



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE GASTRONOMIA

EDGAR CAVALCANTE SURUAGY

FERMENTO NATURAL DESIDRATADO INOCULADO COM BACTÉRIAS
ÁCIDO LÁTICAS: UMA REVISÃO

JOÃO PESSOA

2021

EDGAR CAVALCANTE SURUAGY

**FERMENTO NATURAL DESIDRATADO INOCULADO COM BACTÉRIAS
ÁCIDO LÁTICAS: UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Gastronomia da Universidade Federal da Paraíba, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Estefânia Fernandes Garcia

JOÃO PESSOA

2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S962f Suruagy, Edgar Cavalcante.

Fermento natural desidratado inoculado com bactérias ácido láticas: uma revisão / Edgar Cavalcante Suruagy.
- João Pessoa, 2022.

34 f. : il.

Orientação: Estefânia Fernandes Garcia Garcia.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Panificação. 2. Fermento. 3. Microbiota. I.
Garcia, Estefânia Fernandes Garcia. II. Título.

UFPB/CTDR

CDU 664.6

EDGAR CAVALCANTE SURUAGY

FERMENTO NATURAL DESIDRATADO INOCULADO COM BACTÉRIAS
ÁCIDO LÁTICAS: UMA REVISÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Gastronomia da Universidade Federal da Paraíba, do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

RESULTADO: Aprovado NOTA: 8,9

João Pessoa, 10 de dezembro de 2021.

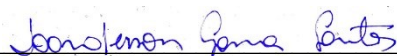
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Estefânia Fernandes Garcia
Universidade Federal da Paraíba



Prof.^a. Dra. Ingrid Conceição Dantas Guerra
Universidade Federal da Paraíba



Bel. Joanderson Gama Santos
Universidade Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha Família, que é a grande representação de Deus na minha vida, que me apoia em todos os momentos. Minha esposa Mariana, meus filhos Edward e Gabriel, meus pais, avôs e irmãos.

Aos professores do curso, em especial as professoras Estefânia e Ingrid, e Joanderson que participaram deste momento.

Aos meus colegas de curso, com grande consideração a Jailton, Michelle e Saionara.

Enfim a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para esta conquista acadêmica e pessoal o meu sincero obrigado!

RESUMO

A fabricação de pães atingiu seu ápice graças aos avanços tecnológicos, porém a quantidade e velocidade podem não trazer a qualidade desejada ou o apelo saudável buscado nos dias atuais. Com base nisso, a indústria e os panificadores artesanais têm voltado a utilizar métodos tradicionais na produção de pães. A fermentação natural tem sido utilizada como alternativa à alta carga de aditivos nos pães industrializados. O “*clean label*”, tendência nutricional, tem a necessidade de reconhecer os ingredientes nos produtos adquiridos, bem como a produção de produtos com menos aditivos e conservantes artificiais. O fermento natural agrega essas características quando usado na substituição de ingredientes artificiais. Mas a indústria demanda um ritmo que exige técnicas que acelerem os processos. Pensando nisso ter um fermento natural inativo, seco, é uma alternativa para a produção com redução de tempo. A praticidade de um fermento natural pronto dispensa a espera necessária no processo, além disso a investigação de técnicas e microrganismos que possam auxiliar na qualidade desse produto se apresentam essenciais.

Palavras-chave: Panificação. Fermento. Microbiota.

ABSTRACT

The manufacture of bread reached its peak thanks to technological advances, but the quantity and speed may not bring the desired quality or the healthy appeal sought nowadays. Based on this, the industry and artisan bakers have returned to using traditional methods in the production of bread. Natural fermentation has been used as an alternative to the high load of additives in industrialized breads. The "clean label", a nutritional trend, has the need to recognize the ingredients in purchased products, as well as the production of products with less additives and artificial preservatives. Natural yeast adds these characteristics when used in replacement of artificial ingredients. But the industry demands a pace that requires techniques that speed up processes. With that in mind, having an inactive, dry natural yeast is an alternative to production with reduced time. The practicality of a ready-made natural yeast dispenses with the necessary wait in the process, in addition to the investigation of techniques and microorganisms that can help in the quality of this product are essential.

Keywords: Bakery. Yeast. Microbiota.

SUMÁRIO

1	Introdução	7
2	Materiais e Métodos	9
2.1	Materiais	9
2.2	Métodos	9
2.2.1	Critérios para seleção dos artigos	9
3	Modelo Teórico	11
3.1	Da farinha ao pão	11
3.2	Mudanças químicas no processo de mistura	11
3.3	O Fermento natural: breve histórico	14
3.4	Tipos de fermento natural	15
3.5	Diversidade Microbiana dos Fermentos Naturais.....	17
3.6	A microbiota no fermento maduro	18
3.7	Alterações químicas e benefícios à saúde promovidos pela microbiota do fermento natural	19
3.8	Efeitos tecnológicos da fermentação natural na qualidade do pão	20
3.9	Produção de fermentos naturais desidratados	22
4	Considerações finais	25
	Referências	26

1 INTRODUÇÃO

O processo de panificação é responsável pela mistura de farinhas de cereais, principalmente a de trigo com algum líquido que se transforma em pães, sejam eles fermentados ou não. Historicamente, pães feito à base de fermento natural datam de 3700 a.C. fato descoberto após escavação realizada na Suíça. Mas a origem da fermentação provavelmente está relacionada à origem da agricultura no Crescente Fértil (região dos rios Tigre, Eufrates e Nilo), vários milhares de anos antes. A fermentação do fermento natural começa espontaneamente se uma mistura de farinha e água é deixada em um lugar quente por algumas horas, e um pão pode ser feito de tal fermentação (GÄNZLE, 2014). A fabricação de pão é um processo dinâmico no qual os componentes do trigo são submetidos às várias transformações em níveis físico-químicos. Ademais, contínuas mudanças microbiológicas e bioquímicas são induzidas através da ação mecânica – térmica e biológica (ROSELL, 2015). Na França, a biotecnologia do fermento natural remonta a 200 a.C. e sua história é caracterizada por altos (quando seu emprego era largamente utilizando sendo praticamente a única forma aceita para produção de produtos de qualidade, por exemplo, no século XVIII) e baixos (quando seu uso caiu em decadência pela padronização da industrialização e alta produtividade, a exemplo das duas primeiras décadas do século XX (CAPPELLE *et al.*, 2013).

O fermento natural é uma mistura de farinha e água, fermentada espontaneamente por bactérias do ácido láctico (BAL) e leveduras, e tendo capacidade de acidificação e fermentação (GOBBETTI, 1998). O fermento natural é um dos exemplos mais antigos de *starter* natural, uma microbiota repleta de microrganismos selvagens (onde coexistem bactérias contaminantes do ácido láctico e leveduras), que por característica, acidifica o meio e confere ao fermento compostos de aroma e sabor (*flavour*).

Fermentos naturais podem abrigar conjuntos microbianos simples (poucas espécies) como também complexos (mais de seis espécies) (MINERVINI *et al.*, 2014a). Dentro desta microbiota de fungos e bactérias, que variam de acordo com o ambiente em que o fermento natural é armazenado e se desenvolve, temos bactérias lácticas, majoritariamente do gênero *Lactobacillus*, que geram acidificação na massa ao produzir ácidos orgânicos; bactérias acéticas, predominantemente dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter*, este último gerando altas concentrações de ácido acético nos pães produzidos (VAN KERREBROECK *et al.*, 2018). As bactérias acéticas fazem uso da fermentação alcoólica gerada pelas leveduras elevando o pH e ajudando na conservação do pão e elaboração do sabor. O sabor do ácido láctico é menos

ácido, suave, e de percepção lenta em relação ao ácido acético que tem um sabor ácido acentuado, que é imediatamente percebido (DECOCK; CAPPELLE, 2005).

No fermento natural, as principais leveduras pertencem a gêneros que atualmente são colocados na família *Saccharomycetaceae*, (HUYS *et al.*, 2013) embora a atribuição de gêneros de levedura à família ainda seja difícil devido à falta de dados informativos. Também muito presente temos o gênero *Candida*.(APLEVICZ, 2013). Elas promovem a fermentação alcoólica, que geram compostos consumidos pelas BAL. Compartilham uma adaptação ao ambiente criado pelo pH baixo, altas concentrações de carboidratos e altas densidades celulares de BAL. (HUYS *et al.*, 2013).

Seguindo as tendências do mercado são empregados métodos de conservação para preservação, transporte e comercialização. Cada método de conservação tem suas vantagens bem como desvantagens. Por isso é importante termos várias formas de conservação disponíveis, o que dá ao produtor a opção de escolher a que melhor se adequa a realidade de produção ou até do momento.

A conservação por desidratação tem como mecanismo a diminuição da atividade de água pela retirada da humidade, condição para a proliferação de microrganismos. Ter uma condensação destas informações e suas comparações: qualidade, rendimento, conservação, validade gera uma economia de tempo e investimento, dando oportunidade para focar nos testes de qualidade das produções.

Este artigo de revisão teve como objetivo avaliar os estudos publicados disponíveis na literatura atual que tratem do uso de bactérias lácticas na produção de fermento natural desidratado e seu impacto na qualidade e produção de pães.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para elaboração deste trabalho foram pesquisados 128 artigos e selecionados 52 artigos publicados em revistas indexadas na plataforma de periódicos. Foram selecionadas publicações, entre artigos, capítulos de livros, relatórios técnicos e outros formatos. A Figura 1 apresenta o fluxograma da seleção de artigos preferidos/escolhidos para a revisão desenvolvida.

