

sban

Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

**OPÇÕES DE PROCESSOS E
INGREDIENTES PARA MELHORAR
O VALOR NUTRICIONAL DO PÃO**

Elisa Noemberg Lazzari Karkle





Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição

A Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN), fundada em 31 de julho de 1985, é uma associação civil de cunho científico, multiprofissional, sem fins lucrativos.

Realiza periodicamente reuniões científicas e publica a revista científica *Nutrire*, objetivando a aproximação entre os especialistas brasileiros, membros ou não da Sociedade, e o intercâmbio de informações científicas entre os mesmos.

Mantém intercâmbio com associações científicas nacionais, bem como com especialistas e associações congêneres de países estrangeiros. Nesse sentido é Adhering Body da International Union of Nutritional Sciences - IUNS desde 1997 e Affiliate Membership da American Society for Nutrition - ASN a partir de 2015.

MISSÃO

Estimular e divulgar conhecimentos no campo da Alimentação e Nutrição, estabelecer Declaração de Posicionamento, Documentos Técnicos e informar a população sobre assuntos relacionados a essas áreas.

ESTE DOCUMENTO TÉCNICO

O material *Opções de Processos e Ingredientes para Melhorar o Valor Nutricional do Pão* reúne referências nacionais e internacionais com o objetivo de apresentar diferentes processos para a produção de pães de melhor valor nutricional.

Dra. Olga Amancio
Presidente

Qualificações da Diretoria SBAN 2019-2021

DRA. OLGA MARIA SILVERIO AMANCIO **PRESIDENTE**

Nutricionista. Professora Sênior do Departamento de Pediatria da Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo. Assessora da ANVISA - Área de Alimentos, Codex Alimentarius.

PROF. DR. HELIO VANNUCCHI **1º VICE-PRESIDENTE**

Médico - Vice Presidente Professor Titular Sênior do Departamento de Clínica Médica, Divisão de Nutrologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Doutorado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Pós doutorado pela Universidade da Califórnia, Berkeley.

PROF. JORGE MANCINI FILHO **2º VICE PRESIDENTE**

Farmacêutico-bioquímico. Professor Titular Sênior do Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo e Pós doutorado na Universidade da Califórnia- Davis- USA e no Karlsruher Institut for Technologie- Alemanha. Vogal da Área de Agroalimentação do CYTED (Ciência y Tecnologia para o Desenvolvimento).

DRA. MÁRCIA O. TERRA **SECRETÁRIA-GERAL**

Nutricionista. Especialista em Nutrição Clínica pelo Hospital das Clínicas - USP, em Administração de Empresas com Aprofundamento em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas, em Ciências do Consumo Aplicadas pela Escola Superior de Propaganda e Marketing, membro da Academy of Nutrition and Dietetics.

MS. SUELI LONGO **1ª SECRETÁRIA**

Nutricionista. Especialista em Nutrição e Esporte (ASBRAN/CFN), Mestre em comunicação social (UMESP). Sócia-proprietária do Instituto de Nutrição Harmonie. Autora do livro Manual de Nutrição para o Exercício Físico (Atheneu) e Serie SBAN: Nutrição do exercício físico ao esporte (Manole).

DRA. ROSANA FARAH SIMONY **LAMIGUEIRO TOIMIL**

2ª SECRETÁRIA

Nutricionista, Professora Adjunta do Curso de Nutrição da Universidade Presbiteriana Mackenzie, Doutora em Ciências Médicas pela Universidade Federal de São Paulo / Escola Paulista de Medicina.

DRA. MARISA LIPI **1ª TESOUREIRA**

Nutricionista e Administradora de Empresas. Professora titular da Universidade Metodista de São Paulo e Sócia-administradora da Mel Eventos Empresariais. Mestre em Nutrição pela Universidade de São Paulo, especialista em Gestão de Negócios em Serviços de Alimentação pelo SENAC-SP.

DRA. PATRICIA RUFFO **2ª TESOUREIRA**

Nutricionista Gerente Científico Abbott Nutrition. Pós Graduada em Nutrição Infantil pela Faculdade de Medicina da Universidade São Paulo.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	3
OPÇÕES DE PROCESSO	4
FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE	4
O PROCESSO DE FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE	5
O IMPACTO NUTRICIONAL DA FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE	7
IMPACTO NA TRANSFORMAÇÃO E METABOLISMO DE CARBOIDRATOS	7
IMPACTO NA TRANSFORMAÇÃO E METABOLISMO DE PROTEÍNAS E PEPTÍDEOS	8
FERMENTAÇÃO PROLONGADA	8
DEFINIÇÃO E PROCESSO DE FERMENTAÇÃO PROLONGADA	8
IMPACTO NUTRICIONAL DA FERMENTAÇÃO PROLONGADA	9
OPÇÕES DE INGREDIENTES	10
PRODUTOS DE MASSA MADRE INATIVA	10
FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D	10
VITAMINA D	11
CASOS DE FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D	12
CONSIDERAÇÕES FINAIS	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14



INTRODUÇÃO

O pão é um alimento amplamente consumido no Brasil. Segundo o IBGE (2008), o consumo per capita é de 53 g/dia, o equivalente a um pão francês ou duas fatias de pão de forma. A indústria da panificação se move, ao mesmo tempo, rumo à tradição e à inovação. A busca por funcionalidade e controle dietético acontece ao lado da demanda por naturalidade e autenticidade (Queiroz et al., 2014). É necessário forte embasamento técnico para atender às demandas dos consumidores e oferecer um produto que tenha impacto relevante sobre seu estado nutricional. O conhecimento técnico também se faz necessário para sobrepor o desafio de oferecer naturalidade e autenticidade no contexto da produção industrial.

O presente documento técnico tem como objetivo apresentar diferentes processos e ingredientes disponíveis para a produção de pães de melhor valor nutricional. A discussão de modo algum inclui todas as opções possíveis. Optou-se por focar em alterações ainda pouco exploradas pela indústria da panificação no Brasil, mas que tem um sólido embasamento técnico para sua adoção. Outro ponto de atenção é que uma alteração no valor nutricional do pão não necessariamente trará benefícios para todos os indivíduos ou grupos populacionais. Tal especificidade é discutida caso a caso, ao longo do documento.

OPÇÕES DE PROCESSO

FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE

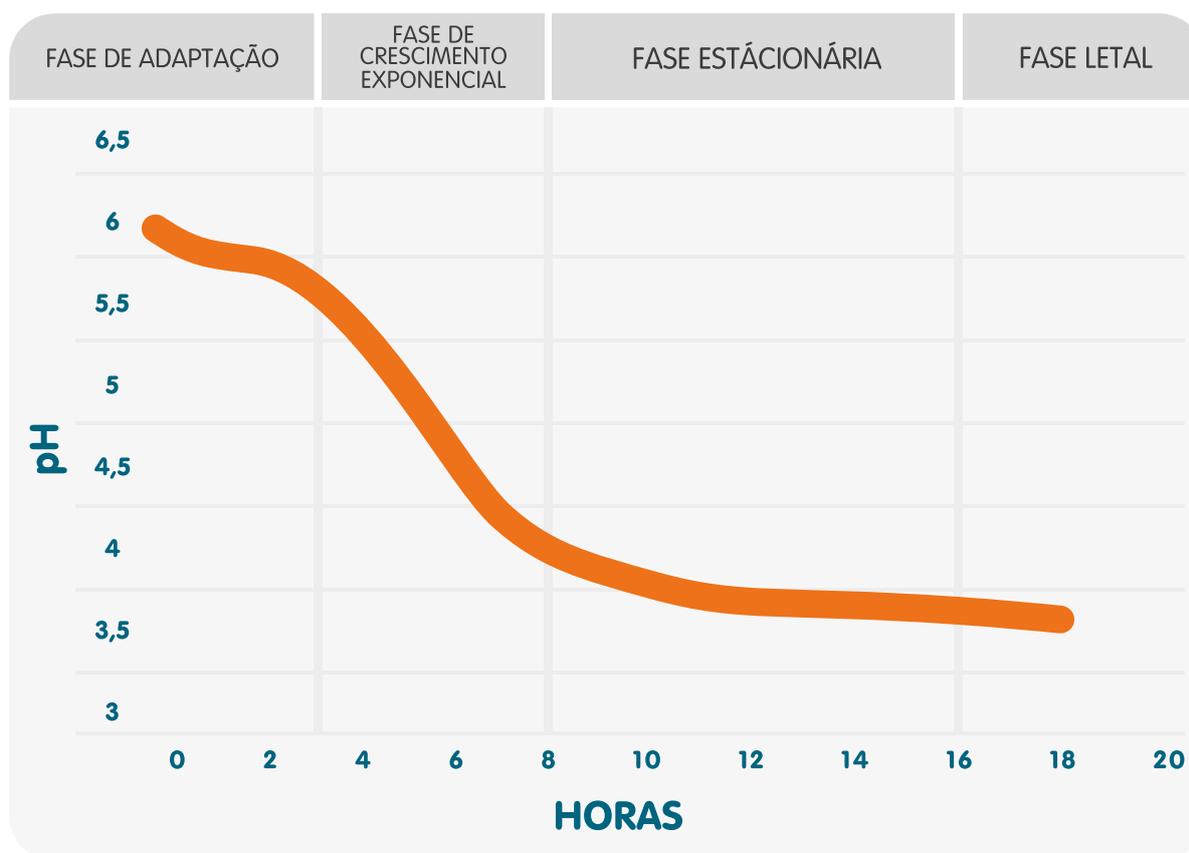
O que é a fermentação com massa madre

A fermentação de cereais pode ser baseada na (a) fermentação espontânea, (b) fermentação com uma cultura de massa madre (uma massa fermentada ativa inoculada por uma massa anterior, base do método tradicional de panificação), ou (c) fermentação com levedura comercial (base da panificação moderna). A fermentação espontânea de farinha e água é usada como a etapa inicial para obter uma massa madre. A massa fermentada passa por várias etapas de alimentação para selecionar culturas de bactérias ácido-láticas e leveduras que são bem adaptadas à farinha e forma-se o que se conhece por massa madre ou fermento natural ativo. No Brasil, a massa madre recebe o nome de levain (do francês), fermento natural (do italiano lievito naturale), massa ácida (do inglês sourdough), além de uma variedade de nomes regionais (como “pé de massa” e “isca”). Os termos “fermento selvagem” e “fermento espontâneo” também tem sido usados para diferenciá-la do fermento comercial.

A composição da microflora da massa madre e suas características são determinadas por fatores endógenos dos cereais utilizados (carboidratos, fontes de nitrogênio, minerais, lipídeos e ácidos graxos livres e atividade enzimática), e dos parâmetros de processo (temperatura, hidratação, disponibilidade de oxigênio, tempo de fermentação e etapas de propagação) (Corsetti e Settanni, 2007). As bactérias do gênero *Lactobacillus* são as mais relevantes na microflora e mais de 50 espécies foram identificadas em massas madres. As mais frequentemente isoladas são *Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lb. brevis* e *Lb. plantarum*. As espécies de *Lactobacillus* podem ser homofermentativas ou heterofermentativas. *Lactobacillus* homofermentativos produzem apenas ácido lático a partir da glicose, enquanto os heterofermentativos produzem, além do ácido lático, gás carbônico, ácido acético e etanol. Os *Lactobacillus* heterofermentativos obrigatórios em geral dominam as massas madres (Gänzle, 2014).

Associadas às bactérias ácido-láticas estão leveduras, em proporção aproximada de 1:100 unidades formadoras de colônias. Mais de 20 espécies foram identificadas. Sua contribuição na fermentação de pães com massa madre é primariamente a produção de gás. Uma associação comumente encontrada em massas madres ao redor do mundo é entre *Lb. sanfranciscensis* e *Candida milleri* (anteriormente classificada como *Sacharomyces exiguus*). Enquanto a bactéria fermenta maltose, a levedura fermenta preferencialmente glicose ou sacarose, sendo ainda tolerante ao ácido acético (Corsetti e Settanni, 2007). A *Saccharomyces cerevisiae* (ou “fermento biológico”, a levedura isolada usada em panificação comercial) é comumente isolada em massas madres, mas por contaminação com fermento comercial. Durante as propagações, a *S. cerevisiae* rapidamente desaparece da microflora dominada por *Lactobacillus* heterofermentativos por inibição do ácido acético e repressão do gene envolvido com fermentação da maltose (Corsetti e Settanni, 2007).

FIGURA 1. FASES DE CRESCIMENTO DE BACTÉRIAS ÁCIDO-LÁCTICAS EM FERMENTAÇÕES DE MASSA MADRE



Fonte: Böcker

Massa madre inoculada com 10% de cultura (base farinha), absorção 50%, temperatura de fermentação 26-28°C. Para ser usada para fermentação da massa de pão, a massa madre deve estar na fase de crescimento exponencial. Seu uso na fase estacionária trará acidez pronunciada, porém pouco poder fermentativo (deverá ser usada em conjunto com levedura comercial).

O processo de fermentação com massa madre

No Brasil não existe legislação com definição de pão com massa madre ou de fermentação natural. Para efeito de diferenciação do processo, aqui descreve-se o processo de fermentação exclusivamente com as culturas da massa madre, sem uso da levedura comercial. Cabe ressaltar, porém, que é possível combinar os dois processos (ver Figura 1). As legislações francesa e espanhola, por exemplo, permitem o uso de no máximo 0,2% (base farinha) de levedura comercial na etapa final do "pain au levain" ou pão "elaborado con masa madre" (França, Décret n. 93-1074, 1993; Espanha, Real Decreto 308/2019).

O pão de fermentação exclusiva com massa madre depende da utilização de uma massa madre ativa (Figura 1). Existem no mercado culturas específicas para o preparo de massa madre na padaria ou planta, mas ela também pode ser iniciada por fermentação espontânea ou de uma massa madre de outra padaria. A manutenção de uma massa madre própria é mais comum em padarias artesanais de estilo europeu, mas também ocorre em grandes indústrias para produtos específicos, como o panetone. Sua manutenção exige um cuidado contínuo, seguindo procedimentos padronizados para garantir a qualidade constante do produto final. A massa madre que tem uso contínuo sob condições constantes de fermentação normalmente mantém sua atividade sendo alimentada com farinha e água. A cada uso, uma porção é mantida e o peso

original é restaurado com farinha e água. A proporção entre farinha e água é muito variável, desde 2:1 até 1:2 (p/p farinha: água).

Se ocorre perda da massa madre, uma nova fermentação precisa ser iniciada, processo que leva ao menos uma semana para obter atividade suficiente para uma boa fermentação da massa (possivelmente mais para chegar a uma cultura estável). No caso do estabelecimento de uma nova massa madre ou adaptação de uma massa vinda de outra padaria, corre-se o risco de não conseguir estabelecer a mesma microflora devido a variações na matéria prima e ambiente.

Com o intuito de melhorar a padronização dos produtos de massa madre, foi introduzida a primeira cultura comercial para massa madre, na Alemanha, no começo do século XX. A padaria ou indústria compra do fornecedor a garantia de padronização e atividade fermentativa da cultura, o que pode ser bastante desejável para indústrias com múltiplas plantas. No processo usual, a cultura é inoculada em farinha e água e fermentada em condições controladas até a acidez desejada. Após essa etapa, a massa madre pode ser resfriada e usada ao longo da produção do dia. Ela pode ser propagada na planta ao longo de uma semana, sendo então recomendada uma nova inoculação para evitar alterações e adaptações na cultura. É importante ressaltar que o uso de uma massa madre ativa resulta em um processo com menor tolerância a interrupções e paradas, além da necessidade de equipamento específico e mão de obra treinada.

Independente da forma de compra e manutenção da massa madre, seu uso representa 10 a 40% da farinha total da formulação do pão. O processo de panificação com massa madre varia consideravelmente, mas as etapas usuais estão demonstradas na Figura 2. A produção de ácidos pelas culturas causa redução de pH da massa para inferior a 4,5 (mínimos por volta de 3,6-4,2).

FIGURA 2. PROCESSO DE PANIFICAÇÃO COM FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE



O impacto nutricional da fermentação com massa madre

Impacto na transformação e metabolismo de carboidratos

O índice glicêmico (IG) reflete o aumento na glicose sanguínea após o consumo de um alimento em comparação ao aumento provocado por um alimento padrão (pão branco ou glicose). Uma resposta glicêmica elevada desencadeia uma liberação de insulina excessiva, o que por sua vez está associada à hiperinsulinemia, resistência a insulina e desenvolvimento de diabetes tipo II (Stamataki et al., 2017). O pão recebe muita atenção nesse campo de estudo, por ser uma fonte de carboidratos amplamente consumida ao redor do mundo. O IG do pão é fortemente influenciado pelos ingredientes e condições de processo, resultando em pães com IG baixo (≤ 55), médio (55-69) e alto (≥ 70).

Stamataki et al. (2017) revisaram 12 ensaios clínicos que estudaram a influência do processo de fermentação de pães com massa madre na resposta glicêmica. Os autores concluíram que a fermentação com massa madre é uma estratégia efetiva para a atenuação da resposta glicêmica ao pão. A redução do IG de pães de fermentação com massa madre foi verificada tanto em pães de farinha branca, quanto farinha integral, sendo sempre verificada na comparação com pães fermentados com *S. cerevisiae*. Há consenso que o efeito se deve, principalmente, à presença dos ácidos orgânicos, porém os mecanismos específicos não foram elucidados. O aumento na formação do amido resistente foi identificado como um possível mecanismo para explicar a ação dos ácidos orgânicos no IG do pão. Outro possível mecanismo para a redução no IG de pães com massa madre é o aumento nas interações entre amido e proteínas. Tais interações aconteceriam quando a gelatinização do amido ocorre em ambiente acidificado e os complexos formados seriam inacessíveis às enzimas digestivas (Stamataki et al., 2017). Uma terceira hipótese está relacionada à ação de fenólicos livres e de peptídeos oriundos da proteólise do trigo, que seriam responsáveis por regular o metabolismo da glicose. Tanto o processo de proteólise como de liberação de compostos fenólicos são condicionados à

presença de ácidos orgânicos, uma vez que a ativação das proteases e das carboidrases é favorecida em meio ácido.

Gibson et al. (2017) definem prebiótico como “um substrato que é seletivamente utilizado por microorganismos do hospedeiro, conferindo um benefício na saúde”. Os benefícios estão sendo ampliados a cada estudo e envolvem o trato gastrointestinal (inibição de patógenos, estimulação do sistema imunológico), cardiometabolismo (lipídeos sanguíneos, resistência a insulina), saúde mental (metabólitos com influência no funcionamento cerebral, energia e cognição), dentre outros (Gibson et al. 2017). Nesse contexto, um metabólito das bactérias ácido-láticas de importante impacto nutricional são os exopolissacarídeos de ação prebiótica. Há consenso que o *Lb. sanfranciscensis* contribui com o aumento no teor de polissacarídeos da massa madre pela produção de exopolissacarídeos. Há ainda evidência de que a frutana produzida por essa espécie estimula o crescimento de bifidobactérias (Corsetti e Settanni, 2007). A concentração de compostos prebióticos no pão é ainda aumentada pela ação enzimática sobre os carboidratos não-digeríveis da farinha. A porção insolúvel da fibra dietética é parcialmente solubilizada, resultando em um melhor perfil para fermentação pela microbiota intestinal (Gobbetti et al., 2018).

Nas palavras de Lucrécio (século I AC), “o alimento de um homem é veneno amargo para outro”. Enquanto oligo-, di- e monossacarídeos fermentáveis são importantes prebióticos, esses mesmos carboidratos são os gatilhos dos sintomas para pacientes com síndrome do intestino irritável. Conhecidos pela sigla em inglês, os FODMAPs (*fermentable oligo-di-mono-saccharides and polyols*; oligo, di, monossacarídeos e polióis fermentáveis) estão presentes na farinha de trigo em quantidades aproximadas de 10%. A fermentação com massa madre reduz e converte FODMAPs da farinha, tornando o pão potencialmente tolerado por pessoas sensíveis. A redução reportada é de até 90% (Gobbetti et al., 2018). É importante notar, porém, que a extensão da redução depende do metabolismo específico dos organismos presentes na massa madre, dos cereais sendo utilizados e do processo de fermentação (tempo e dosagem de massa madre) (Loponen e Gänzle, 2018).

Impacto na transformação e metabolismo de proteínas e peptídeos

A fermentação com massa madre aumenta a quantidade de aminoácidos livres na massa, enquanto a fermentação com levedura comercial causa redução. Isso é sinal claro de atividade proteolítica, podendo ser atribuída tanto a proteases das bactérias ácido láticas quanto à ativação de proteases da farinha. Um dos resultados melhor descritos de tal ação é a formação de compostos aromáticos (Gobbetti et al., 2005).

Em resposta à acidificação da massa, os *Lactobacillus* convertem glutamato em ácido gama aminobutírico (GABA). No organismo humano o GABA é um neurotransmissor com efeito anti-hipertensivo bem documentado. Estudos demonstraram com sucesso sua produção em pães de massa madre à base de trigo integral e de outros cereais, com o intuito de desenvolver pães funcionais (Laurent-Babot e Guyot, 2017; Gobbetti et al., 2018; Diana et al, 2014).

Impacto da fermentação na biodisponibilidade de minerais

O ácido fítico (mio inositol hexakisfosfato) está presente no trigo em concentrações entre 1 e 4% do peso seco. Ele é considerado um fator anti-nutricional por quelar cátions divalentes, reduzindo sua biodisponibilidade. A acidificação da massa durante a fermentação provoca a ativação das fitases endógenas do trigo (pH ótimo <5). Ocorre desfosforilação do ácido fítico, de forma a liberar os cátions divalentes para absorção. A redução reportada de ácido fítico varia entre 80 e 90% para massas de pão preparadas com massa madre ativa com 12 horas de fermentação, e 64-74% para 8 horas de fermentação (Corsetti e Settanni, 2007). Dentre os cátions divalentes relevantes do trigo estão cálcio, ferro, zinco e magnésio. O aumento de sua biodisponibilidade em pães é bastante relevante em vegetarianos, veganos e pessoas com consumo elevado de grãos integrais.

FERMENTAÇÃO PROLONGADA

Definição e processo de fermentação prolongada

A fermentação prolongada não é um processo propriamente dito, mas sim a extensão de uma etapa do processo de panificação visando obter benefícios tecnológicos e nutricionais. Na panificação industrial padrão, o tempo da fermentação final é minimizado a apenas o suficiente para atingir o volume desejado (próximo a 1 hora). No processo padrão o foco é a produção de gás carbônico, e perdem-se importantes produtos da fermentação e também da ação de enzimas endógenas da farinha (Heitmann et al, 2018). A extensão da fermentação final (Figura 3) proporciona o tempo necessário para tais reações. A legislação espanhola permite a denominação "*elaborado con larga fermentación*" (elaborado com longa fermentação) para pães com fermentação final acima de 8 horas a temperatura acima de 4°C (Espanha, 2019).

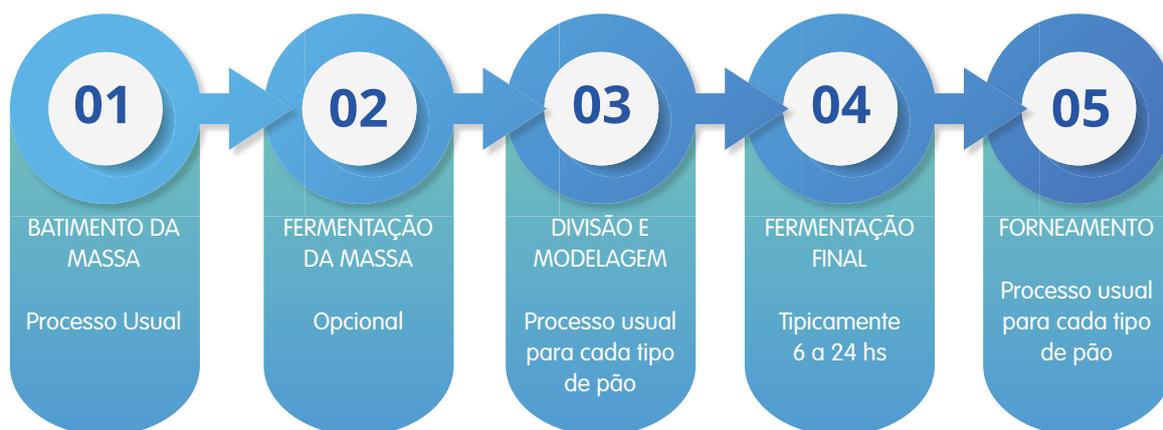
Para sustentar uma fermentação prolongada, é necessário reduzir a dosagem de levedura (Pao et al., 2011). Quanto mais longa a fermentação, menor a dosagem utilizada, chegando a 0,1% (base farinha). É possível fazer um processo misto com massa madre ativa e também inativa (discutido na seção abaixo). No caso da massa madre ativa, a *S. cerevisiae* compete com as bactérias ácido-láticas e leveduras da massa madre, dominando o início da fermentação (Corsetti e Settanni, 2007). A partir de aproximadamente 8 horas de fermentação, as bactérias ácido láticas começam a ter uma contribuição nos produtos de fermentação. Mesmo com uso exclusivo de levedura comercial haverá desenvolvimento de bactérias ácido-láticas na fermentação prolongada. Sua origem é de contaminação da levedura comercial e também da própria farinha (Ross 2018).

Além da redução na dosagem da levedura, é prática comum reduzir também a temperatura de fermentação, utilizando câmaras frias. O resfriamento reduz a velocidade de produção de gás carbônico pela *S. cerevisiae*. Se a fermentação for prolongada sem o devido ajuste da dosagem de levedura e controle de temperatura, haverá colapso ao final do tempo de

fermentação e salto de forno deficiente. