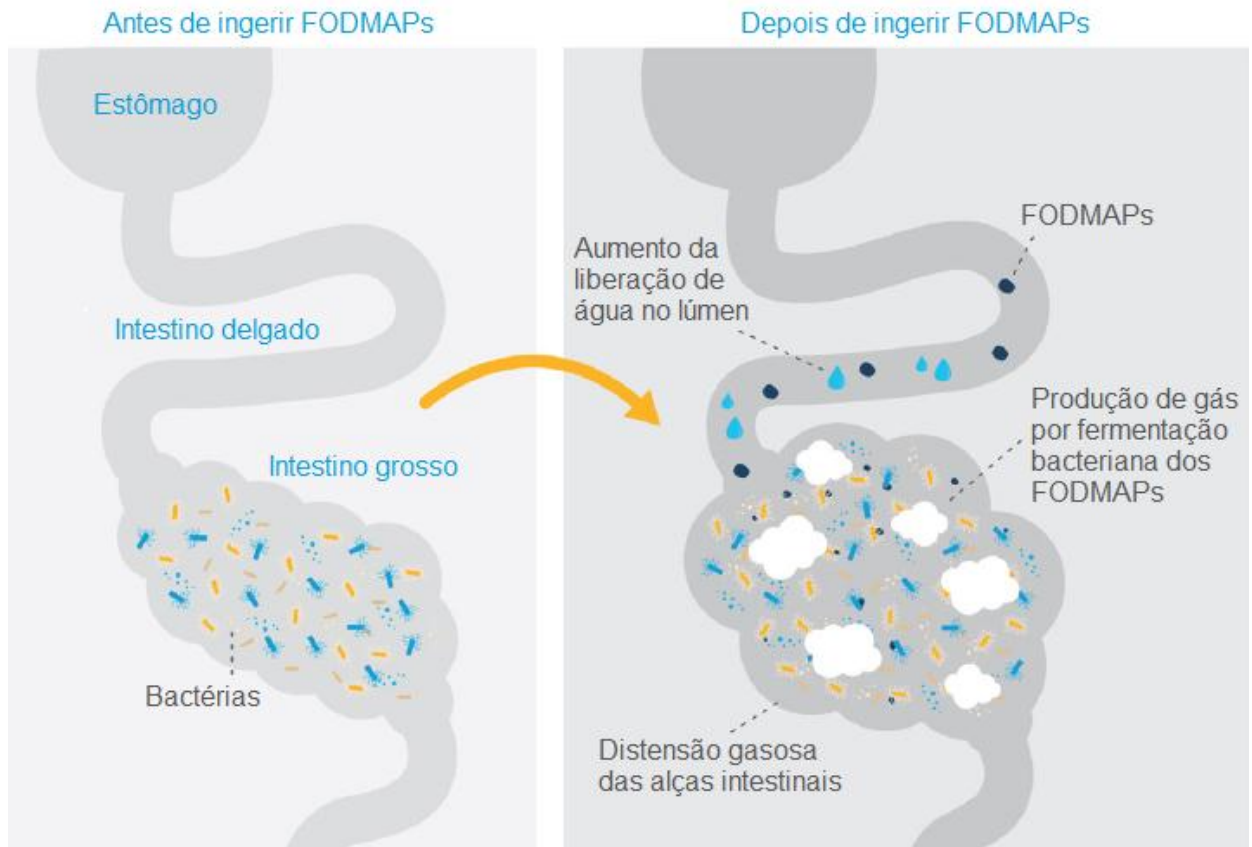
intestinal é um evento dinâmico e que responde a vários estímulos fisiológicos, patológicos e farmacológicos (PETERSON & ARTIS, 2014).

#### 4.2.1. Dieta Low FODMAPS

FODMAP é uma abreviação de oligossacarídeos, dissacarídeos, monossacarídeos e polióis fermentáveis, (UNICAMP, 2018). Os oligossacarídeos, que não são totalmente hidrolisados e os demais carboidratos de cadeia curta não são absorvidos no intestino delgado e, assim, fermentados pela microbiota do intestino grosso, o que pode irritar ou ferir o epitélio e prejudicar sua função de barreira (GIBSON & SHEPHERD, 2005).

Foi demonstrado que os FODMAPs são osmoticamente ativos no lúmen gastrointestinal, variando sua absorção (WILDER-SMITH et al., 2013; HALMOS et al., 2014; YAO et al., 2014). O mecanismo de ação desses compostos no organismo humano está representado na Figura 3.

Figura 3. Representação do Mecanismo de Ação dos FODMAPs em Indivíduos com SII.



Fonte: Adaptado de Muir et al. (2019).

Os FODMAPs chegam ao intestino delgado, são mal absorvidos e encontram a microbiota do intestino grosso. O estresse osmótico provocado pelos FODMAPs ocasiona aumento de retenção de água no lúmen dos intestinos delgado e grosso e, além disso, os FODMAPs servem de substrato para fermentação bacteriana no intestino grosso, que resulta em rápida formação de gás e consequente distensão abdominal (MUIR et al., 2019).

Os monossacarídeos são moléculas simples, não hidrolisáveis, consideradas açúcares redutores por apresentarem grupo carbonílico ou cetônico livre, capaz de ser oxidado na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas (BOBBIO & BOBBIO, 2005). Dentre os FODMAPs, o composto que apresenta maiores problemas é a frutose, um açúcar simples que não requer digestão. Contudo, esta molécula causa desconforto quando ela encontra-se na forma de frutose livre.

A frutose livre se refere a frações de frutose em excesso de glicose. Neste caso, quando a quantidade de glicose excede a de frutose, esta é lentamente absorvida ao longo de todo o intestino delgado e, portanto, exercerá um efeito osmótico, aumentando o volume de fluido em seu lúmen (GIBSON & SHEPHERD, 2012; GIBSON et al., 2007)

Os dissacarídeos são biomoléculas constituídas de duas subunidades de monossacarídeos unidas por uma ligação acetal. Por exemplo, a lactose é um dissacarídeo composto por duas unidades monoméricas, glicose e galactose. Quando há quantidade suficiente de lactase no organismo, há conversão do dissacarídeo em seus monômeros, mas quando há insuficiência de lactase, a molécula de lactose se mantém íntegra e pode ser considerada FODMAP. Esta insuficiência ocorre por fatores como genética, etnia e distúrbios intestinais (AROLA & TAMM, 1994; GIBSON & SHEPHERD, 2012).

Os oligossacarídeos são definidos como glicosídeos que contêm de três a dez unidades de monossacarídeos. Dentre eles, destacam-se os frutanos, os galactooligossacarídeos e os frutooligossacarídeos (MARCASON, 2012). De acordo com Skodje (2018) os frutanos parecem ser mais prováveis indutores de sintomas em indivíduos com SGNC, quando comparados aos sintomas de sensibilidade relatados pelo consumo de trigo, cevada e centeio.

Galactooligossacarídeos (GOS) são carboidratos formados por até sete unidades de galactose e uma glicose terminal, resistentes à ação das enzimas digestivas e, portanto, não digeríveis (LISBOA et al., 2012).

Frutooligossacarídeos (FOS) são oligômeros de frutose que são compostos de 1-kestose, nistose e frutofuranosil nistose, em que as unidades de frutose são ligadas na posição  $\beta$ -2,1 da sacarose, o que os distingue de outros oligômeros (PASSOS & PARK, 2003). Já os frutanos são carboidratos de reserva constituídos de uma ou mais (até 70) unidades de frutose, ligadas ou não a uma molécula terminal de sacarose. Podem apresentar uma estrutura linear ou ramificada, com moléculas unidas por ligações frutose-frutose do tipo  $\beta(2\rightarrow6)$ , vistas em frutanos do tipo levano, ou ligações  $\beta(2\rightarrow1)$ , encontradas em frutanos do tipo inulina (ROBERFROID & DELZENNE, 1998).

Os oligossacarídeos são incapazes de serem metabolizados, pois o organismo humano não possui enzimas para efetuar a hidrólise das cadeias. Dessa forma, eles não são absorvidos no intestino delgado e provocam as reações mostradas na Figura 3, em pacientes com SII. Embora esses compostos sejam de interesse industrial devido ao seu valor calórico reduzido, deve-se evitar a adição destes em alimentos processados (MARCASON, 2012).

Os polióis são produtos obtidos através da hidrogenação de açúcares. Fornecem baixo valor calórico, quando comparados à sacarose, visto que são absorvidos de forma lenta ou incompleta pelo intestino (RICHTER & LANNES, 2007).

Para solucionar este problema surge, como tratamento, uma dieta pobre em FODMAPs para pacientes com sintomas gastrointestinais funcionais, que consiste em substituir alimentos com alto teor de FODMAPs pelos de baixo teor, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Exemplos de alimentos com alto teor de FODMAPs e possíveis substitutos.

<b>Tipos de açúcar</b>	<b>Alimentos Altos em FODMAPs</b>	<b>Substitutos Baixos em FODMAPs</b>
Oligossacarídeos	Frutooligossacarídeos e Galactooligossacarídeos; Cereais: trigo, cevada, centeio e produtos feitos com esses cereais; Frutas: melancia, pêssego, caqui, nectarina e ameixa seca; Legumimosas: Feijão, ervilha e	Cereais: farinha e produtos sem trigo, quinoa, cereais e produtos sem glúten; Frutas: banana, limão, tangerina, laranja, kiwi, abacaxi, maracujá, uva e ruibarbo; Hortaliças: pimentas, feijão fradinho,

	soja; Hortaliças: cebola, beterraba, alho, alcachofra, alho-poró, e repolho.	couve-china, pepino, cenoura, aipo, berinjela, alface, batata, inhame, tomate e abobrinha.
Dissacarídeos	Lactose; Produtos lácteos: leite e iogurte de vaca e de cabra;	Produtos lácteos: sem lactose, extratos aquoso de amêndoas ou arroz, queijo feta e queijo cottage.
Monossacarídeos	Frutose (em excesso de glicose); Frutas: maçã, pêra, melancia, manga, cereja, amora e sucos de fruta provenientes de frutas com alto teor de frutose; Açúcares: xarope com elevado teor de frutose; Mel; Hortaliças: aspargo e ervilha torta.	Frutas: banana, uva, melão, melão, kiwis, limão, lima, tangerina, laranja e maracujá; Açúcares: xarope de ácer e melaço leve.
Polióis	Adoçantes: Sorbitol e manitol; Frutas: maçã, melancia, pêra, abacate, damasco, amora, ameixa seca, nectarina, pêssigo, ameixa; Hortaliças: batata doce, couve flor, cogumelos e ervilha torta.	Açúcares: xarope de ácer e sacarose; Frutas: banana, uva, melão, kiwi, limão, tangerina, laranja e maracujá.