2.2 Métodos

2.2.1 Critérios para seleção dos artigos

a) Bases de dados: O levantamento de artigos para análise foi feito majoritariamente através do portal de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), onde se teve acesso a diversas bases de dados, incluindo: Science Direct, Wiley Online Library, MEDLINE, Elsevier, BioMed Central Journals, Nature, OECD iLibrary, Oxford Journals.

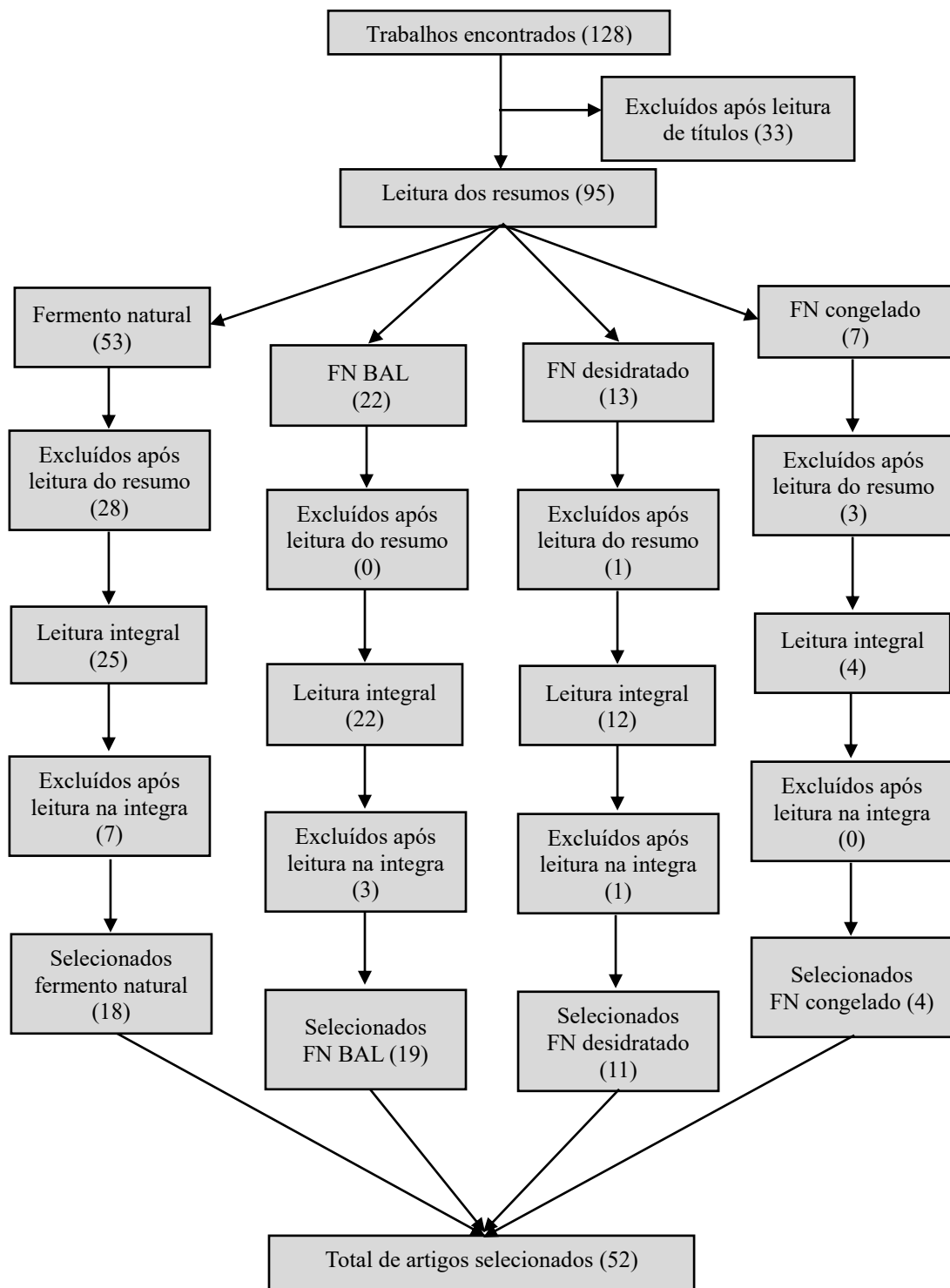
b) Data das publicações: optou-se por utilizar a maior quantidade possível de artigos recentes, nos últimos dez anos (2011 – 2021), havendo exceções quando se julgou relevante para o levantamento de informações.

c) Termos: Durante a pesquisa foram utilizados termos específicos para direcionar as buscas por publicações. Os termos foram predominantemente no idioma inglês, língua utilizada largamente nas publicações científicas. Entre os termos utilizados podemos destacar: *sourdough*, *dried sourdough*, *sourdough wheat bread*, *frozen sourdough*, *sourdough LAB*, *sourdough LAB dried*, *spray dried sourdough*, fermento natural, fermento natural desidratado, pão de fermentação natural, bactérias ácido lácticas, *masa madre*, *pan de massa madre*.

d) Idiomas: publicações em língua inglesa predominaram durante as pesquisas; publicações em português também foram consideradas, principalmente trabalhos acadêmicos; bem como trabalhos de língua espanhola que viessem a ter relevância para a pesquisa.

e) Exclusão e seleção: foram considerados como critérios de exclusão: Artigos publicados antes de 2011; artigos que reportavam experimentos que não utilizavam fermentos natural, apenas o citava; artigos que não utilizavam técnica de desidratação ou congelamento do fermento natural. Após a pesquisa nas plataformas foram feitas sucessivas seleções: posterior à leitura dos títulos; posterior à leitura dos resumos; posterior à leitura na íntegra (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma das etapas de seleção das publicações pesquisadas



3 MODELO TEÓRICO

3.1 Da farinha ao pão

ROSSEL (2015) ressalta que ao longo dos anos o processo de fabricação de pão sofreu várias mudanças, incluindo os materiais utilizados e etapas de processamento para se adequar às novas exigências da sociedade moderna. Padarias e estabelecimentos comerciais produtores de pães logo entenderam as mudanças no estilo de vida dos consumidores, fazendo modificações desde os estágios de produção à distribuição para se adequarem às demandas dos consumidores, além de facilitar o trabalho dos profissionais dessa área.

Os dois biopolímeros principais do trigo: o amido e as proteínas atravessam as mudanças mais dramáticas durante o processo de fabricação de pão. A proteína do glúten, por exemplo, é responsável pela reologia e estruturação da massa de trigo durante o processo de mistura, bem como pela retenção de gás na massa. A função do amido por outro lado, limita-se às propriedades da textura final do pão e da estabilidade do pão após sua cocção. (ROSELL, 2015)

Novos produtos e tecnologias foram incorporadas com o passar do tempo ao setor de panificação, incluindo massas congeladas, pães pré-assados (*par-baked bread*) ou mesmo o pão congelado. Todas as mudanças supracitadas, promoveram processos e etapas químicas adicionais que não estavam presentes na produção tradicional do pão. (GERARDO-RODRÍGUEZ *et al.*, 2021)

3.2 Mudanças químicas no processo de mistura

No processo de fabricação de pão, a mistura constitui uma das principais etapas, pois influencia a qualidade final do produto, uma vez que determina as propriedades mecânicas da massa. Essa etapa permite a hidratação dos constituintes do trigo e fornece a energia mecânica necessária para o desenvolvimento da interação entre proteínas, formando o glúten. A mistura promove a dissociação das mesmas, e a formação de uma estrutura visco elástica tridimensional, com propriedades associadas à retenção de gases. (CAUVAIN, 2003)

Quando suficientemente hidratada e quando há fornecimento adequado de energia mecânica, as subtrações da proteína do trigo (gliadina e glutenina) tem a capacidade de formar o glúten. A fração glutenina é responsável pela força e elasticidade da massa, já a gliadina confere viscosidade à mesma. Entretanto, as subunidades de gluteninas de alto peso molecular (HMWGS) estão mais intrinsecamente relacionadas à viscosidade da massa de um pão, e agem de forma semelhante ao teor de umidade da massa, também conhecida como fator determinante da viscosidade. (BRANDNER *et al.*, 2019; COSTA *et al.*, 2017; CUQ *et al.*, 2003)

A proteína do glúten é constituída principalmente por aminoácidos hidrofóbicos, particularmente glutamina, a qual possui uma tendência alta para a formação de pontes de hidrogênio entre as cadeias de proteínas. Ademais, as cadeias de subunidades da glutenina possuem o aminoácido cisteína, que possuem grupos tiol, os quais formam pontes de dissulfeto, responsáveis por unir o complexo do glúten com os polímeros de glutenina. (MARKGREN *et al.*, 2020)

As gluteninas mais complexas são compostas por subunidades de baixo e alto peso molecular, ligadas entre si por pontes de dissulfeto. No entanto, interações não covalentes de gluteninas mesoscópicas também estão envolvidas na propriedade de viscoelasticidade da massa. A quantidade e distribuição dessas proteínas são fatores críticos na fabricação de pão e influenciam nas propriedades de mistura, sova e cozimento da massa. De forma complementar, as interações de tirosinas reticuladas, contribuem para a elasticidade da massa, sugerindo que um mecanismo envolvendo peroxidases endógenas possivelmente catalisam a formação de di-tirosina durante o processo de fabricação de pães. (LI *et al.*, 2021)

A degradação proteolítica das proteínas do glúten também altera a formação da rede do glúten (LOPONEN *et al.*, 2004), enzimas proteolíticas de BAL liberam hidrolisatos de proteínas solúveis a partir de proteínas do glúten. Os *Lactobacillus* são essenciais para a acidificação e proteólise, pois oferece aos pães características desejáveis como boa textura, sabor e maior vida de prateleira de pães de massa fermentada de trigo (MINERVINI *et al.*, 2018).

O outro biopolímero bastante importante para o processo de produção de pão é o amido, cujo principais constituintes são a amilose e amilopectina. Esse componente é responsável por prover açúcares fermentáveis para o fermento utilizado na fabricação da massa, além de ter um grande impacto sob a reologia, especialmente durante o processo de fabricação. (CAUVAIN, 2003)

As BAL são conhecidas por suas propriedades probióticas e por sua utilização na produção de alimentos. Elas são capazes de converter açúcares, ácidos orgânicos, proteínas ou gorduras em componentes de aroma e sabor e também podem contribuir para melhorar a textura e a viscosidade de produtos fermentados por meio da síntese de exopolissacarídeos (EPS) (RUAS-MADIEDO *et al.*, 2002). Exopolissacarídeos produzidos por BAL, geram melhoria na textura, volume, teor de fibra dos pães de fermentação natural (PALOMBA *et al.*, 2012).

Além dos aspectos tecnológicos, sabe-se que algumas bactérias possuem efeito benéfico na saúde humana e o desenvolvimento de alimentos funcionais contendo bactérias é um mercado em expansão, trazendo benefícios econômicos e à saúde (RUAS-MADIEDO *et al.*, 2002). No início do século passado, o biólogo microbiologista Metchnikoff defendeu que leite

fermentado contendo bactérias pode ter efeitos positivos na saúde intestinal. Mais recentemente, as pesquisas têm se concentrado em probióticos que melhoram a saúde e previnem distúrbios intestinais (ZIEMER; GIBSON, 1998). Por definição, probióticos são ingredientes alimentares de microrganismos vivos que afetam benéficamente o hospedeiro por melhorar o balanço da microbiota intestinal. (SHORTT, 1999)

Benefícios relatados associados a linhagens probióticas incluem restabelecimento da microbiota intestinal, aumento da colonização, de resistência e/ou a prevenção da diarreia, redução do colesterol sérico, redução de enzimas fecais potencialmente mutagênicas, redução da intolerância à lactose, aumento da resposta imune, aumento da absorção de cálcio e síntese de vitaminas e pré-digestão de proteínas. (HOLZAPFEL; SCHILLINGER; 2002, 2002; ZIEMER; GIBSON, 1998)

Carboidratos não digeríveis, denominados prebióticos, podem atuar estimulando seletivamente grupos de bactérias que colonizam o cólon, como bifidobactérias e lactobacilos, considerados benéficos para o hospedeiro humano (HOLZAPFEL; SCHILLINGER, 2002). Atualmente, entre os componentes alimentares que parecem mostrar os melhores efeitos prebióticos estão os frutanos do tipo inulina. A maioria das espécies de *Bifidobacterium* e muitas outras bactérias são capazes de metabolizar estes oligossacarídeos (ROBERFROID, 2001). A manutenção de um equilíbrio adequado da microbiota pode ser garantida pela suplementação sistemática da dieta com probióticos, prebióticos ou simbióticos (BIELECKA *et al.*, 2001). Determinados EPS produzidos pelas BAL são também requeridos devido aos efeitos fisiológicos para o indivíduo, contribuindo na formação de agregados celulares bacterianos e no reconhecimento e adesão à superfície, facilitando a colonização em vários ecossistemas. (DUBOC; MOLLET, 2001).

As interações do tipo proteínas-lipídeos também são cruciais no processo de fabricação de pães. Lipídeos polares/ ácidos graxos livres não oriundos de amido também têm um efeito positivo no volume final do pão. Por outro lado, lipídeos não polares têm um efeito negativo no volume final do pão. Durante a etapa de mistura, os lipídeos livres presentes no trigo são em sua maioria associados às proteínas do glúten, enquanto os lipídeos não polares são retidos no interior da proteína do glúten por ação de forças hidrofóbicas, as quais promovem o aprisionamento dessas moléculas dentro das proteínas. De forma complementar, os glicolipídeos são associados às gluteninas através de interações do tipo hidrofóbicas e pontes de hidrogênio, enquanto fosfolipídios interagem com gliadinas ou proteínas de ligações lipídicas (MCCANN *et al.*, 2009; PAREYT *et al.*, 2011).

De acordo com ROSSEL (2015), a microflora endógena presentes no fermento e o fermento natural é a principal responsável pelas mudanças bioquímicas durante o processo de fermentação. *S. cerevisiae* está presente na maioria das massas devido ao fato de ser intencionalmente adicionado para acelerar o processo de fermentação. Fermento natural, no entanto, compreende uma mistura de fermento e BAL, numa proporção 1:100. O principal gênero de leveduras inclui *Saccharomyces* e *Candida*, enquanto os principais tipos de LAB são *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Weissella*. No entanto, a BAL dominante no fermento natural depende no tipo de trigo (refinado ou integral), condições ambientais e de processamento, e a receita em questão.

Nesse contexto, também se deve levar em consideração o papel de enzimas endógenas (oriundas das bactérias e fungos/leveduras utilizados na fermentação) ou adicionadas, que são utilizadas como mecanismos de auxílio no processo de fabricação de pães. Tanto o trigo, quanto as leveduras e BAL possuem diferentes enzimas capazes de modificarem as características da massa, bem como a qualidade do produto final. Enzimas proteolíticas por exemplo, tanto oriundas do trigo como dos microrganismos atuam sobre proteínas, liberando peptídeos de cadeias curtas e aminoácidos que irão contribuir para os aspectos sensoriais, bem como na qualidade nutricional do pão (BARTKIENE *et al.*, 2020; JUODEIKIENE *et al.*, 2012).

3.3 O Fermento natural: breve histórico

Registros sobre o fermento natural datam de 3700 a.C, a origem do fermento natural provavelmente está relacionada à origem da agricultura no Crescente Fértil. Na França, o fermento natural é relatado desde 200 a.C. (CAPPELLE *et al.*, 2013). A primeira descrição histórica do *Lactobacillus sanfranciscensis* foi publicada em 1971 (KLINE; SUGIHARA, 1971).

O fermento natural foi o método usado na Europa durante a Idade Média até ser substituída pelo resíduo da fabricação da cerveja, e depois de 1871 por fermento cultivado para esses fins (GOBBETTI; GÄNZLE, 2013). Na segunda metade do século XVII padeiros franceses levaram as técnicas de fermentação natural para a Califórnia, durante a corrida do ouro. Até hoje o uso de fermento natural permanece como sendo parte da cultura de São Francisco (PETERS, 2013). Cidade onde está instalado o San Francisco Baking Institute, escola culinária fundada por Michel Suas em 1996. Suas é um grande difusor da utilização de fermento natural e mundialmente reconhecido dentro da panificação.

Nas duas primeiras décadas do século XX se optou pelo uso de *Saccharomyces cerevisiae* em escala comercial, o fermento natural tornou-se menos comum no século 20; foi substituído pelo fermento de padeiro de crescimento mais rápido, às vezes suplementado com

descansos de fermentação mais longos para permitir que alguma atividade bacteriana desenvolva sabor. A fermentação da massa de fermento ressurgiu como o principal processo de fermentação na produção de pães nos últimos 20 anos, embora seja comumente usada em conjunto com o fermento de padeiro como agente de fermentação (GÄNZLE; ZHENG, 2019).

O fermento natural é alcançado através da fermentação espontânea em várias etapas (Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough MINERVINI *et al.*, 2014b), um ecossistema único e estressante compartilhado por leveduras e bactérias ácido lácticas (BAL), principalmente lactobacilos heterofermentativos (DE VUYST *et al.*, 2014), com principal uso nos produtos de panificação sendo um dos mais antigos exemplos de *starter* natural e uma alternativa ao fermento industrializado. A pouco mais de 30 anos iniciou-se uma busca pelo entendimento científico das transformações ocorridas durante os processos de transformação do fermento natural. (ARORA *et al.*, 2021). Embora espécies pertencentes aos gêneros *Leuconostoc*, *Pediococcus* ou *Weissella* tenham sido isoladas de fermentos naturais, a maioria das linhagens de massas nativas pertence ao gênero *Lactobacillus*. Entre as mais de 150 espécies pertencentes ao gênero *Lactobacillus*, um grande número (cerca de 40) foi isolado pela primeira vez a partir de fermento natural espontânea de cereais (DE VUYST; NEYSENS, 2005; EHRMANN; VOGEL, 2005). Portanto, a seleção de potenciais *starters* para o fermento natural é mais conveniente dentro do gênero *Lactobacillus*. O fermento natural sofre variações por vários fatores, a exemplo de: temperatura, origem da farinha, tipo da grão utilizado, adição de suco de frutas, exposição ao ambiente, até a água utilizada gera mudanças no resultado final (MINERVINI *et al.*, 2019).

3.4 Tipos de fermento natural

O fermento natural é classificado em três tipos: tipo I, II e III. (CHAVAN; CHAVAN, 2011) sendo considerado o método de produção, tecnologia aplicada, e a consistência da massa como critérios de classificação. A consistência da massa é determinada através do rendimento da massa (RM), que é a proporção entre farinha e água. Podemos calcular o RD pela equação:

$$RM = \frac{(quantidade\ de\ farinha + quantidade\ de\ água) \cdot 100}{quantidade\ de\ farinha}$$

O fermento natural Tipo I é o fermento que, na maioria das vezes, é reativado usando uma parte da fermentação anterior, são chamadas de fermentos tradicionais. O tipo II é o tipo industrial de fermento, utiliza cepas adaptadas para iniciar a fermentação. Esse pode ser um fermento líquido, por esse motivo há a facilidade de ser bombeado em uma padaria industrial. O tipo III, fermento que pode ser desidratado, é frequentemente usado por padarias industriais,

porque o padrão de qualidade é constante e não existe muitas variações no produto. (BÖCKER *et al.*, 1995)

O mais utilizado para produção comercial é o Tipo III (CHAVAN; CHAVAN, 2011). As massas fermentadas Tipo III são as mais convenientes para reproduzir o sabor autêntico do pão na indústria de panificação de alta tecnologia. Na indústria, muitos tipos de massa fermentada Tipo III estão disponíveis (BÖCKER *et al.*, 1995). Diferentes técnicas de secagem são utilizadas, bem como a pasteurização de líquidos, para obter estabilidade microbiana. A secagem por spray e a secagem em tambor são as técnicas de secagem mais comumente usadas na produção de fermento do Tipo III (CHAVAN; CHAVAN, 2011).

O fermento natural Tipo I é geralmente produzido com uma massa firme com RM entre 150-160 e um processo tradicional, que se caracteriza pela fermentação espontânea, iniciada pelas cepas microbianas já presentes na farinha e feita à temperatura ambiente, de 20 a 30°C (NIONELLI *et al.*, 2014; BÖCKER *et al.*, 1995). O fermento inicial pode ser preparado apenas com farinha e água ou pela adição de outra matéria-prima naturalmente rica em microrganismos, conhecidos como inóculos, a exemplo de: frutas, iogurte, cortes ruminais e estrume (RIPARI *et al.*, 2016). A seleção da microbiota do fermento natural ocorre espontaneamente durante a realimentação diária, também chamado de *backslopping*. O *backslopping* diário é feito de cinco a dez vezes, de acordo com os microrganismos presentes no início do processo e das propriedades sensoriais que se deseja ter no produto final (BÖCKER *et al.*, 1995). A primeira população reflete a microbiota presente dentro da matéria-prima usada, gram-positiva (*Micrococcaceae*), gram-negativa, fungos (leveduras e bolores), BAL, e bactérias aeróbicas (*Gluconobacter sp.*) (ERCOLINI *et al.*, 2013).

O fermento natural do Tipo II tem processo de produção através do método industrial, já que ocorre apenas uma etapa de fermentação com BAL ou BAL com levedura durante 15 a 24 horas e então é feito um *backslopping* (DE VUYST *et al.*, 2014). As culturas *starter* são adicionadas numa proporção de 100:1 de BAL para levedura. Essas culturas *starter* podem se tornar dominantes, inibindo o crescimento da microbiota autóctone da farinha pela alta concentração em que é adicionada. Essa alta concentração acidifica o fermento muito mais rápido do que no fermento Tipo I (tradicional), conseqüentemente as BAL mais utilizadas neste processo são ácido tolerantes a exemplo de *L. amylovorus*, *L. panis*, *L. pontis* e *L. reuteri* (BÖCKER *et al.*, 1995; HUYS *et al.*, 2013; LHOMME *et al.*, 2015).

O valor do RM do fermento natural influenciará significativamente o perfil de sabor da massa fermentada. Quanto mais firme a massa fermentada menor o valor do RM, mais ácido acético é produzido e menos ácido láctico é produzido. A taxa de acidificação também é

influenciada pelo RM da massa fermentada. Quanto maior o RM, mais rápida ocorrerá a acidificação, provavelmente devido à melhor difusão dos ácidos orgânicos produzidos no meio. (SPICHER; STEPHAN, 1999).

3.5 Diversidade Microbiana dos Fermentos Naturais

O fermento natural, através da fermentação, tende ao crescimento imprevisível de vários microrganismos, o que gera uma qualidade do produto instável. Do ponto de vista ecológico, muitos pesquisadores estudaram recentemente a diversidade das BAL do fermento natural, principalmente a elucidação das interações das comunidades de BAL e os mecanismos dinâmicos durante o processo de fermentação, em busca de ter o controle e tentar projetar uma comunidade microbiana ideal para o fermento natural. (OSHIRO *et al.*, 2021). Durante a fase de adaptação microbiana, os diferentes fatores ambientais e parâmetros tecnológicos influenciam diretamente a seleção e o desempenho da microbiota (CAPPELLE *et al.*, 2013; DECOCK; CAPPELLE, 2005; HUYS *et al.*, 2013).

No decorrer dos últimos anos vários fatores vêm sendo estudados para determinar a inter-relação entre os microrganismos presentes nas microbiotas dos fermentos naturais até atingirem a estabilidade (maturidade). A microbiota de fermento natural foi revisada em trabalhos com ênfase em BAL (GOBBETTI *et al.* 2016; GÄNZLE e GOBBETTI, 2013; GÄNZLE e RIPARI, 2016; MINERVINI *et al.*, 2016), com ênfase nas leveduras da microbiota (De VUYST *et al.*, 2016; GUERZONI, *et al.*, 2013) e na totalidade dos microrganismos (De VUYST, *et al.*, 2009; De VUYST *et al.*, 2014; GOBBETTI *et al.*, 2016; MINERVINI *et al.*, 2014). Esses estudos descrevem a diversidade de espécies microbianas, origem, influência das matérias-primas no processo fermentativo, condições do processo fermentativo e fatores que levam a sua estabilidade. As espécies de BAL mais prevalentes são *Lactobacillus sanfranciscensis* (grupo *Lactobacillus fructivorans*), *Lactobacillus plantarum* (grupo *Lb. plantarum*), *Lactobacillus brevis* (grupo *Lb. brevis*), *Pediococcus pentosaceus* (*pediococci*), *Lactobacillus paralimentarius* (grupo *Lactobacillus alimentarius*), e *Lactobacillus fermentum* (grupo *Lactobacillus reuteri*). Alguns fermentos naturais também contêm as espécies *Leuconostoc* e *Weissella*.

Ainda falando da microbiota dos fermentos, outros microrganismos que fazem parte são as leveduras. Quando falamos de leveduras as mais encontradas são *Candida humilis* (reclassificada como *Kazachstania humilis*), outras espécies de *Kazachstania* (clado *Kazachstania*) e *Saccharomyces cerevisiae* (clado *Saccharomyces*). Essa última, isolada e reproduzida, é usada como fermento comercial na produção de pães e cervejas. (VAN KERREBROECK *et al.*, 2017)

A microbiota encontrada no fermento Tipo I é composta principalmente por BAL heterofermentativas e heterofermentativas facultativas (com ou sem presença de oxigênio) como exemplo: *L. brevis*, *L. sanfranciscensis*, *L. fermentum*, *Leuconostoc citreum*, *L. plantarum* e *Pediococcus pentosaceus* (MARIOTTI *et al.*, 2014; MINERVINI *et al.*, 2014a); e leveduras das espécies *S. cerevisiae* e *C. humillis*. (IACUMIN *et al.*, 2009; VALMORRI *et al.*, 2010)

As bactérias ácido lácticas compreendem vários gêneros, sendo agrupadas como homofermentativas ou heterofermentativas, de acordo com o produto final da sua fermentação. As BAL homofermentativas geram ácido láctico como produto da fermentação da glicose. Enquanto as heterofermentativas, além do ácido láctico, produzem outras substâncias, a exemplo do ácido acético, etanol e dióxido de carbono da fermentação da glicose (CARR *et al.*, 2002).

As leveduras produzem metabólicos primários etanol e dióxido de carbono (que dão leveza e volume à massa) e as bactérias convertem o etanol em ácido láctico. Essa acidez é boa para as leveduras, mas adversa para outros microrganismos proporcionando um controle microbiológico do sistema. A fermentação natural gera um pH mais adequado para a degradação do fitato por fitases endógenas e o fermento natural também pode ser uma fonte de fitases microbianas. O ácido fítico se liga a diversos minerais fundamentais à nutrição humana a exemplo do Magnésio, Fósforo e ferro, evitando a sua absorção pelo organismo e resultando na sua eliminação. O conteúdo de fitato foi reduzido de forma mais eficiente no pão de fermento natural (62%) em comparação com o pão fermentado com fermento industrial (38%) (LOPEZ *et al.*, 2001).

O baixo pH do FN contribui para a ação das enzimas proteolíticas que farão a hidrólise da glutenina (que é insolúvel em álcool e água, porém solúvel em soluções ácidas diluídas), proteína formadora de glúten. Este processo pode diminuir desconforto pela ingestão de glúten por pessoas intolerantes (MORONI *et al.*, 2009). Os aminoácidos gerados são absorvidos pelas BAL e leveduras, que os utilizam como fonte de nitrogênio. Esse metabolismo fornece os principais componentes químicos que são responsáveis pelo aroma final do pão: álcoois, aldeídos, diacetil, acetoína e ésteres (ROSELL, 2011).

3.6 A microbiota no fermento maduro

Como já dito anteriormente, na primeira fermentação, a população microbiana espelha a da farinha (e suco de fruta, se for adicionado), contendo BAL aeróbicas Gram-positivas a exemplo de *Bacillus sp.* e Gram-negativas como *Pseudomonas sp.*, bactérias aeróbicas, leveduras e bolores. Cada um presente em quantidades, na maioria das vezes, menores que 5 log UFC/g (ONNO; ROUSSEL, 1994; ROCHA; MALCATA, 2012). Ao adicionar água à farinha, ocorre a redução do potencial redox da massa (HAMMES, *et al.*, 2005; MINERVINI

et al., 2014a; VAN KERREBROECK *et al.*, 2017), dando condições para o desenvolvimento de anaeróbios facultativos (*Enterobacteriaceae* e leveduras) e de BAL na maior parte anaeróbios aerotolerantes.

As BAL têm o metabolismo bem adaptado a mono e dissacarídeos (GÄNZLE e GOBBETTI, 2013), gerando uma produção de ácidos acético e lático, baixando o pH. Essa redução se torna evidente depois da segunda etapa de fermentação, podendo inibir o desenvolvimento das *Enterobacteriaceae*, no entanto esse pH é bem tolerado pelas leveduras. Por causa disso, ao passar de várias etapas de fermentação, as leveduras e BAL acabam se adaptando mais eficientemente ao meio do fermento natural até se tornarem predominantes no fermento (HAMMES e GÄNZLE, 1998), em quantidades variando, respectivamente, entre 5 a 8 log UFC/g e 6 a 9 log UFC/g (LATTANZI *et al.*, 2013; MINERVINI *et al.*, 2012). O fermento maduro tem contagem celulares constantes de leveduras e BAL capazes de acidificar e fermentar alcançado entre 5 a 7 dias. (ERCOLINI *et al.*, 2013; VAN DER MEULEN *et al.*, 2007; WECKX *et al.*, 2010)

VAN der MEULEN *et al.*, (2007) e WECKX *et al.*, (2010) observaram uma atividade populacional característica, chamada de evolução trifásica, que independe das características das farinhas utilizadas: a) a primeira fase apresenta predominância de BAL dos gêneros *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Leuconostoc*; b) a segunda fase apresenta a presença de gêneros específicos do fermento natural: *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Weissella*; c) na terceira fase encontramos as cepas com melhor adaptação às condições do fermento natural, de espécies heterofermentativas obrigatórias: *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*. No entanto MINERVINI *et al.* (2012), e ZOTTA *et al.*, (2008) encontraram, em alguns casos, cepas de *Leuconostoc sp* nessa fase. Ademais bactérias de ácido acético, a exemplo de *Acetobacter sp*. (MINERVINI *et al.*, 2012; SCHEIRLINCK *et al.*, 2008; VOGELMANN *et al.*, 2009) foram encontradas além das BAL e leveduras. Porém o papel de bactérias aeróbias gram-negativas ainda não foi amplamente estudado dentro do fermento natural.

3.7 Alterações químicas e benefícios à saúde promovidos pela microbiota do fermento natural

Mudanças químicas promovidas por fermento natural contribuem significativamente para o sabor e propriedades funcionais do produto final. BAL tem um papel fundamental na fermentação de fermento natural. Bactérias heterofermentativas facultativas do tipo BAL são importantes para a produção de pão de fermentação natural com uma massa porosa, estando diretamente relacionado à qualidade sensorial do produto. Por outro lado, as bactérias

obrigatórias heterofermentativas do tipo BAL, além de influenciar no sabor, promovem a fermentação do produto. Diferentemente da fermentação apenas por leveduras (fermento), onde há um decréscimo na quantidade de aminoácidos devido ao metabolismo dos microrganismos, na fermentação por fermento natural há um acréscimo na quantidade de aminoácidos (especialmente valina, leucina e lisina), ressaltando que pães com quantidades excessivas de leucina produzem um pão com gosto desagradável e não apetitoso (ROSELL, 2015).

Pode-se dizer ainda que durante a ação das proteases e peptidases das bactérias do tipo BAL sob os polipeptídios solúveis e proteínas promovem um aumento na quantidade de peptídeos de cadeia curta, o que por sua vez contribuem para a elasticidade do glúten e plasticidade da massa. As bactérias do tipo BAL e o fermento natural estão sendo bastante utilizadas no mercado não só para a fabricação de pães, pois além de substituir alguns aditivos (MEUSER; VALENTIN, 2004), melhoraram a vida útil dos pães, e também tem sido utilizadas na criação de produtos com novas exigências dos consumidores como os pães sem glúten. No primeiro caso, ROSSEL (2015) relata que graças a produção de compostos como ácido láctico e acético, as BAL (*Lactobacillus plantarum* VTT E-78076 e *Pediococcus pentosaceus* VTT E-90390), juntamente com outros produtos bioativos adicionados à massa (ácido fenil-láctico) conferem ação antifúngica. Já a redução do glúten na massa pela ação da seleção cuidadosa de fermento natural que são utilizadas como fonte de enzimas proteolíticas capazes de diminuir a concentração deste para valores menores que 10ppm em alguns casos (BRANDT, 2007).

3.8 Efeitos tecnológicos da fermentação natural na qualidade do pão

A fermentação natural afeta todos os aspectos da qualidade do pão, tais como: textura, volume, vida de prateleira, envelhecimento, sabor e aroma. Os principais efeitos estão associados à produção de ácido láctico pelas BAL e pelo tempo extenso de fermentação, o qual permite a ação otimizada das enzimas amilases, proteases, fitases e pentosanases (BRANDNER *et al.*, 2019).

A acidificação é especialmente importante para a fabricação do pão de centeio, devido a dois fatores: a) o pão de centeio possui baixo teor de proteínas formadoras das estruturas do glúten e b) a hidratação da massa bem como a retenção de gás é dependente das pentosanas. A hidrólise parcial das pentosanas pelas enzimas pentosanases durante a fermentação natural aumenta a solubilidade e a retenção de água na massa, aumentando dessa forma o volume e melhorando a textura da mesma. Além do mais, a farinha de centeio tem uma atividade amilásica maior e uma temperatura de gelatinização do amido menor comparada à farinha de trigo. Isso resulta em uma amplitude térmica menor na qual a ativação da amilase e

gelatinização do amido coexistem. Durante o aquecimento dos farelos de pão no processo de cozimento, a atividade da amilase do centeio é suficientemente grande para comprometer ou mesmo destruir a estrutura do farelo, ao menos que a amilase seja inibida por um pH baixo, o qual por sua vez aumenta a atividade das proteases e fitases. A hidrólise do fitato durante a fermentação natural reduz a ligação de minerais e por isso aumenta sua biodisponibilidade, no entanto não se sabe se este fato é relevante para a dieta humana. No entanto, em locais em que a dieta é pobre em minerais, esse teor de fósforo proveniente do pão pode ser significativo (BRANDNER *et al.*, 2019; DI MONACO *et al.*, 2015).

Mesmo tendo estabelecido condições bioquímicas, a otimização e o controle destas condições geram desafios e têm limitações. Selecionar a cepa certa para os processos metabólicos desejados, exige o controle dos nutrientes disponíveis, o que inclui açúcares, aminoácidos livres, minerais, peptídeos, vitaminas e agentes tamponantes. Desta forma, várias pesquisas foram e são realizadas para compreender o impacto dos nutrientes disponíveis na propagação e atividade metabólica das BAL. Contudo, não é possível controlar todos os parâmetros nutricionais simultaneamente. Essas diferenças nas condições de crescimento, podem gerar alguns obstáculos quando se trata de aplicações industriais. (FOUCAUD *et al.*, 1997; HAYEK; IBRAHIM, 2013)

Vários trabalhos foram realizados para encontrar formas de aumentar a viabilidade e funcionalidade de probióticos durante o armazenamento. Para isso foram testados: rafinose, frutooligossacarídeos, manitol, maltodextrina e pectina, inulina e outros ingredientes foram verificados.(MARTÍNEZ-VILLALUENGA *et al.*, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2011; YEO; LIONG, 2010).

A viabilidade e a funcionalidade das BAL são umas das preocupações principais quando se trata de aplicações de probióticos. Contudo nem todas as cepas de BAL sejam probióticos a maioria das cepas probióticas pertence as BAL ou bifidobactérias (maiores grupos de bactéria que compõe a microbiota intestinal). Observou-se que probióticos morrem nos produtos alimentares durante a distribuição e armazenamento sob refrigeração (AZAÏS-BRAESCO *et al.*, 2010; KAILASAPATHY; CHIN, 2000; SHAH, 2007).

Outros trabalhos utilizaram microencapsulação ou encapsulamento para proteger as células bacterianas com intuito de mitigar os danos causados pelo ambiente externo e para manter a viabilidade. Na fermentação de alimentos, a composição (nutrientes e antimicrobianos), estrutura (permeabilidade ao oxigênio e atividade da água) e valor do pH podem afetar a funcionalidade da cultura inicial (DEL PIANO *et al.*, 2006; SONG *et al.*, 2012).

3.9 Produção de fermentos naturais desidratados

O fermento natural desidratado é classificado como Tipo III obtido a partir do Tipo II pelo processo de secagem, pelos processos descritos no tópico 3.4 deste capítulo. Encontrar a melhor forma de mantê-lo viável e funcional é o maior desafio enfrentado pela ciência atualmente.

Industrialmente a desidratação é feita pelos métodos de secagem em tambor e secagem por pulverização preferencialmente. Nos dois tipos anteriores a adição de fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) é necessária para ativação do processo fermentativo, contudo isso gera um efeito negativo no perfil aromático dos produtos finais (PRINCIPATO *et al.*, 2019). O setor de panificação dá preferência ao uso do Tipo III, pela garantia de padronização e conseqüentemente qualidade dos produtos. Outro fator é o armazenamento: o produto seco ocupa menor espaço e tem validade mais prolongada. Recentemente a utilização do fermento Tipo III teve um grande crescimento tanto na indústria quanto no uso doméstico. A seleção da cultura a ser utilizada é a etapa mais crucial em todo o processo, a cepa ou o conjunto de cepas escolhidas devem possuir resistência ao processo de secagem e se manter viável durante as etapas de reidratação e fermentação (CHAVAN; CHAVAN, 2011; PRINCIPATO *et al.*, 2019; REALE *et al.*, 2019).

A liofilização é outro método extremamente eficiente em manter as propriedades do fermento, mas tem altos custos de produção e consumo de energia. Isso fez a atenção ser focada em outros métodos de secagem como secagem por aspersão, secagem a vácuo e *fluid bed drying* (muito usado na indústria farmacêutica) (GOLSHAN TAFTI *et al.*, 2013; PEIGHAMBARDUST *et al.*, 2011).

STEFANELLO *et al.* (2018) utilizaram trealose com o objetivo de aumentar a viabilidade e funcionalidade de fermento desidratado. No decimo quarto dia de propagação, através de um processo que envolveu duas concentrações de trealose, 10% e 15%, mais o controle com 0%. O fermento foi congelado usando um congelador de temperatura ultrabaixa (-80°C) por 24 horas. Para então transferir as amostras para um liofilizador por 60 horas a 37°C e pressão de 40 Pascal.

STEFANELLO *et al.* (2018) verificou que o trealose tem efeito direto na sobrevivência de LAB, utilizando *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus fermentum*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Wickerhamomyces anomalus* e *Pediococcus pentosaceus*, e leveduras após a liofilização diretamente proporcional à quantidade utilizada tendo taxa de sobrevivência de 67%, 73% e 81%, para o controle, 10% e 15% de trealose. Quanto às leveduras houve redução maior nas contagens, o que mostra que o efeito crioprotetor é mais efetivo para BAL do que

para as leveduras. Nos testes sensoriais os resultados mostraram que não houve mudanças significativas, entre as amostras, no aroma e sabor dos pães produzidos com o fermento liofilizado com 0%, 10% e 15% de trealose.

SANTOS (2020) selecionou cepas de *Lactobacillus spp.* como cultivo iniciador para avaliar as características microbiológicas e físico-químicas do fermento natural e dos pães elaborados com ele. A partir destas cepas ele desenvolveu três tipos de fermento e um controle. Na produção dos pães utilizou-se os fermentos com onze dias de propagação e um pão comercial com fermento comercial. Ele realizou testes nos dias 0,1,3,7 após a produção dos pães e constatou que após 7 dias as amostras feitas com BAL foram as mais resistentes à deterioração durante o armazenamento.

Observou-se que o desenvolvimento de fermento natural inoculado com as cepas selecionadas permitiu a produção de fermentos com maior controle microbiológico, além da produção de pães com maior padronização. Já na Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) identificou-se que nos pães elaborados com BAL a acidez característica, identificada nas análises microbiológicas e físico-químicas, não foi notada durante a análise sensorial, contudo as amostras adicionadas de BAL tiveram os maiores valores no quesito textura. Em estudos subsequentes dos mesmos autores (dados não publicados), os fermentos desenvolvidos foram submetidos a liofilização e avaliados durante 60 dias armazenados a 28 °C, sendo a sobrevivência de BAL maior que as de leveduras nos fermentos desidratados, no entanto, apesar dessa variação na microbiota, os fermentos adicionados de BAL tiveram impacto positivo nas características físico-químicas dos pães testados (SANTOS, 2020).

Outro estudo realizado por REALE *et al.* (2019) teve como objetivo a produção de pães tradicionais com o uso de fermento natural sem utilizar o fermento industrial como ativador. Foi dada preferência à secagem por atomização ao invés de congelamento, liofilização. O fermento foi utilizado na produção de pães com intuito de avaliar a capacidade de fermentar as massas e as características sensoriais dos pães. As técnicas de: a) congelamento a -18°C; b) secagem a 40°C por 48 horas no vácuo a -87kPa; e c) atomização a -40°C e vácuo a 15Pa por 48 horas, foram utilizadas. A utilização de atomização se mostrou promissora e interessante, e seu uso permitiu a obtenção de um fermento caracterizado por uma grande vitalidade tanto de leveduras quanto de LAB quando comparada às técnicas tradicionais tendo em média diminuição de 1 na contagem de Log. Experimentos na produção de pães mostraram que o fermento natural desidratado, reidratado, pode ser usado com sucesso para fins de panificação, evitando o uso de fermento industrial como ativador, resultando em pães com características sensoriais comparáveis aos produzidos com fermento natural fresco.

Ainda são escassos os estudos com desenvolvimento de fermento natural desidratado, inoculado com BAL. No entanto, diante da demanda da indústria nesse setor maiores investigações no desenvolvimento, estabilidade e aplicação industrial são necessários para a criação de fermentos desidratados que não apenas contribuam com características de sabor, mas que também promovam crescimento dos pães sem o uso auxiliar de leveduras de padeiro.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de fermentação natural é capaz de substituir alguns ingredientes ou mesmo etapas de processamento, com consequente redução do custo da produção de pães. As bactérias do tipo BAL e o fermento natural estão sendo bastante utilizadas no mercado de panificação, pois além de substituírem os aditivos, melhoraram a vida útil de prateleira dos pães.

Na prática, a necessidade de fazer *backslopping* constantemente e a tentativa de manter, estáveis, as mesmas condições ambientais já configura cuidados e custos a mais em qualquer nível de produção que podem ser compensadas ou superadas pela redução da utilização de aditivos. Na maioria dos casos, seus procedimentos tradicionais são mantidos, no entanto algumas adaptações foram feitas ao longo do tempo para se adequar às necessidades da sociedade moderna, com a produção em larga escala e automatizada, a exemplo da produção de massas pré-prontas (*par-baked bread*), e de versões desidratadas, pasteurizadas ou congeladas do fermento natural. No entanto, na maioria dos casos, essas modificações no formato original do Fermento natural causam efeitos negativos (devido principalmente à inativação da biota) como a insuficiente atividade metabólica (versões congeladas) necessitando de uma inoculação para realizar uma boa fermentação, levando ao aumento do tempo da fase *lag* (período de adaptação ao meio) gerando um aumento de tempo da produção.

Uma forma desidratada e estável de fermento, que possa ser ativado em poucas horas, configura um grande avanço no controle da qualidade dos produtos e escalada na produção.

Futuros estudos, combinando diferentes BAL, cepas, métodos de preservação e protetores poderão chegar a métodos mais eficientes e economicamente mais viáveis.

REFERÊNCIAS

APLEVICZ, K. S. **Identificação de Bactérias Láticas e Leveduras em Fermento Natural Obtido a Partir de Uva e sua Aplicação em Pães**. 2013. 162 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107460>. Acesso em: 18 nov. 2021.

ARORA, K.; AMEUR, H.; POLO, A.; DI CAGNO, R.; RIZZELLO, C. G.; GOBBETTI, M. Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 108, n. November 2020, p. 71–83, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.12.008>.

AZAÏS-BRAESCO, V.; BRESSON, J. L.; GUARNER, F.; CORTHIER, G. Not all lactic acid bacteria are probiotics, ...but some are. **British Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 103, n. 7, p. 1079–1081, 2010. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifiser/S0007114510000723/type/journal_article.

BARTKIENE, E.; LELE, V.; RUZAUSKAS, M.; DOMIG, K. J.; STARKUTE, V.; ZAVISTANAVICIUTE, P.; BARTKEVICS, V.; PUGAJEVA, I.; KLUPSAITE, D.; JUODEIKIENE, G.; MICKIENE, R.; ROCHA, J. M. Lactic acid bacteria isolation from spontaneous sourdough and their characterization including antimicrobial and antifungal properties evaluation. **Microorganisms**, [s. l.], v. 8, n. 1, 2020.

BÖCKER, G.; STOLZ, P.; HAMMES, W. P. Neue Erkenntnisse zum Ökosystem Sauerteig und zur Physiologie der sauerteigtypischen Stämme *Lactobacillus sanfrancisco* and *Lactobacillus pontis*. In: 1995, [s. l.], . **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 1995.

BRANDNER, S.; BECKER, T.; JEKLE, M. Classification of starch-gluten networks into a viscoelastic liquid or solid, based on rheological aspects — A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 136, p. 1018–1025, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.06.160>.

BRANDT, M. J. Sourdough products for convenient use in baking. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 161–164, 2007.

CAPPELLE, S.; GUYLAINE, L.; GÄNZLE, M.; GOBBETTI, M. History and Social Aspects of Sourdough. In: HANDBOOK ON SOURDOUGH BIOTECHNOLOGY. [S. l.: s. n.], 2013. p. 1–10.

CARR, F. J.; CHILL, D.; MAIDA, N. The lactic acid bacteria: A literature survey. **Critical Reviews in Microbiology**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 281–370, 2002.

CAUVAIN, S. P. **Bread making**. 1. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2003. 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9781855735538/bread-making>.

CHAVAN, R. S.; CHAVAN, S. R. Sourdough Technology-A Traditional Way for

Wholesome Foods: A Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 169–182, 2011.

COSTA, M. S.; SCHOLZ, M. B. dos S.; MIRANDA, M. Z.; FRANCO, C. M. L. Effect of glutenin subunits on the baking quality of Brazilian wheat genotypes. **Bragantia**, [s. l.], v. 76, n. 1, p. 11–22, 2017.

CUQ, B.; ABECASSIS, J.; GUILBERT, S. State diagrams to help describe wheat bread processing. **International Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 759–766, 2003.

DE VUYST, L.; NEYSENS, P. The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 16, n. 1–3, p. 43–56, 2005.

DE VUYST, L.; VAN KERREBROECK, S.; HARTH, H.; HUYS, G.; DANIEL, H. M.; WECKX, S. Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform?. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 37, p. 11–29, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2013.06.002>.

DECOCK, P.; CAPPELLE, S. Bread technology and sourdough technology. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 16, n. 1–3, p. 113–120, 2005.

DEL PIANO, M.; MORELLI, L.; STROZZI, G. P.; ALLESINA, S.; BARBA, M.; DEIDDA, F.; LORENZINI, P.; BALLARÉ, M.; MONTINO, F.; ORSELLO, M.; SARTORI, M.; GARELLO, E.; CARMAGNOLA, S.; PAGLIARULO, M.; CAPURSO, L. Probiotics: from research to consumer. **Digestive and Liver Disease**, [s. l.], v. 38, p. S248–S255, 2006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1590865807600048>.

DI MONACO, R.; TORRIERI, E.; PEPE, O.; MASI, P.; CAVELLA, S. Effect of Sourdough with Exopolysaccharide (EPS)-Producing Lactic Acid Bacteria (LAB) on Sensory Quality of Bread during Shelf Life. **Food and Bioprocess Technology**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 691–701, 2015.

DUBOC, P.; MOLLET, B. Applications of exopolysaccharides in the dairy industry. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 759–768, 2001.

EHRMANN, M. A.; VOGEL, R. F. Molecular taxonomy and genetics of sourdough lactic acid bacteria. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 16, n. 1–3, p. 31–42, 2005.

ERCOLINI, D.; PONTONIO, E.; DE FILIPPIS, F.; MINERVINI, F.; STORIA, A. La; GOBBETTI, M.; DI CAGNO, R. Microbial ecology dynamics during rye and wheat sourdough preparation. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 79, n. 24, p. 7827–7836, 2013.

FOUCAUD, C.; FRANCOIS, A.; RICHARD, J. Development of a chemically defined medium for the growth of *Leuconostoc mesenteroides*. **Applied and Environmental**

Microbiology, [s. l.], v. 63, n. 1, p. 301–304, 1997.

GÄNZLE, M. G. Bread: Sourdough Bread. **Encyclopedia of Food Microbiology: Second Edition**, [s. l.], v. 1, p. 309–315, 2014.

GÄNZLE, M. G.; ZHENG, J. Lifestyles of sourdough lactobacilli – Do they matter for microbial ecology and bread quality?. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 302, n. August, p. 15–23, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.019>.

GERARDO-RODRÍGUEZ, J. E.; RAMÍREZ-WONG, B.; TORRES-CHÁVEZ, P. I.; LEDESMA-OSUNA, A. I.; CARVAJAL-MILLÁN, E.; LÓPEZ-CERVANTES, J.; SILVAS-GARCÍA, M. I. Effect of part-baking time, freezing rate and storage time on part-baked bread quality. **Food Science and Technology (Brazil)**, [s. l.], v. 41, n. June, p. 352–359, 2021.

GOBBETTI, M. The sourdough microflora: Interactions of lactic acid bacteria and yeasts. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 9, n. 7, p. 267–274, 1998.

GOBBETTI, M.; GÄNZLE, M. (org.). **Handbook on Sourdough Biotechnology**. Boston, MA: Springer US, 2013. 2013. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-1-4614-5425-0>.

GOLSHAN TAFTI, A.; PEIGHAMBARDUST, S. H.; BEHNAM, F.; BAHRAMI, A.; AGHAGHOLIZADEH, R.; GHAMARI, M.; ABBAS RAFAT, S. Effects of spray-dried sourdough on flour characteristics and rheological properties of dough. **Czech Journal of Food Sciences**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 361–367, 2013.

HAMMES, W. P.; BRANDT, M. J.; FRANCIS, K. L.; ROSENHEIM, J.; SEITTER, M. F. H.; VOGELMANN, S. A. Microbial ecology of cereal fermentations. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 16, n. 1–3, p. 4–11, 2005. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092422440400189X>.

HAMMES, W. P.; GÄNZLE, M. G. Sourdough breads and related products. **Microbiology of Fermented Foods**, [s. l.], p. 199–216, 1998.

HAYEK, S. A.; IBRAHIM, S. A. Current Limitations and Challenges with Lactic Acid Bacteria: A Review. **Food and Nutrition Sciences**, [s. l.], v. 04, n. 11, p. 73–87, 2013. Disponível em: http://file.scirp.org/Html/10-2700895_40133.htm.

HOLZAPFEL, W.; INTERNATIONAL, U. S.-F. R.; 2002, U. Introduction to pre-and probiotics. **Food Research International**, [s. l.], v. 35, p. 109–116, 2002.

HUYS, G.; DANIEL, H.-M.; DE VUYST, L. Taxonomy and Biodiversity of Sourdough Yeasts and Lactic Acid Bacteria. In: GOBBETTI, M.; GÄNZLE, M. (org.). **Handbook on Sourdough Biotechnology**. New York: Springer Science, 2013. p. 105–154.

IACUMIN, L.; CECCHINI, F.; MANZANO, M.; OSUALDINI, M.; BOSCOLO, D.;

ORLIC, S.; COMI, G. Description of the microflora of sourdoughs by culture-dependent and culture-independent methods. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 128–135, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2008.10.010>.

JUODEIKIENE, G.; BARTKIENE, E.; VISKELIS, P.; URBONAVICIENE, D.; EIDUKONYTE, D.; BOBINAS, C. Fermentation Processes Using Lactic Acid Bacteria Producing Bacteriocins for Preservation and Improving Functional Properties of Food Products. *In: ADVANCES IN APPLIED BIOTECHNOLOGY*. [S. l.]: InTech, 2012. v. i, p. 13. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/advances-in-applied-biotechnology/fermentation-processes-using-lactic-acid-bacteria-producing-bacteriocins-for-preservation-and-improv>.

KAILASAPATHY, K.; CHIN, J. Survival and therapeutic potential of probiotic organisms with reference to *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium* spp. **Immunology and Cell Biology**, [s. l.], v. 78, n. 1, p. 80–88, 2000. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1440-1711.2000.00886.x>.

KLINE, L.; SUGIHARA, T. F. Isolation and Characterization of Undescribed Bacterial Species Responsible for the Souring Activity. **Applied Microbiology**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 459–465, 1971.

LATTANZI, A.; MINERVINI, F.; DI CAGNO, R.; DIVICCARO, A.; ANTONIELLI, L.; CARDINALI, G.; CAPPELLE, S.; DE ANGELIS, M.; GOBBETTI, M. The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 163, n. 2–3, p. 71–79, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.010>.

LHOMME, E.; LATTANZI, A.; DOUSSET, X.; MINERVINI, F.; DE ANGELIS, M.; LACAZE, G.; ONNO, B.; GOBBETTI, M. Lactic acid bacterium and yeast microbiotas of sixteen French traditional sourdoughs. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 215, p. 161–170, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.09.015>.

LI, Y.; FU, J.; SHEN, Q.; YANG, D. High-molecular-weight glutenin subunits: Genetics, structures, and relation to end use qualities. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 1–14, 2021.

LOPEZ, H. W.; KRESPINE, V.; GUY, G.; MESSAGER, A.; DEMIGNE, C.; REMESY, C. Prolonged fermentation of whole wheat sourdough reduces phytate level and increases soluble magnesium. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 49, n. 5, p. 2657–2662, 2001.

LOPONEN, J.; MIKOLA, M.; KATINA, K.; SONTAG-STROHM, T.; SALOVAARA, H. Degradation of HMW Glutenins during Wheat Sourdough Fermentations. **Cereal Chemistry**, [s. l.], v. 81, n. 1, p. 87–93, 2004.

MARIA BIELECKA, ELZBIETA BIEDRZYCKA, A. M. Selection of probiotics and prebiotics for synbiotics and confirmation of their in vivo effectiveness. **Food Research**

International, [s. l.], v. 35, n. 2002, p. 125–131, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996901001739>.

MARIOTTI, M.; GAROFALO, C.; AQUILANTI, L.; OSIMANI, A.; FONGARO, L.; TAVOLETTI, S.; HAGER, A. S.; CLEMENTI, F. Barley flour exploitation in sourdough bread-making: A technological, nutritional and sensory evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 59, n. 2P1, p. 973–980, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.052>.

MARKGREN, J.; HEDENQVIST, M.; RASHEED, F.; SKEPÖ, M.; JOHANSSON, E. Glutenin and gliadin, a piece in the puzzle of their structural properties in the cell described through monte carlo simulations. **Biomolecules**, [s. l.], v. 10, n. 8, p. 1–19, 2020.

MARTÍNEZ-VILLALUENGA, C.; FRÍAS, J.; GÓMEZ, R.; VIDAL-VALVERDE, C. Influence of addition of raffinose family oligosaccharides on probiotic survival in fermented milk during refrigerated storage. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 16, n. 7, p. 768–774, 2006. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694605001640>.

MCCANN, T. H.; SMALL, D. M.; BATEY, I. L.; WRIGLEY, C. W.; DAY, L. Protein-lipid interactions in gluten elucidated using acetic acid fractionation. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 115, n. 1, p. 105–112, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.11.070>.

MEUSER, F.; VALENTIN, M. Fermented doughs in bread production. *In: HANDBOOK OF FOOD AND BEVERAGE FERMENTATION TECHNOLOGY*. [S. l.: s. n.], 2004. p. 757–782.

MINERVINI, F.; DE ANGELIS, M.; DI CAGNO, R.; GOBBETTI, M. Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 171, p. 136–146, 2014a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.021>.

MINERVINI, F.; DE ANGELIS, M.; DI CAGNO, R.; GOBBETTI, M. Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 171, p. 136–146, 2014b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.021>.

MINERVINI, F.; DI CAGNO, R.; LATTANZI, A.; DE ANGELIS, M.; ANTONIELLI, L.; CARDINALI, G.; CAPPELLE, S.; GOBBETTI, M. Lactic acid bacterium and yeast microbiotas of 19 sourdoughs used for traditional/typical Italian breads: Interactions between ingredients and microbial species diversity. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 78, n. 4, p. 1251–1264, 2012.

MINERVINI, F.; DINARDO, F. R.; CELANO, G.; DE ANGELIS, M.; GOBBETTI, M. Lactic acid bacterium population dynamics in artisan sourdoughs over one year of daily propagations is mainly driven by flour microbiota and nutrients. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], v. 9, n. AUG, p. 1–15, 2018.

MINERVINI, F.; DINARDO, F. R.; DE ANGELIS, M.; GOBBETTI, M. Tap water is one of the drivers that establish and assembly the lactic acid bacterium biota during sourdough preparation. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-018-36786-2>.

MORONI, A. V.; DAL BELLO, F.; ARENDT, E. K. Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue?. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 26, n. 7, p. 676–684, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2009.07.001>.

NIONELLI, L.; CURRI, N.; CUIEL, J. A.; DI CAGNO, R.; PONTONIO, E.; CAVOSKI, I.; GOBBETTI, M.; RIZZELLO, C. G. Exploitation of Albanian wheat cultivars: Characterization of the flours and lactic acid bacteria microbiota, and selection of starters for sourdough fermentation. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 44, p. 96–107, 2014.

ONNO, B.; ROUSSEL, P. Technologie de la panification au levain. In: DE ROISSARD, H.; LUQUET, F. M. (org.). **Bactéries lactiques**. [S. l.: s. n.], 1994. p. 293–320.

OSHIRO, M.; ZENDO, T.; NAKAYAMA, J. Diversity and dynamics of sourdough lactic acid bacteriota created by a slow food fermentation system. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, [s. l.], v. 131, n. 4, p. 333–340, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2020.11.007>.

PALOMBA, S.; CAVELLA, S.; TORRIERI, E.; PICCOLO, A.; MAZZEI, P.; BLAIOTTA, G.; VENTORINO, V.; PEPE, O. Polyphasic screening, homopolysaccharide composition, and viscoelastic behavior of wheat sourdough from a *Leuconostoc lactis* and *Lactobacillus curvatus* exopolysaccharide-producing starter culture. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 78, n. 8, p. 2737–2747, 2012.

PAREYT, B.; FINNIE, S. M.; PUTSEYS, J. A.; DELCOUR, J. A. Lipids in bread making: Sources, interactions, and impact on bread quality. **Journal of Cereal Science**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 266–279, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2011.08.011>.

PEIGHAMBARDOUST, S. H.; GOLSHAN TAFTI, A.; HESARI, J. Application of spray drying for preservation of lactic acid starter cultures: A review. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 215–224, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2011.01.009>.

PETERS, E. j. **San Francisco A Food Biography**. [S. l.]: Rowman & Littlefield, 2013. 2013. Disponível em: <https://rowman.com/ISBN/9780759121515/San-Francisco-A-Food-Biography>.

PRINCIPATO, L.; GARRIDO, G. D.; MASSARI, M.; DORDONI, R.; SPIGNO, G. Effect of commercial dried sourdoughs on structural characteristics of wheat bread. **Chemical Engineering Transactions**, [s. l.], v. 75, n. August 2018, p. 349–354, 2019.

REALE, A.; DI RENZO, T.; PREZIUSO, M.; PANFILI, G.; CIPRIANO, L.; MESSIA, M. C. Stabilization of sourdough starter by spray drying technique: New breadmaking

perspective. *Lwt*, [s. l.], v. 99, n. September 2018, p. 468–475, 2019.

RIPARI, V.; GÄNZLE, M. G.; BERARDI, E. Evolution of sourdough microbiota in spontaneous sourdoughs started with different plant materials. *International Journal of Food Microbiology*, [s. l.], v. 232, p. 35–42, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.025>.

ROBERFROID, M. B. Prebiotics: Preferential substrates for specific germs?. *American Journal of Clinical Nutrition*, [s. l.], v. 73, n. 2 SUPPL., p. 406–409, 2001.

ROCHA, J. M.; MALCATA, F. X. Microbiological profile of maize and rye flours, and sourdough used for the manufacture of traditional Portuguese bread. *Food Microbiology*, [s. l.], v. 31, n. 1, p. 72–88, 2012.

RODRIGUES, D.; ROCHA-SANTOS, T. A. P.; PEREIRA, C. I.; GOMES, A. M.; MALCATA, F. X.; FREITAS, A. C. The potential effect of FOS and inulin upon probiotic bacterium performance in curdled milk matrices. *LWT - Food Science and Technology*, [s. l.], v. 44, n. 1, p. 100–108, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2010.05.021>.

ROSELL, C. M. **Bread: Chemistry of Baking**. 3. ed. [S. l.]: Elsevier Ltd., 2015. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00088-X>.

ROSELL, C. M. The Science of Doughs and Bread Quality. **Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention**, [s. l.], p. 3–14, 2011.

RUAS-MADIEDO, P.; HUGENHOLTZ, J.; ZOON, P. An overview of the functionality of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. *International Dairy Journal*, [s. l.], v. 12, n. 2–3, p. 163–171, 2002.

SANTOS, J. G. **Utilização de Bactérias Ácido Láticas Isoladas de Resíduo de Frutas como Cultivo Iniciador: Viabilidade Tecnológica na Elaboração de Fermentos e Pães**. 2020. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso - UFPB, João Pessoa 2020.

SCHEIRLINCK, I.; VAN DER MEULEN, R.; VAN SCHOOR, A.; VANCANNEYT, M.; DE VUYST, L.; VANDAMME, P.; HUYS, G. Taxonomic structure and stability of the bacterial community in Belgian sourdough ecosystems as assessed by culture and population fingerprinting. *Applied and Environmental Microbiology*, [s. l.], v. 74, n. 8, p. 2414–2423, 2008.

SHAH, N. P. Functional cultures and health benefits. *International Dairy Journal*, [s. l.], v. 17, n. 11, p. 1262–1277, 2007. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694607000696>.

SHORTT, C. The probiotic century: Historical and current perspectives. *Trends in Food Science and Technology*, [s. l.], v. 10, n. 12, p. 411–417, 1999.

SONG, D.; IBRAHIM, S.; HAYEK, S. Recent Application of Probiotics in Food and

Agricultural Science. *In: PROBIOTICS*. [S. l.]: InTech, 2012. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/probiotics/recent-application-of-probiotics-in-food-and-agricultural-science>.

SPICHER, G.; STEPHAN, H. **Handbuch Sauerteig: Biologie - Biochemie - Technologie**. [S. l.: s. n.], 1999. 1999.

STEFANELLO, R. F.; MACHADO, A. A. R.; PASQUALIN CAVALHEIRO, C.; BARTHOLOMEI SANTOS, M. L.; NABESHIMA, E. H.; COPETTI, M. V.; FRIES, L. L. M. Trehalose as a cryoprotectant in freeze-dried wheat sourdough production. **LWT - Food Science and Technology**, [s. l.], v. 89, n. November 2017, p. 510–517, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.011>.

VALMORRI, S.; TOFALO, R.; SETTANNI, L.; CORSETTI, A.; SUZZI, G. Yeast microbiota associated with spontaneous sourdough fermentations in the production of traditional wheat sourdough breads of the Abruzzo region (Italy). **Antonie van Leeuwenhoek, International Journal of General and Molecular Microbiology**, [s. l.], v. 97, n. 2, p. 119–129, 2010.

VAN DER MEULEN, R.; SCHEIRLINCK, I.; VAN SCHOOR, A.; HUYS, G.; VANCANNEYT, M.; VANDAMME, P.; DE VUYST, L. Population dynamics and metabolite target analysis of lactic acid bacteria during laboratory fermentations of wheat and spelt sourdoughs. **Applied and Environmental Microbiology**, [s. l.], v. 73, n. 15, p. 4741–4750, 2007.

VAN KERREBROECK, S.; COMASIO, A.; HARTH, H.; DE VUYST, L. Impact of starter culture, ingredients, and flour type on sourdough bread volatiles as monitored by selected ion flow tube-mass spectrometry. **Food Research International**, [s. l.], v. 106, n. July 2017, p. 254–262, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.068>.

VAN KERREBROECK, S.; MAES, D.; DE VUYST, L. Sourdoughs as a function of their species diversity and process conditions, a meta-analysis. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 68, p. 152–159, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.08.016>.

VOGELMANN, S. A.; SEITTER, M.; SINGER, U.; BRANDT, M. J.; HERTEL, C. Adaptability of lactic acid bacteria and yeasts to sourdoughs prepared from cereals, pseudocereals and cassava and use of competitive strains as starters. **International Journal of Food Microbiology**, [s. l.], v. 130, n. 3, p. 205–212, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.01.020>.

WECKX, S.; VAN DER MEULEN, R.; MAES, D.; SCHEIRLINCK, I.; HUYS, G.; VANDAMME, P.; DE VUYST, L. Lactic acid bacteria community dynamics and metabolite production of rye sourdough fermentations share characteristics of wheat and spelt sourdough fermentations. **Food Microbiology**, [s. l.], v. 27, n. 8, p. 1000–1008, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2010.06.005>.

YEO, S.-K.; LIONG, M.-T. Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 90, n. 2, p. 267–275, 2010. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jsfa.3808>.

ZIEMER, C. J.; GIBSON, G. R. An overview of probiotics, prebiotics and synbiotics in the functional food concept: Perspectives and future strategies. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 8, n. 5–6, p. 473–479, 1998.

ZOTTA, T.; PIRAINO, P.; PARENTE, E.; SALZANO, G.; RICCIARDI, A. Characterization of lactic acid bacteria isolated from sourdoughs for Cornetto, a traditional bread produced in Basilicata (Southern Italy). **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 24, n. 9, p. 1785–1795, 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11274-008-9671-0>.