Fonte: Adaptado de Nanayakkara et al., 2016

Na Tabela 2, pode-se notar que o pão produzido com farinha de trigo é um item crítico, pois possui glúten e alto teor de FODMAPs. Entretanto, pesquisas recentes mostram que pães produzidos com *levain* podem ser consumidos por indivíduos com SII (COSTABILE et al., 2014; LAATIKAINEN et al., 2017; LOPONEN & GÄNZLE, 2018; MENEZES et al., 2018, PIRKOLA et al., 2018) e que a fermentação com *levain* pode ser benéfica para produção de pães para celíacos e pessoas com SGNC, devido à proteólise efetuada pelas bactérias ácido lácticas (BAL) (RIZZELLO et al., 2007; POUTANEN et al., 2009; DI CAGNO et al., 2010; GRECO et al., 2011).

No entanto, a exclusão de alimentos proposta nesta dieta pode levar a problemas psicossociais pela dificuldade de socialização devido à restrição alimentar, visto que as escolhas alimentares são advindas de um contexto cultural e social e que a restrição pode ser fator impeditivo de socialização pela dificuldade de relacionar as escolhas alimentares ao ambiente em que o indivíduo se encontra (PEREIRA, 2003).

Além disso, pode haver diminuição da ingestão de fibras e modificação da microbiota intestinal pela mudança na alimentação, portanto, existem ressalvas sobre fazer a dieta Low FODMAPs por um longo prazo (DE GIORGIO et al., 2016).

#### 4.3. Pão

Segundo a RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, “Pães são produtos obtidos da farinha de trigo e ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação ou não e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (BRASIL, 2005). Os ingredientes essenciais para a produção de pão são: farinha de trigo, água, sal e fermento (MARTINBIANCO, 2011).

##### 4.3.1. Farinha de Trigo

A farinha é o ingrediente básico dos produtos de panificação, sua composição varia de acordo com o cereal do qual ela advém e com o tipo de moagem ao qual este foi submetido, além disso, os fatores climáticos e o tipo de solo onde o cereal foi cultivado também alteram a qualidade da farinha, o que se reflete em problemas relacionados à padronização dos produtos de panificação (SULTAN, 1990).

O trigo é o único cereal do qual se obtém um tipo de farinha que, quando misturada à água, é capaz de formar uma massa elástica, capaz de reter gás e resultar em uma estrutura esponjosa quando submetida à cocção (SCHOPMEYER, 1960).

Segundo Rocha (2014), o trigo possui 30 tipos geneticamente diferenciados, mas somente três são produzidos comercialmente: o *Aestivum vulgare*, responsável por boa parte da produção mundial de trigo por ser adequado à panificação, o *Triticum durum*, utilizado na produção de macarrão e outras massas, e o *Triticum compactum*, com baixo teor de glúten, indicado para fabricação de bolos e biscoitos.

A designação dada pela Instrução Normativa nº 8, de 3 de junho de 2005, afirma que farinha de trigo é o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum*

*aestivum* L.) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos (BRASIL, 2005a).

#### 4.1.1.1. Umidade

Para a farinha de trigo, a umidade é um fator de expressiva importância econômica, visto que quanto maior a sua proporção, menor é a quantidade de matéria seca (SILVA, 2003). O percentual de umidade na farinha varia com a umidificação do trigo no processo de preparação para a moagem do grão e com as condições climáticas e de armazenamento (SULTAN, 1990). Contudo, deve-se observar que o limite máximo estabelecido pela legislação brasileira é de 15% (BRASIL, 2005a). Este limite é importante para garantir a conservação do trigo e de sua farinha, assim como a sua comercialização (MIRANDA et al., 2009).

#### 4.1.1.2. Carboidratos

Os carboidratos da farinha de trigo consistem em amido, na sua maior parte, e em dextrinas, açúcares, fibras e gomas (SCHOPMEYER, 1960). A importância dos carboidratos na produção de pães reside na quantidade de grânulos de amido danificados no processo de moagem. Quanto maior o dano, mais as partículas de amido absorvem água. A vantagem é que o amido que retém mais umidade está mais suscetível à fermentação e à ação de enzimas, porém, se houver dano excessivo, isso prejudica a vida de prateleira do produto final (SULTAN, 1990).

#### 4.1.1.3. Proteínas e Glúten

Na farinha de trigo, existem dois tipos de proteínas, as solúveis (albuminas e globulinas) e as insolúveis (gliadinas e gluteninas) que formam o glúten e constituem aproximadamente 80% do total proteico da farinha de trigo (BRANDÃO & LIRA, 2011).

O glúten é o material protéico, visco-elástico e coesivo que resta quando a massa produzida com farinha com trigo é lavada para a remoção dos grânulos de amido e das partículas solúveis em água (LAMACCHIA et al., 2014).



Tradicionalmente, as proteínas do glúten foram divididas em frações aproximadamente iguais de acordo com a sua solubilidade em soluções de álcool-água (por exemplo, etanol a 60%): as gliadinas solúveis e as gluteninas insolúveis. Ambas as frações são importantes contribuintes para as propriedades reológicas da massa, mas suas funções são divergentes. As gliadinas hidratadas têm pouca elasticidade e são menos coesivas que as gluteninas; eles contribuem principalmente para a viscosidade e extensibilidade do sistema de massa. Em contraste, as gluteninas hidratadas são coesivas e elásticas e são responsáveis pela força e elasticidade da massa. Para simplificar, o glúten é uma "cola de dois componentes", na qual as gliadinas podem ser entendidas como "plastificantes" ou "solventes" para as gluteninas. Uma mistura adequada de ambas as frações é essencial para conferir as propriedades viscoelásticas da massa e a qualidade do produto final (WIESER, 2007).

Seu aporte de aminoácidos varia de acordo com o nível de extração, pois eles não estão distribuídos de maneira uniforme dentro do grão. Tendo em vista que a proteína extraída dos diferentes locais do grão de trigo não possui a mesma qualidade na formação do glúten, pode-se inferir que uma farinha com maior quantidade de proteína não indica um pão de maior volume, pois a qualidade dos aminoácidos é mais importante do que a quantidade (SULTAN, 1990).

Dentre os fatores a considerar na escolha das farinhas para panificação está a "força do glúten", que é a forma de designar a capacidade da farinha de trigo de ser submetida a trabalho mecânico ao ser misturada com água. No entanto, deve-se observar a proporção de gliadinas e gluteninas para definir qual é a melhor aplicação da farinha. Farinhas fortes podem não ter bons resultados para a panificação, caso possuam teores de gliadina baixos, o que torna a massa pouco elástica (SANTOS, 2008).

Outro fator são os diferentes cultivares de trigo e as mesclas de cultivares dos quais se produz a farinha, pois eles possuem perfis de aminoácidos diferentes, assim como as espécies mais antigas, quando comparadas com as atuais (LAMACCHIA et al., 2014).

De acordo com Lamacchia et al. (2014) o *Triticum monococcum*, foi a primeira espécie de trigo a ser cultivada pelo homem, devido à simplicidade de seu genoma que codifica uma variedade reduzida de proteínas do glúten (e de potenciais

peptídeos tóxicos imunológicos), este cultivar tem despertado o interesse da comunidade científica sob aspectos nutricionais e de saúde em relação à doença celíaca. A toxicidade reduzida ou ausente das prolaminas do *Triticum monococcum* pode ser interpretada pela baixa presença de peptídeos tóxicos ou presença abundante de sequências protetoras. No entanto, outros estudos in vitro e in vivo alertaram sobre a segurança de alguns desses cultivares para pacientes celíacos, sugerindo que a toxicidade imune para os celíacos pode depender estritamente de variedades específicas de *Triticum monococcum*.

#### 4.1.1.4. Lipídeos e Cinzas

A quantidade de lipídeos na farinha de trigo é pequena e encontra-se localizada no gérmen, retirado durante o processo de moagem do trigo. O principal problema da gordura em farinha é a rancificação, caso esta seja armazenada em locais úmidos e quentes, portanto, é importante que este insumo seja estocado em locais limpos e arejados para prevenir oxidação lipídica, ataque de fungos e absorção de odores do ambiente (SULTAN, 1990).

Quanto maior o grau de extração da farinha ou maior o rendimento do trigo em farinha, maior o seu conteúdo de minerais, pois os mesmos encontram-se, principalmente, no farelo (casca). Em termos nutricionais, isso é uma vantagem, todavia, tecnologicamente, um teor elevado de minerais em farinhas pode ser um indicativo de farinhas fracas, visto que os minerais estão presentes na casca do trigo e esta casca é rica em fibras, que prejudicam a formação da rede de glúten e geram pães de menor qualidade (SULTAN, 1990).

#### 4.3.2. Água

A água é um ingrediente essencial para a panificação, pois sem ela não há hidratação da farinha, o que impede o correto desenvolvimento do glúten por falta de união entre as gliadinas e as gluteninas, além disso, ela auxilia na dissolução de todos os ingredientes, possibilita a ação enzimática e o desenvolvimento fermentativo, disponibiliza vapor para o salto de forno e ajuda a controlar a temperatura da massa (BRANDÃO & LIRA, 2011).

Além disso, a temperatura da água é um parâmetro importante a ser levado em consideração, pois ela determina a temperatura da massa, que influencia a qualidade do pão através das condições do meio em que se encontram os microrganismos necessários à fermentação (SUPIOT, 2013).

#### 4.3.3. Sal

O sal possui diversas funções na formulação de pães, dentre elas, pode-se destacar: a melhora do sabor do produto, suas propriedades antissépticas e a sua atuação durante a fermentação impedindo que microrganismos produtores de ácidos efetuem fermentações secundárias - o que acarreta em diminuição da liberação de dióxido de carbono e redução da porosidade do pão e redução da vida de prateleira dos produtos devido a sua higroscopicidade. Além disso, o sal possui relação com formação do glúten, pois a gliadina possui baixa solubilidade em água com sal. A atração eletrostática formada entre a rede de glúten e o sal resulta em uma massa rígida, compacta e pouco extensível devido à formação de fibras curtas na maior parte da rede de glúten (AQUINO, 2012).

De acordo com Tuhumury (2014) a adição de sal pode influenciar a conformação das proteínas do glúten. Quando a massa é preparada sem NaCl, as cadeias do glúten possuem carga positiva, que se repelem e limitam a capacidade das moléculas de proteína de interagirem entre si, o que acarreta na formação de uma rede de glúten mais fraca. Quando o sal está presente, ele reduz a repulsão eletrostática entre as proteínas e permite que elas se associem, produzindo, dessa forma, uma massa mais forte.

#### 4.3.4. Fermentos

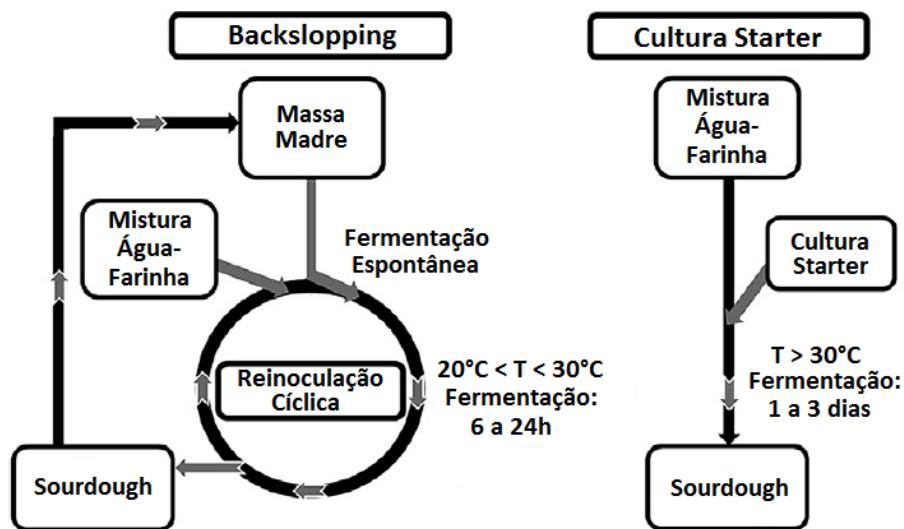
##### 4.3.4.1. Fermento Biológico ou Levedura Ativa

De acordo com a Resolução - CNNPA nº 38, de 1977, o produto que recebe a denominação de “Fermento Biológico” ou “Levedura Ativa” é obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados (BRASIL, 1977).

#### 4.3.4.2. Fermento Natural, *Levain* ou *Sourdough*

O fermento natural, também chamado de massa madre, *sourdough* ou *levain*, é uma mistura de farinha de cereais composta por uma população heterogênea de bactérias lácticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea ou iniciada através da adição de cultura *starter* (DE VUYST & VANCANNEYT, 2007). Os principais tipos de processo de obtenção de *sourdough*, em pequena escala, podem ser verificados no fluxograma apresentado pela Figura 4.

Figura 4. Fluxograma dos Diferentes Processos Fermentativos *Sourdough*, em pequena escala, de acordo com o tipo de inóculo.



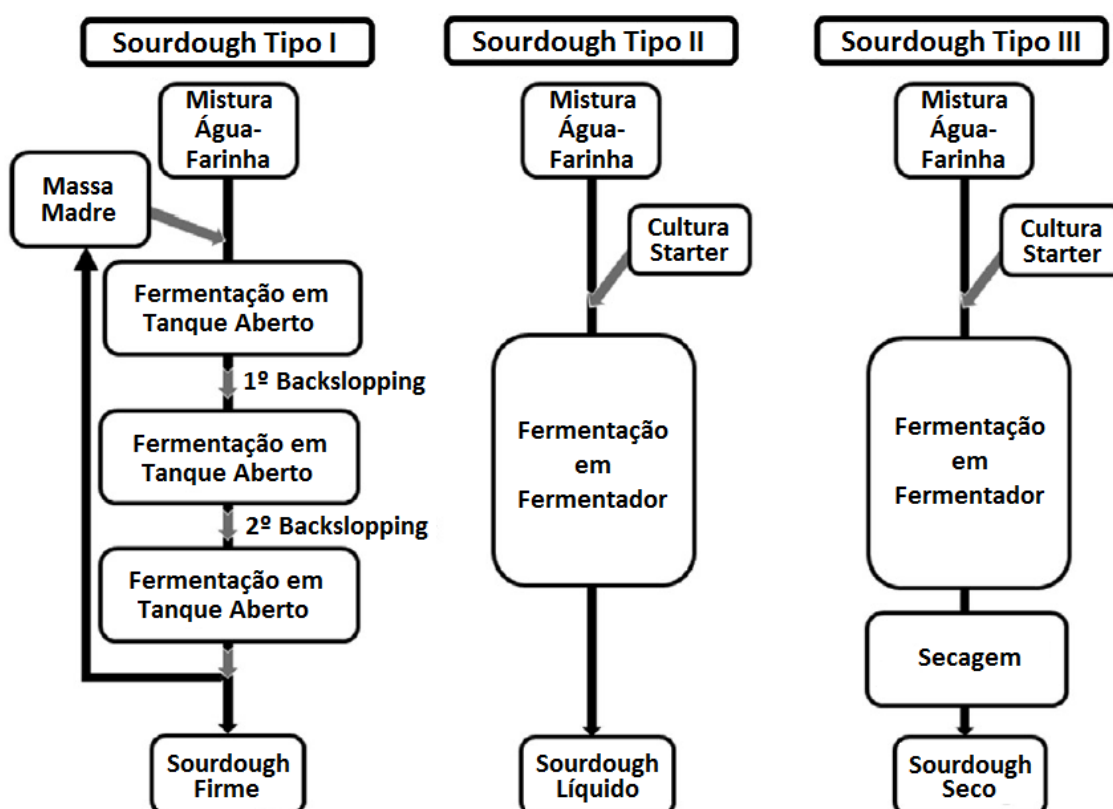
Fonte: Adaptado de De Vuyst et al. (2017)

“*Backslopping*” é o nome dado ao processo de reinoculação cíclica de micro-organismos provenientes, inicialmente, da mistura de farinha e água e de uma parte de um *sourdough* pré-existente (massa madre) dentro de uma nova mistura de farinha com água sob as mesmas condições de processo. Este é conhecido como o método tradicional de obtenção de fermento natural (CORSETTI et al., 2007). As reinoculações resultam em uma seleção dos micro-organismos (bactérias ácido-láticas e das leveduras) mais adaptados, como demonstram as diferenças verificadas na composição de fermentações de cereais com e sem reinoculação. Como consequência disso, as reinoculações contínuas da massa de pão selecionam as espécies ou cepas microbianas mais adaptadas, fornecendo variações aleatórias ou desejadas dentro das condições do processo (SEKWATI-MONANG et al., 2012).

Outra forma de se produzir fermento natural é através da adição de uma cultura *starter* à mistura de farinha e água. Cultura *starter* é um conjunto de cepas bacterianas escolhidas pela sua capacidade de acidificar o meio no qual elas se encontram e/ou pelo desenvolvimento de aromas e sabores específicos, pois as leveduras não conseguem quantidades consideráveis de ácido lático ou de ácido acético. Para panificação, se utilizam bactérias ácido-láticas (BAL), majoritariamente do gênero *Lactobacillus*, mas também podem ser encontradas *Leuconostoc* spp. e *Enterococcus* spp. (HAMMES & GANZLE, 1998).

O fermento natural pode ser três tipos: Tipo I, Tipo II e Tipo III (DE VUYST et al., 2017). Cada um dos tipos de processos industriais de obtenção de *sourdough* pode ser visto no fluxograma apresentado pela Figura 5.

Figura 5. Fluxograma dos Diferentes Processos Fermentativos *Sourdough* de acordo com a tecnologia aplicada.



Fonte: Adaptado de De Vuyst et al. (2017)

- Tipo I: baseado no método tradicional de produção, o Tipo I resulta em um fermento natural firme. Seu processo de obtenção consiste em inocular a massa madre em um tanque de fermentação aberto contendo uma mistura de

farinha e água e efetuar os “*backsloppings*”, à temperatura ambiente (< 30°C), para manter a microbiota ativa.

- Tipo II: é o tipo de *sourdough* industrial, obtido através da inoculação de uma cultura starter em um fermentador contendo uma mistura de farinha e água. Resulta em um produto líquido, o que facilita os processos industriais pela facilidade do bombeamento em tubulações.
- Tipo III: obtido da mesma maneira que o *sourdough* tipo II, com a diferença de resultar em um *sourdough* seco, pois ao final do processo, o *sourdough* líquido é submetido a um processo de secagem via tambor ou *spray-dryer*. Comercialmente, este é o melhor fermento, visto que ele se mantém sua qualidade constante e não há variações do produto final ocasionadas pelo *sourdough* fresco.

#### 4.4. Métodos de Processamento de Pão

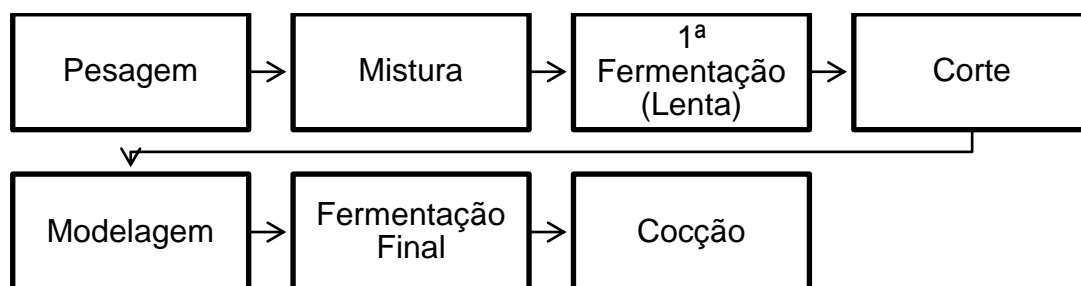
Segundo Cauvain (2015), ao longo dos anos, os processos que convertem a farinha e os demais ingredientes em pão foram se modificando. A relação entre o produto final e o processo é muito importante, pois a combinação dos ingredientes, formulações, condições de processo e tipo de equipamento utilizado refletem na qualidade do produto que se deseja obter.

Serão abordados os principais métodos de processamento de pão comum: direto, indireto (ou esponja) e mecânico; e o processamento de pão *sourdough*.

##### 4.4.1. Método Direto

Procedimento no qual todos os ingredientes são misturados em uma única etapa, até que a massa adquira aparência lisa e boas características de elasticidade (Figura 6). Esta passa por uma fermentação pelo período de 2 a 4 horas, com temperatura em torno de 26°C. Posteriormente, é cortada, moldada e colocada em câmaras de fermentação para que possa passar pela fermentação final e ser submetida à cocção (180°C a 230°C) (ESTELLER, 2007).

Figura 6. Fluxograma do Método Direto Convencional



Fonte: Adaptado de Germani (2018).

Existe uma relação entre a quantidade de levedura utilizada, o tempo de fermentação e a temperatura da massa. Não há regras “rígidas” para a temperatura da massa no final da mistura, mas a prática convencional coloca a temperatura final da massa na região de 21 – 27°C. Como uma "regra geral", um decréscimo de 4°C na temperatura da massa pode ser compensado por um aumento de 50% na quantidade de levedura utilizada (CAUVAIN, 2015).

O aumento da quantidade de levedura reduz o tempo de fermentação, no entanto, existe limite para o uso de fermento, para que não haja o desenvolvimento de sabores indesejáveis e comprometimento da estrutura do pão (STRUYF et al., 2017). Na tabela 3, encontram-se formulações sugeridas para o método direto, com seus respectivos tempos de fermentação.

Tabela 3. Formulações para pão produzido pelo método direto e seus tempos de fermentação.

	3h (%)	1h(%)
Farinha	100	100
Fermento	1	2
Sal	2	2
Água	57	58

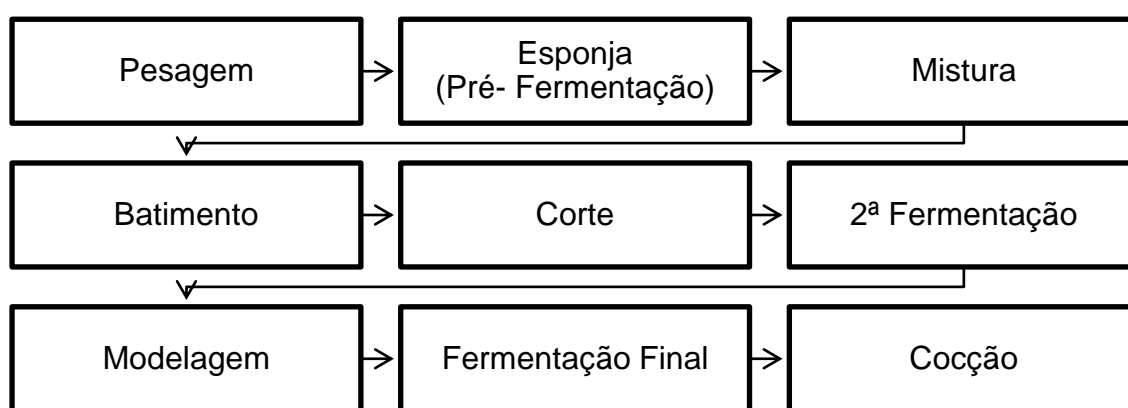
Adaptado de Cauvain (2015)

#### 4.4.2. Método Indireto ou Esponja

Procedimento utilizado para produção de pães de forma que consiste em misturar aproximadamente 70% da farinha total com açúcar, água e fermento (sal e enzimas são opcionais) que formam uma “esponja. Esta mistura descansa entre 3 e

4 horas, com temperaturas entre 21 – 27°C, como no método direto, para que ocorra uma pré-fermentação e, posteriormente, é adicionado o restante dos ingredientes, a massa (que encontra-se a uma temperatura de, no máximo, 30°C) é batida e cortada e ocorre uma segunda fermentação por um tempo menor, de 20 minutos a 1h (GUERREIRO, 2006). Após esse tempo, a massa é modelada, colocada em formas e passa pela fermentação final, para que possa ser submetida à cocção (Figura 7) (ESTELLER, 2007).

Figura 7. Fluxograma de processamento do método Indireto ou Esponja



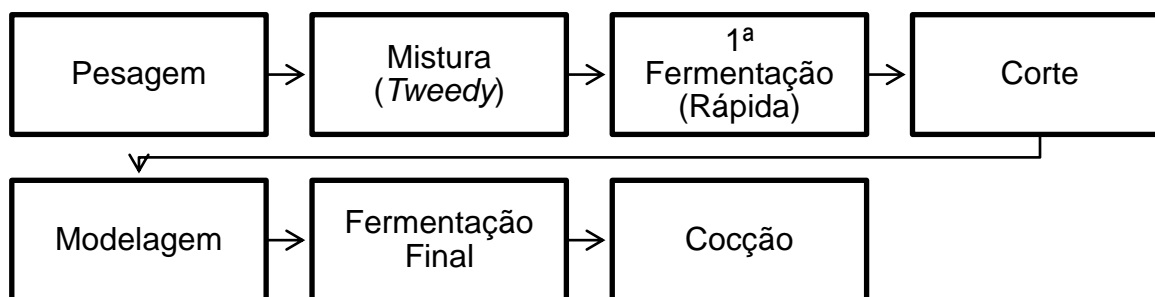
Fonte: Adaptado de Germani (2018).

#### 4.4.3. Método Mecânico ou *Chorleywood Bread Process* (CBP)

O *Chorleywood Bread Process* (CBP) foi desenvolvido na Inglaterra, visando redução de tempo e custos da produção comercial de pães (Figura 8). Ele utiliza misturadores de alta velocidade para que o glúten fique totalmente desenvolvido pela energia fornecida à massa durante a mistura e, com isso, se elimina a necessidade de fermentações prolongadas. Os equipamentos *Tweedy* de alta velocidade (cerca de 420 rpm) executam sobre a massa um trabalho mecânico vigoroso (40 kJ/kg,  $t < 3$  min) que possui a capacidade de homogeneizar rapidamente todos os ingredientes e de fracionar as proteínas da farinha em porções menores, aumentando a quantidade de grupos reativos expostos, o que favorece a formação da rede de glúten (BENASSI & WATANABE, 1997).



Figura 8. Fluxograma do Método CBP



Fonte: Adaptado de Germani (2018)

#### 4.4.4. Pão *Levain* ou de fermentação natural

De acordo com Corsetti (2003) existem várias maneiras de se produzir pão a partir dos diferentes tipos de *sourdough*, com variações das proporções de matéria-prima utilizada, tempos de fermentação e microbiota do fermento. A seguir, serão descritos os métodos tradicionais italiano e francês.

##### 4.4.4.1. Pão Italiano (*Pane di Altamura*)

Típico de região de Altamura, na Itália, este pão é produzido com base no *sourdough* tipo I, este procedimento se divide em três estágios, a fim de aumentar a quantidade de massa madre. As proporções da receita original são: 100kg de farinha, 20kg de levain, 2kg de NaCl, 60L de água, no qual o *levain* possui 12,5kg de farinha. Como em muitas produções tradicionais, o tempo e a temperatura usados em cada estágio não são definidos, mas sim determinados com base na experiência dos fabricantes de pão (CORSETTI, 2003).

##### 4.4.4.2. Pão Francês (*Pain au levain*)

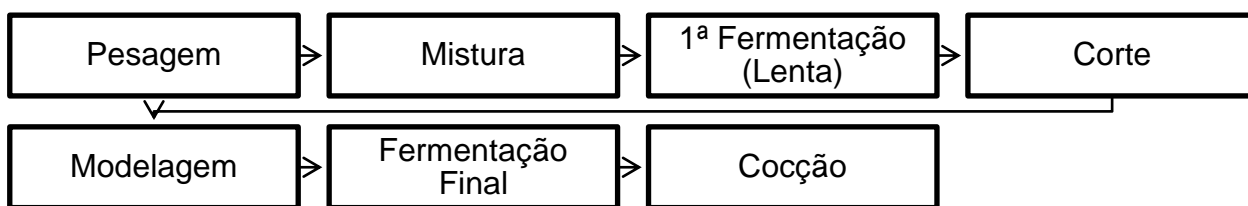
Assim como o pão italiano, o procedimento de produção de *pain au levain* consiste em um sistema de três estágios (*sourdough* tipo I). O primeiro passo consiste na mistura de uma parte da massa madre (*levain chef*) com farinha e água para atingir cerca de quatro vezes a massa inicial. Esta massa fermenta entre 1,5 e 2h a, aproximadamente, 25°C e é denominada *levain de première*. Esta é usada

como um iniciador para obter uma massa, que fermenta entre 7 e 8 h a uma temperatura ligeiramente superior à anterior.

Esses parâmetros, incluindo o longo tempo de mistura para oxigenar a massa, estimulam o crescimento de leveduras e a capacidade de fermentação do *levain de seconde*. Utilizando esta massa como entrada para o terceiro estágio, obtém-se o *levain tout point* após um curto período de fermentação (aproximadamente 2h) com o objetivo de controlar as atividades hidrolíticas da massa e de conservar as capacidades de retenção de gás e panificação. O *levain tout point* é usado na proporção de 25% em relação à massa final, esta é fermentada por 30 minutos e está pronta para assar (ONNO & ROUSSEL, 1994).

Tanto o pão italiano quanto o francês são obtidos através do método direto, portanto, seus fluxogramas são análogos e estão ilustrados pela figura 9.

Figura 9. Fluxograma de obtenção dos pães Italiano e Francês, através do método de fermentação natural.



Fonte: Adaptado de Germani (2018).

Estes são os métodos de produção tradicionais de pão, no entanto, para efetuar a produção destes tipos de pão em larga escala, Gobbetti & Gänzle (2007) destacam a importância da automação do *sourdough* e do desenvolvimento de um processo contínuo de fermentação, o uso de *levain* estável como “aditivo natural” (em substituição a acidulantes químicos ou outros aditivos) e a seleção de culturas *starter* baseadas em propriedades metabólicas específicas para melhoria da qualidade do pão.

A automação dos processos já está disponível no mercado e existem algumas empresas que fornecem equipamentos para a produção de pão *levain* em larga escala como, por exemplo, W&K, Ipeka e Spiromatic (W&K, 2018; IPEKA, 2018; SPIROMATIC, 2018).

Para que a aplicação do método de produção de pães através do *levain* seja efetiva, o produto final deve estar padronizado e possuir estabilidade microbiológica durante sua vida útil. A microbiota do *levain* consiste geralmente em várias cepas de BAL e leveduras e o controle da composição da microbiota baseia-se inteiramente na experiência e na habilidade do padeiro. A seleção das cepas das culturas *starter* para aplicações industriais é cada vez mais direcionada para a utilização de microrganismos com características metabólicas específicas para melhor qualidade do pão (GOBBETTI & GÄNZLE, 2007).

O interesse no desenvolvimento de processos industriais de produção de pão *levain* encontra-se nas vantagens oferecidas por esse tipo de produto, em comparação com os métodos tradicionais de produção de pão, como mostra o Quadro 1. Embora o processo de produção de pão *levain* leve mais tempo do que os demais processos, ele garante maior qualidade sensorial e permite desenvolver produtos sem a utilização de aditivos para aumento de vida de prateleira, o que é interessante sob o ponto de vista de produção de produtos *clean label* (NACHAY, 2017).

Quadro 1. Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de processamento de pão.

	Vantagens	Desvantagens
Direto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tempo e trabalho reduzidos;</li> <li>• Menor gasto de energia;</li> <li>• Necessita menos equipamentos;</li> <li>• Menores perdas na fermentação (que geralmente não é longa);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não é um processo flexível.</li> </ul>
Esponja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utiliza 20% menos levedura que o método direto;</li> <li>• O pão desenvolve mais aroma e sabor;</li> <li>• Melhora de volume e textura;</li> <li>• Método mais flexível, pois o tempo de fermentação pode ser prolongado sem prejuízo do produto final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Custo mais elevado do que o método direto, pois passa por 2 operações de mistura;</li> <li>• Mais demorado;</li> <li>• Apresenta maiores perdas (água e CO<sub>2</sub>) por fermentação.</li> </ul>
CBP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo de processo entre 60 e 70%;</li> <li>• Não utilização de amilases, o que leva a diminuição das perdas durante a fermentação e aumento de rentabilidade do pão;</li> <li>• Redução do espaço de produção por não</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessidade de equipamento especial;</li> <li>• Produção de pão com sabor e aroma inferiores pela redução do tempo</li> </ul>

	necessitar de câmaras de fermentação; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhor controle da higienização por redução da manipulação;</li> <li>• Redução do custo por unidade de pão, apesar de necessitar de quantidades maiores de fermento e de outros aditivos e do maior consumo de energia elétrica do misturador.</li> </ul>	de fermentação; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilidade de misturar a massa em demasia e romper ligações que já haviam sido feitas.</li> </ul>
<i>Levain</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria de fatores como a consistência da massa, resistência à extensão, extensibilidade e elasticidade;</li> <li>• Maior qualidade sensorial por desenvolvimento de sabor e aromas;</li> <li>• Redução ou a eliminação dos conservantes em produtos de panificação, devido a sua atividade antibacteriana e antifúngica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mais demorado.</li> </ul>

Fonte: BENASSI & WATANABE, 1997; APLEVICZ, 2013

## 5. Discussão

Diversos autores afirmam que o consumo de pão *levain* causa menos problemas intestinais para pessoas com DC, SII e SGNC (CAGNO et al, 2002; OSTMAN et al, 2002; GRECO et al. 2011; LAMACCHIA et al. 2014; NIONELLI & RIZZELLO, 2016; ZIEGLER et al., 2016) do que pães produzidos pela fermentação tradicional. Como observado através da revisão bibliográfica, embora os fluxogramas de processos possuam semelhanças, o pão *levain* possui formulação e processamento bastante diferente do pão de fermentação tradicional, além de contar com bactérias ácido lácticas, conjuntamente com as leveduras, e estas variáveis tornam possível o entendimento desta afirmação.

A utilização de diferentes matérias-primas acarreta em diferença na quantidade de macro e micronutrientes do produto final, portanto, a análise dos ingredientes presentes no pão é de fundamental importância na avaliação dos fatores que impossibilitam pessoas com DC, SII e SGNC de ingerir esse tipo de alimento, pois permite compreender a origem dos mecanismos que desencadeiam as desordens gastrointestinais e fornece ideias de como evitá-las.

Como os cereais utilizados na produção de pão conferem uma parte considerável dos nutrientes deste produto, sua composição afeta drasticamente o produto final. A utilização de cultivares como o *Triticum monococcum* para a produção de farinha de trigo são benéficas para a produção de pão para pessoas

com SII e DC, pois esta espécie de trigo possui prolaminas que causam uma resposta inflamatória reduzida no epitélio intestinal (LAMACCHIA et al. 2014). O uso de grãos germinados também pode ser considerado importante, pois a germinação ativa  $\alpha$ - e  $\beta$ -amilases, proteases e di-fenol-oxidases em grãos, que quebram amido, fibras e proteínas, e aumentam o conteúdo de compostos funcionais (MONTEMURRO et al. 2018).

Contudo, embora a escolha das matérias-primas afete o produto final, segundo Lau (2015), a utilização dos mesmos ingredientes com variações de processamento como tempo e intensidade de mistura, método de cocção e tempo de fermentação resultam em alteração na estrutura física do pão, na digestibilidade do amido *in vitro* e no índice glicêmico *in vivo*. Este fato denota uma maior importância das variáveis de processamento (tempo de fermentação, principalmente) frente à formulação do pão na redução dos problemas intestinais para pessoas com DC, SII e SGNC.

Em colaboração a esta ideia, Ziegler et al. (2016) ao estudarem a elaboração de pães com diferentes tipos de trigo (Tobak e Zollernspelz), por diversos períodos de fermentação com a utilização de levedura ativa, observaram que tempos prolongados de fermentação (acima de 4h) podem reduzir o teor de FODMAPs em até 90%, independente do cultivar. Ou seja, novamente o tempo de fermentação torna-se o motivo principal da redução dos componentes desencadeadores de problemas intestinais, independentemente do tipo de trigo escolhido. Reforçando esta afirmação, Laatikainen et al. (2017) afirmam que as modificações de processo são mais relevantes do que a escolha de variedades de cereais com baixo teor de FODMAPs, quando se objetiva reduzir sintomas intestinais desagradáveis em pacientes com patologias associadas em glúten.

Para contrapor o pão sourdough com pães elaborados pelo método direto, Lappi et al. (2010) produziram quatro tipos de pão: pão com farinha de trigo integral pelo método *sourdough*; pão com farinha de trigo branca; pão com farinha de trigo integral; pão com farinha de trigo integral e xilanase, os três últimos pelo método direto. A pesquisa concluiu que o consumo de pão produzido pelo método *sourdough* causa redução nas respostas pós-prandiais (após a ingestão de uma refeição) de glicose e insulina em comparação com o pão de farinha de trigo branca,

produzido pelo método direto, o que é benéfico para a saúde de indivíduos com resistência à insulina.

De forma análoga à comparação realizada no estudo anterior, Costabile et al. (2014) compararam os métodos CBP (sem fermentação), esponja (com levedura comercial e 16h de fermentação) e *sourdough* (com BAL e 9h de fermentação total) e a influência destes na composição da microbiota intestinal de indivíduos saudáveis e portadores de SII. Os autores observaram um decréscimo significativo de  $\delta$ -Proteobacteria e da maioria das espécies de Gemmatimonadetes em pessoas com SII e saudáveis após a ingestão dos pães elaborados através do método *sourdough*. O consumo de todos os tipos de pão gerou produção de gás no intestino dos indivíduos após 9h de fermentação, porém a quantidade de gás gerada após o consumo de pães *sourdough* foi consideravelmente menor em indivíduos com SII.

Todas essas evidências sugerem que produtos feitos através do método *sourdough* podem ser mais adequados para pacientes que possuem SII e que pães com fermentação tradicional longa e *sourdough* possuem efeitos positivos na composição da microbiota intestinal e no metabolismo do intestino.

Portanto, através da análise dos estudos anteriormente comentados, pode-se afirmar que os parâmetros mais importantes a serem levados em consideração na produção de pães para pessoas com distúrbios gastrointestinais, é o tempo de fermentação e o tipo de microbiota utilizado no fermento. Estas constituem as principais diferenças entre os pães de fermentação tradicional e pães *sourdough*.

Na elaboração de um pão *sourdough*, o tempo de fermentação pode variar de 8 a 144h. Esse tempo prolongado de fermentação, quando comparado ao processo comum, permite a atividade de enzimas endógenas nas conversões bioquímicas da massa. Além disso, no *levain*, há a presença de bactérias ácido lácticas que adicionam potencial metabólico às leveduras do fermento comum (GÄNZLE, 2014). A co-fermentação de bactérias ácido lácticas e leveduras ocasiona variações no meio em termos de disponibilidade de nutrientes, síntese de ácidos orgânicos, decréscimo de pH e mudanças nas propriedades reológicas da massa (BRANDT, et al. 2004).

A seleção das de bactérias ácido lácticas é importante para acidificação do meio, proteólise e síntese de compostos voláteis durante a fermentação. A maior parte das cepas bacterianas nativas dos *levains* originais pertence ao gênero *Lactobacillus*, embora também sejam encontradas *Leuconostoc*, *Pediococcus* e

Weissella. Di Cagno et al. (2002), mostram a importância da utilização de diferentes cepas pela hidrólise de peptídeos de diferentes pesos moleculares. As leveduras também fazem parte do *sourdough* e o microrganismo mais encontrado é a *Saccharomyces cerevisiae* (MARTINBIANCO, 2013).

Greco et al. (2011), Lamacchia et al. (2014) e Nionelli & Rizzello (2016) corroboram com a ideia de que o uso de *sourdough* pode reduzir a toxicidade do glúten através da hidrólise das proteínas. Ainda destacam que o mecanismo de hidrólise das proteínas na fermentação *sourdough* se dá em dois estágios: no primeiro, as enzimas endógenas da farinha são ativadas pelo pH baixo do meio, ocasionado pelo acúmulo de tios, e a proteólise libera oligopeptídeos; na segunda, há apenas atividade enzimática bacteriana (peptidase) e a proteólise libera aminoácidos livres e peptídeos de cadeia curta (DI CAGNO et al., 2002).

A proteólise gerada por processos longos de fermentação e pelo uso de bactérias ácido lácticas também foi comprovada por Gobbetti et al. (1996), que utilizou algumas cepas de bactérias do gênero *Lactobacillus* para avaliar a atividade proteolítica da fermentação *sourdough*. A proteólise após 4h, expressa em termos de concentração de aminoácidos livres, foi de 80 a 85% do atingido depois de 8h.

## 6. Perspectivas Futuras

Os diferentes processos de elaboração de pão, os diferentes tempos de fermentação, a seleção dos microrganismos da cultura starter e a seleção das matérias-primas se mostraram de fundamental importância para a produção de pães adequados a indivíduos com DC, SII e SGNC.

Com base no discutido, o processo de pão através do método *sourdough* ou com a utilização de longos tempos de fermentação seria o ideal, visto que o processo longo de fermentação gera maior proteólise e hidrólise dos frutanos, o que estaria diretamente relacionado a maior incidência de problemas intestinais para pessoas com DC, SII e SGNC. Além do tempo de fermentação, o tipo de microrganismo utilizado no processo de elaboração do pão também influencia a redução destes problemas intestinais visto que a atividade enzimática bacteriana tem influência direta neste processo, o que não ocorre em pães elaborados através dos métodos tradicionais de panificação (esponja, direto ou CBP). Um pouco menos relevante seria a escolha da matéria prima, visto que estudos comprovam que

tempos prolongados de fermentação (acima de 4h) podem reduzir o teor de FODMAPs em até 90%, independente do cultivar de trigo utilizado.

O próximo passo desta pesquisa, com base nos estudos de Tuhumury (2014) e Struyf et al. (2018), seria a avaliação dos efeitos de pães de fermentação natural com redução de sal em pacientes com SII e SGNC e cultura starter composta por *Saccharomyces cerevisiae* e *Kluyveromyces marxianus*.

Segundo Tuhumury (2014), a redução do sal se mostra adequada para o desenvolvimento de produtos de panificação para pacientes com distúrbios gastrointestinais, pois, com a diminuição deste ingrediente, a rede de glúten fica mais fraca que, conseqüentemente, sofreria hidrólise pela microbiota presente no *sourdough* mais facilmente (necessidade de menor tempo de fermentação) e resultaria em um pão com melhor digestibilidade para indivíduos com SII e SGNC. Além disso, a redução de sal nos alimentos é uma tendência de mercado (NACHAY, 2017) porém, não deve-se excluir totalmente este ingrediente, pois ele auxilia na conservação do produto (AQUINO, 2012).

A cultura starter com *Saccharomyces cerevisiae* com *Kluyveromyces marxianus* se justifica, pois Struyf et al. (2018) relatam que a invertase produzida pela levedura é capaz de degradar 80% dos frutanos presentes no pão e que a inulinase secretada pelo fungo reduz os níveis de frutanos em 90%.

Outro fator a ser observado é a utilização de ingredientes não essenciais na produção de pão com a finalidade de enriquecê-lo. Isto pode aumentar a quantidade de FODMAPs no produto final. Para avaliar estes impactos, mais estudos são necessários.

Por fim, uma pesquisa sobre a influência dos alimentos ingeridos em conjunto com o pão deveria ser efetuada, pois o problema com a absorção de frutose ocorre principalmente quando esta encontra-se em excesso de glicose no intestino. Portanto, os desconfortos intestinais podem ser provocados pela ingestão concomitante de pão com alimentos com grandes quantidades de glicose na sua composição.



## 7. Referências Bibliográficas

ACELBRA. Associação dos Celíacos do Brasil. **Lista de Alimentos Permitidos e Proibidos para Celíacos**. 1ª ed. São Paulo: 2014. Disponível em: < <http://www.acebra.org.br/2004/alimentos.php> > Acesso em: 15 out. 2018.

AHMAD, Omar F.; AKBAR, Ayesha. Dietary treatment of irritable bowel syndrome. **British Medical Bulletin**, Londres, v. 113, n. 1, p. 83–90, mar. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25601299> > Acesso em: 11 nov. 2018.

APLEVICZ, Krischina Singer. **Identificação de Bactérias Láticas e Leveduras em Fermento Natural Obtido a Partir de Uva e sua Aplicação em Pães**. Florianópolis: UFSC, 2013. 162f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

AQUINO, Vanessa Cukier de. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. São Paulo: USP, 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AROLA, Heikki; TAMM, Agu. Metabolism of lactose in the human body. **Scandinavian Journal of Gastroenterology**, Finlândia, v.29, suppl. 202, p. 21-25, 1994. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8042015> > Acesso em: 11 nov. 2018.

ASSIS, Francisco de et al. **Manual de orientação sobre a alimentação escolar para portadores de diabetes, hipertensão, doença celíaca, fenilcetonúria e intolerância a lactose**. 2. ed. Brasília: PNAE: CECANE-SC, 2012. 54 p.

BARBARO, Maria Raffaella et al. Recent advances in understanding non-celiac gluten sensitivity. **F1000Research**, Bolonha, v. 7, p. 1-8, out. 2018. Disponível em: < <https://f1000research.com/articles/7-1631/v1> > Acesso em: 11 nov. 2018.

BASTOS, Tatiana Filipa Santos. **Síndrome do Intestino Irritável e Dieta com restrição de FODMAPs**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2016. 31p. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

BENASSI, Vera de Toledo; WATANABE, Edson. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1997. 60p.

BIESIEKIERSKI, Jessica Rose et al. No Effects of Gluten in Patients With Self-Reported Non-Celiac Gluten Sensitivity After Dietary Reduction of Fermentable, Poorly Absorbed, Short-Chain Carbohydrates. **Gastroenterology**, v. 145, n. 2, p. 320-328, jan/abr 2013. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016508513007026> > Acesso em: 23 mai. 2018.

BÖHN, Lena et al. Self-reported food-related gastrointestinal symptoms in IBS are common and associated with more severe symptoms and reduced quality of life. **The American Journal of Gastroenterology**, v.108, n. 5, p. 634–641, mai. 2013. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23644955> > Acesso em: 16 nov. 2018.

BÖHN, Lena et al. Diet low in FODMAPs Reduces Symptoms of Irritable Bowel Syndrome as Well as Traditional Dietary Advice: A Randomized Controlled Trial. **Gastroenterology**, v. 149, n. 6, p.1399-1407, nov. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26255043> > Acesso em: 16 nov. 2018.

BRANDÃO, Silvana Soares; LIRA, Hércules de Lucena. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. 1ª ed. Recife: EDUFRPE, 2011. 150p.

BRANDT, Mark J. et al. Effects of process parameters on growth and metabolism of *Lactobacillus sanfranciscensis* and *Candida humilis* during rye sourdough fermentation. **European Food Research and Technology**, v.218, n.4, p.333–338, mar. 2004.

BRASIL. Resolução - CNNPA nº 38, de 1977. **Aprova como coadjuvantes da tecnologia de fabricação as substâncias constantes dos anexos I, II, III e IV, destinadas ao fabrico de produtos forneados, tais como: pão, broa, biscoito, bolacha, bolo, torta e demais produtos afins de confeitaria**. Órgão emissor: ANVISA/CNNPA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Disponível em: < [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/RESOLUCAO\\_CNNPA\\_38\\_1977.pdf/fedc31c9-811f-4f43a90d-58f5f4d72bad](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/391619/RESOLUCAO_CNNPA_38_1977.pdf/fedc31c9-811f-4f43a90d-58f5f4d72bad) > Acesso em: 06 mai. 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 3 de junho de 2005. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo**. Órgão emissor: MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005a. Disponível em: < <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=803790937> > Acesso em: 06 mai. 2018.

BRASIL. RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**. Órgão emissor: ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <bvsmis.saude.gov.br/bvs/> >

[saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](http://saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html) > Acesso em: 06 mai. 2018.

BOBBIO, Florinda. Orsatti; BOBBIO, Paulo Anna. **Química de Alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Varela, 2005. 148p.

CARNEVALI, Paola et al. Liquid sourdough fermentation: Industrial application perspectives. **Food Microbiology**, v.24, n.2, p. 150–154, abr. 2007. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002006001584#!> > Acesso em: 17 nov. 2018.

CORONA, Onofrio et al. Industrial application of selected lactic acid bacteria isolated from local semolinas for typical sourdough bread production. **Food Microbiology**, v. 59, p.43-56 out. 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27375243> > Acesso em: 17 nov. 2018.

CAUVAIN, Stanley. **Technology of Breadmaking**. 3.ed. Switzerland: Springer, 2015. 408p.

CORSETTI, Aldo et al. Identification of subdominant *sourdough* lactic acid bacteria and their evolution during laboratory-scale fermentations. **Food Microbiology**, v. 24, n. 6, p. 592-600, set. 2007. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17418310> > Acesso em: 15 nov. 2018.

COSTABILE, Adele et al. Effect of Breadmaking Process on In Vitro Gut Microbiota Parameters in Irritable Bowel Syndrome. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, p. 1-14, out. 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4214745/#s4title> > Acesso em: 23 mai. 2018.

COZMA-PETRUT, Anamaria et al. Diet in irritable bowel syndrome: What to recommend, not what to forbid to patients! **World Journal of Gastroenterology**, v. 23, n. 21, p. 3771-3783, jun. 2017. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28638217> > Acesso em: 11 nov. 2018.

CRUZ, Cristiane Kibune Nagasako Vieira da. **Síndrome do intestino irritável: aspectos clínicos, psicológicos e nutricionais: associação entre trânsito orocecal prolongado e supercrescimento bacteriano**. Campinas: UNICAMP, 2016. 126p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

DE GIORGIO, Roberto et al. Sensitivity to wheat, gluten and FODMAPs in IBS: Facts or fiction? **Gut**, v. 65, n. 1, p. 169–178, jan. 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26078292> > Acesso em: 23 mai. 2018.

DE VUYST, Luc ; VANCANNEYT, Marc. Biodiversity and identification of *sourdough* lactic acid bacteria. **Food Microbiology**, v. 24, n. 2, p. 120-127, abr. 2007. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17008154> > Acesso em: 23 mai. 2018.

DE VUYST Luc et al. Microbial Ecology and Process Technology of *Sourdough* Fermentation. **Advances in Applied Microbiology**, v. 100, p. 49-160, abr. 2017. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28732554> > Acesso em: 20 out. 2018.

DEWETTINCK, Koen et al. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n.2, p. 243-257, set. 2008.

DI CAGNO, Raffaella et al. Glucan and Fructan Production by *Sourdough* *Weissella cibaria* and *Lactobacillus plantarum*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n.26, p. 9873-9881, dez. 2006. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17177514> > Acesso em: 29 set. 2018.

DI CAGNO, Raffaella et al. Gluten-free *sourdough* wheat baked goods appear safe for young celiac patients: A pilot study. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 51, n. 6, p. 777–783, dez. 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20975578> > Acesso em: 16 nov. 2018.

DI CAGNO, Raffaella et al. Proteolysis by *Sourdough* Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intolerance. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n.2, p. 623–633, fev. 2002. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11823200> > Acesso em: 13 jan. 2018.

EL-SALHY, Magdy; GUNDERSEN, Doris. Diet in irritable bowel syndrome. **Nutrition Journal**, v. 14, n.36, p.1-11, abr. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25880820> > Acesso em: 11 nov. 2018.

ESTELLER, Maurício Sérgio. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamentos térmicos e bioquímicos**. São Paulo: USP, 2007. 197 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FAVA, Giovanni A.; SONINO, Nicoletta. The Biopsychosocial Model Thirty Years Later. **Psychotherapy and Psychosomatics**, v. 77, n. 1, p.1-2, 2008. Disponível em: < <https://www.karger.com/Article/Pdf/110052> > Acesso em: 24 dez. 2018.

FLANDRIN, Jean-Louis; MONTANARI, Massimo. **História da alimentação**. 6ª ed. São Paulo, Estação Liberdade, 1998. 888 p.

FURNARI, Manuele et al. Optimal management of constipation associated with irritable bowel syndrome. **Therapeutics and Clinical Risk Management**. v.30, n.11, p.691-703, mai. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26028974> > Acesso em: 18 nov. 2018.

GÄNZLE, Michael. Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation. *Food Microbiology*, v.34, p. 2-10, fev. 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24230468> > Acesso em: 18 nov. 2018.

GERMANI, Rogério. **Panificação**. 1ª ed. Brasília: 2018. Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia\\_de\\_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473xsat8h6.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fid5sgie02wyiv80z4s473xsat8h6.html) > Acesso em: 29 set. 2018.

GIBSON, Peter R. et al. Review article: fructose malabsorption and the bigger picture. **Alimentary Pharmacology Therapeutics**, v. 25, n. 4, p. 349–363, fev. 2007. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17217453> > Acesso em: 11 nov. 2018.

GIBSON, Peter R.; SHEPHERD, Susan J. Personal view: food for thought – western lifestyle and susceptibility to Crohn's disease. The FODMAP hypothesis. **Alimentary Pharmacology Therapeutics**, v. 21, n. 12, p. 1399-1409, jun. 2005. Disponível em < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2036.2005.02506.x> > Acesso em: 15 nov. 2018.

GIBSON, Peter R.; SHEPHERD, Susan J. Food choice as a key management strategy for functional gastrointestinal symptoms. **American Journal of Gastroenterology**, v. 107, n. 5, p. 657–666, mai. 2012. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22488077> > Acesso em: 12 nov. 2018.

GIMENES, Lincoln da Silva; BOHM, Carlos Henrique. Análise funcional da dor na síndrome do intestino irritável. **Temas em Psicologia**, v. 18, n. 2, p. 357-366, dez. 2010. Disponível em <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/tp/v18n2/v18n2a10.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2018.

GRECO, Luigi et al. Safety for patients with celiac disease of baked goods made of wheat flour hydrolyzed during food processing. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, v.9, n.1, p.24-29, jan. 2011. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1542356510009870> > Acesso em: 19 nov. 2018.

GOBBETTI, Marco; GANZLE, Michael. Sourdough applications for bread production: Industrial perspectives. **Food Microbiology**, v.24, n.2, p. 149, abr. 2007. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740002006001572?via%3Dihub> > Acesso em: 17 nov. 2018.

GOBBETTI, Marco et al. The sourdough microflora. Cellular localization and characterization of proteolytic enzymes in lactic acid bacteria. **LWT - Food Science and Technology**, v.29, n.5-6, p.561–569, 1996.

GUERREIRO, Lilian. Dossiê Técnico – Panificação. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas**. 33f. Dez. 2006. Disponível em: < <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc> > Acesso em: 17 nov. 2018.

HALMOS, Emma P. et al. A diet low in FODMAPs reduces symptoms of irritable bowel syndrome. **Gastroenterology**, v. 146, n. 1, p. 67-75, jan. 2014. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24076059> >. Acesso em: 11 nov. 2018.

HAMMES, Walter Peter; GANZLE, Michael G. *Sourdough* breads and related products. In: WOOD, Brian J. B. **Microbiology of Fermented Foods**. London: Springer, 1998. p. 199-216.

HAYES, Paula et al. **A dietary survey of patients with irritable bowel syndrome**. Journal of Human Nutrition and Dietetics, v. 27, Suppl. 2, p. 36–47, abr. 2014. Disponível em < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jhn.12114> > Acesso em: 11 nov. 2018.

IPEKA. **Sourdough fermentation process systems**. Disponível em < <http://www.ipeka.com/pdf/en-sourmatic.pdf> > Acesso em: 19 nov. 2018.

ISASI, Carlos et al. Non-celiac gluten sensitivity and rheumatic diseases. **Reumatología Clínica**, v. 12, n. 1, p. 4–10, jan. 2016. Disponível em < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25956352> > Acesso em: 11 nov. 2018.

LAATIKAINEN, Reijo. et al. Pilot Study: Comparison of *Sourdough* Wheat Bread and Yeast-Fermented Wheat Bread in Individuals with Wheat Sensitivity and Irritable Bowel Syndrome. **Nutrients**, v. 9 n. 11, nov. 2017. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5707687/> > Acesso em: 23 mai. 2018.

LAMACCHIA, Carmela et al. Cereal-Based Gluten-Free Food: How to Reconcile Nutritional and Technological Properties of Wheat Proteins with Safety for Celiac Disease Patients. **Nutrients**, v.6, n.2, p. 575-590, 2014. Disponível em: < <https://www.mdpi.com/2072-6643/6/2/575> > Acesso em: 18 nov. 2018.

LAPPI, Jenni et al. Sourdough fermentation of wholemeal wheat bread increases solubility of arabinoxylan and protein and decreases postprandial glucose and insulin responses. **Journal of Cereal Science**, v.51, n.1, p. 152–158, jan. 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521009001738>> Acesso em: 17 nov. 2018.

LAU, Evelyn et al. Can bread processing conditions alter glycaemic response? **Food Chemistry**, v. 173, p. 250-256, ago. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25466020> > Acesso em: 18 nov. 2018.

LIONETTI, Elena et al. Gluten psychosis: Confirmation of a new clinical entity. **Nutrients**, v. 7, n. 7, p. 5532–5539, jul. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4517012/> > Acesso em: 02 out. 2018.

LISBOA, Cristiane Reinaldo et al. Síntese de galacto-oligossacarídeos a partir de lactose usando  $\beta$ -galactosidase comercial de *Kluyveromyces lactis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 30-40, jan./mar. 2012. Disponível em: < <http://repositorio.furg.br/handle/1/3941> > Acesso em: 17 nov. 2018.

LOPONEN, Jussi; GÄNZLE, Michael G. Use of *Sourdough* in Low FODMAP Baking. **Foods**, v. 7, n. 7, p. 1-12, jun. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29932101> > Acesso em: 16 set. 2018.

MAKHARIA, Archita et al. The overlap between irritable bowel syndrome and non-celiac gluten sensitivity: A clinical dilemma. **Nutrients**, v.7, n.12, p. 10417–10426, dez. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4690093/> > Acesso em: 11 nov. 2018.

MARTINBIANCO, Fernanda. **Desenvolvimento da tecnologia para a produção de pão *sourdough*: aspectos da produção de inóculo e qualidade sensorial de pães**. Porto Alegre: UFRGS, 2011. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MARCASON, Wendy. What Is the FODMAP Diet? **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 10, p. 1696, dez. 2012. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23017576> > Acesso em: 16 nov. 2018.

MEARIN, Fermín et al. Irritable bowel syndrome subtypes according to bowel habit: revisiting the alternating subtype. **European Journal of Gastroenterology & Hepatology**. v.15 n.2, p.165-172, fev. 2003. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12560761> > Acesso em: 18 nov. 2018.

MENEZES, Leidiane Andreia Acordi et al. Effects of *Sourdough* on FODMAPs in Bread and Potential Outcomes on Irritable Bowel Syndrome Patients and Healthy Subjects. **Frontiers in Microbiology**, v. 9, art. 1972, ago. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6110937/> > Acesso em: 16 nov. 2018.

MIRANDA, Martha Zavariz de et al. **Descrição dos métodos usados para avaliar a qualidade de trigo**. 1ª ed. Passo Fundo: 2009. n.112 . Disponível em: < [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do112\\_5.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112_5.htm) > Acesso em: 06 mai. 2018.

MOLINA-INFANTE, Javier et al. Systematic review: noncoeliac gluten sensitivity. **Alimentary Pharmacology Therapeutics**, v. 41, n. 9, p. 807–820, mai. 2015. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25753138> > Acesso em: 30 out. 2018.

MONTEMURRO et al. Investigation of the nutritional, functional and technological effects of the sourdough fermentation of sprouted flours. **International Journal of Food Microbiology**, In press, disponível online desde ago. 2018. Disponível em: < [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518304720?dgcid=rss\\_sd\\_all](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518304720?dgcid=rss_sd_all) > Acesso em: 18 nov. 2018.

MUIR, Jane G. et al. Gluten-free and low-FODMAP sourdoughs for patients with coeliac disease and irritable bowel syndrome: A clinical perspective. **International Journal of Food Microbiology**. v.290, p.237-246. 2019. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30388591> > Acesso em: 18 nov. 2018.

NANAYAKKARA, Wathsala. S. et al. Efficacy of the low FODMAP diet for treating irritable bowel syndrome: the evidence to date. **Clinical and Experimental Gastroenterology**, v. 9, p.131–142, jun. 2016. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27382323> > Acesso em: 23 jan. 2018.

NACHAY, Karen. Clean Label Approaches to Food Safety. **Food Technology**, v.71, n.11, nov. 2017. Disponível em: < <http://www.ift.org/Food-Technology/Past-Issues/2017/November/Columns/ingredients-that-provide-food-safety-food-preservation.aspx> > Acesso em: 18 nov. 2018.

NATIVIDAD, Jane M. M.; VERDU, Elena F. Modulation of intestinal barrier by intestinal microbiota: Pathological and therapeutic implications. **Pharmacological Research**, v. 69, n. 1, p. 42-51, mar. 2013. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23089410> > Acesso em: 18 nov. 2018.

NIONELLI Luana; RIZZELLO, Carlo Giuseppe. Sourdough-Based Biotechnologies for the Production of Gluten-Free Foods. **Foods**. V.5, n.65, p. 1-14, set. 2016.



Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5302394/> > Acesso em: 20 out. 2018.

OLIVEIRA, José Batista de. **Balanço e Tendências do Mercado de Panificação e Confeitaria**. 1ª ed. Brasília: 2018. Disponível em: < <http://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/INDICADORES-E-TENDENCIAS-DE-MERCADO.pdf> > Acesso em: 03 jul. 2018.

ONG, Derrick K. et al. Manipulation of dietary short chain carbohydrates alters the pattern of gas production and genesis of symptoms in irritable bowel syndrome. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v.8, p. 1366–1373, abr. 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20659225> > Acesso em: 23 out. 2018.

ONNO Bernard; ROUSSEL Philippe. Technologie et Microbiologie de la Panification au Levain. (1994) In: DE ROISSART, H.; LUQUET, F. M. France, Loriga: Uriage, 1994. **Bactéries lactiques: aspects fondamentaux et technologiques**. Vol 11. Cap. V-5.

ÖSTMAN, Elin M. et al. On the effect of lactic acid on blood glucose and insulin responses to cereal products: mechanistic studies in healthy subjects and in vitro. **Journal of Cereal Science**, v. 36, p. 339-346, nov. 2002. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521002904698#!> > Acesso em: 19 nov. 2018.

PASSOS, Luciana Maria Liboni; PARK, Yong Kun. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, v.33, n.2, p.385-390, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cr/v33n2/15236.pdf> > Acesso em: 11 nov. 2018.

PEREIRA, Dina. **O Papel do Álcool na Sociedade**. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2003. 41f. Trabalho acadêmico. Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2003. Disponível em: < <http://www4.fe.uc.pt/fontes/trabalhos/2002009.pdf> > Acesso em: 24 dez. 2018.

PETERSON, Lance. W.; ARTIS, David. Intestinal epithelial cells: regulators of barrier function and immune homeostasis. **Nature**, v.14, n.3, p. 141-153, mar. 2014. Disponível em: < <https://www.nature.com/articles/nri3608> > Acesso em: 11 nov. 2018.

PIRKOLA, Laura et al. Low-FODMAP vs regular rye bread in irritable bowel syndrome: randomized SmartPill study. **World Journal of Gastroenterology**, v.24, n.11, p. 1259–1268, mar. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29568206> > Acesso em: 18 nov. 2018.

PORCELLI, Brunetta et al. Celiac and non-celiac gluten sensitivity: A review on the association with schizophrenia and mood disorders. **Auto Immunity Highlights**, v.5, n.2, p. 55–61, set. 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4389040/> > Acesso em: 15 nov. 2018.

POUTANEN, Kaisa. et al. *Sourdough* and cereal fermentation in a nutritional perspective. **Food Microbiology**, v.26, n.7, p. 693–699, out. 2009. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19747602> > Acesso em: 29 set. 2018.

REIG-OTERO, Yolanda et al. Amylase-Trypsin Inhibitors in Wheat and Other Cereals as Potential Activators of the Effects of Nonceliac Gluten Sensitivity. **Journal of Medicinal Food**, v.21, n.3, p. 207-214, mar. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29315017> > Acesso em: 11 nov. 2018.

RICHTER, Marissol; LANNES, Suzana Caetano da Silva. Ingredientes Usados na Indústria de Chocolates. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.43, n.3, p.357-369. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n3/a05v43n3.pdf>> Acesso em: 15 nov. 2018.

RIZZELLO, Carlo et al. Highly efficient gluten degradation by lactobacilli and fungal proteases during food processing: new perspectives for celiac disease. **Applied and Environmental Microbiology**, v.73, n.14, p. 4499–4507. 2007. Disponível em: <<https://aem.asm.org/content/73/14/4499>> Acesso em: 17 nov. 2018.

ROBERFROID, Marcel B.; DELZENNE, Nathalie M. Dietary fructans. **Annual Review of Nutrition**, v.18, p. 117-43, 1998. Disponível em: < <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.nutr.18.1.117> > Acesso em: 18 nov. 2018.

ROCHA, Amanda Laís da. **Planejamento de misturas aplicado ao uso de melhoradores de farinha para panificação**. Londrina: UTFPR, 2014. 40p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo de Alimentos) – Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

SANTOS, Leandro Soares. **Perfil proteico e qualidade de panificação em linhagens de trigo desenvolvidas para a região do cerrado brasileiro**. Viçosa: UFV, 2008. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SCHOPMEYER, H. H. Flour. In: MATZ, S. A. et al. **Bakery: Technology and Engineering**. Westport: AVI, 1960.

SEKWATI-MONANG, Bonno; GÄNZLE, Michael. Microbiological and chemical characterization of ting, a sorghum-based *sourdough* product from Botswana. **International Journal of Food Microbiology**, v. 1, n. 150, p. 115-121, nov. 2011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21862164> > Acesso em: 20 out. 2018.

SILVA, Roberta Claro da. **Qualidade Tecnológica e Estabilidade Oxidativa de Farinha de Trigo e Fubá Irradiados**. Piracicaba, USP, 2003. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

SILVA, Tatiana Sudbrack da Gama e; FURLANETTO, Tania Weber. Diagnóstico de Doença Celíaca em Adultos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v.56, n.1, p. 122-126, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ramb/v56n1/27.pdf> > Acesso em: 18 nov. 2018.

SKODJE, Gry Irene et al. Fructan, Rather Than Gluten, Induces Symptoms in Patients With Self-Reported Non-Celiac Gluten Sensitivity. **Gastroenterology**, v.154, n. 3, p. 529-539, fev. 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29102613> > Acesso em: 23 mai. 2018.

SPIROMATIC. **Industry is ready to meet increasing sourdough demand**. Disponível em : < [https://www.spiromatic.com/files/Spiromatic\\_Industry\\_is\\_ready\\_to\\_meet\\_increasing\\_sourdough\\_demand.pdf](https://www.spiromatic.com/files/Spiromatic_Industry_is_ready_to_meet_increasing_sourdough_demand.pdf) > Acesso em: 19 nov. 2018.

STRUYF, Nore et al. Bread Dough and Baker's Yeast: An Uplifting Synergy. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 16, n.5, p. 850-867, set. 2017.

STRUYF, Nore et al. Kluyveromyces marxianus yeast enables the production of low FODMAP whole wheat breads. **Food Microbiology**. v. 76, p. 135-145. Dez. 2018.

SULTAN, William J. **Practical Baking**. New York: Van Nostrand, 5<sup>a</sup> ed., 1990.

SUPIOT, Nicolas. La Passion du Pain. Gens de Bretagne. Disponível em: < [https://www.youtube.com/watch?v=8B\\_7AFYmkYo](https://www.youtube.com/watch?v=8B_7AFYmkYo) > Acesso em: 18 nov. 2018.

TILLISCH, Kirsten; MAYER, Emeran A. Pain perception in irritable bowel syndrome. **CNS Spectrums**, v.10, n.1, p. 877-882, nov. 2005. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/journals/cns-spectrums/article/pain-perception-in-irritable-bowel-syndrome/BED8C6A7685C31FEB84E63B8F1695866> > Acesso em: 18 nov. 2018.

TUHUMURY, Helen Cynthia Dewi. **The effects of salts on the formation of gluten structure during hydration**. Melbourne, Austrália, 2014. 216 f. Thesis (Doutorado em Filosofia) - School of Applied Sciences, College of Science Engineering and Health, RMIT University, Melbourne, 2014. Disponível em: < <https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:161513/Tuhumury.pdf> > Acesso em: 19 nov. 2018.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. **Pesquisa Busca Voluntários Saudáveis para Estudo sobre Síndrome do Intestino Irritável**. 1ª ed. Campinas, 2018. Disponível em: < <https://www.fca.unicamp.br/portal/comunicacao/noticias/1269-pesquisa-busca-voluntarios-com-sindrome-do-intestino-irritavel-para-estudo.html> > Acesso em: 15 jul. 2018.

W&K - Automation GmbH. **Sourdough and Poolish Systems**. Disponível em: < <https://www.wuk-automation.de/wp-content/uploads/2012/09/WuK-automation-Broschuere-EN-web-low.pdf> > Acesso em: 19 nov. 2018.

WIESER, Herbert. Chemistry of gluten proteins. **Food Microbiology**, v.24, n.2, p.115-119, set. 2007. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17008153> > Acesso em: 14 jul. 2018.

WILDER-SMITH, Clive H. et al. Fructose and lactose intolerance and malabsorption testing: the relationship with symptoms in functional gastrointestinal disorders. **Alimentary Pharmacology Therapeutics**, v.37, n.11, p. 1074-1083, jun. 2013. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/apt.12306> > Acesso em: 15 nov. 2018.

WOLTER, Anika. **Fundamental studies of sourdoughs fermented with Weissella cibaria and Lactobacillus plantarum: influence on baking characteristics, sensory profiles and in vitro starch digestibility of gluten-free breads**. Irlanda, 2013. 256 f. Thesis (Doctor of Philosophy – PhD in Food Science and Technology) University College Cork, Irlanda, 2013. Disponível em: < <https://cora.ucc.ie/handle/10468/1478> > Acesso em: 15 nov. 2018.

YAO, C.K.; et al. Dietary sorbitol and mannitol: food content and distinct absorption patterns between healthy individuals and patients with irritable bowel syndrome. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v.27, Suppl. 2, p. 263-275, abr. 2014. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jhn.12144> > Acesso em: 17 nov. 2018.

ZIEGLER, Jochen U. et al. Wheat and the irritable bowel syndrome – FODMAP levels of modern and ancient species and their retention during bread making. **Journal of Functional Foods**, v. 25 p. 257–266, ago. 2016. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464616301463> > Acesso em: 17 nov. 2018.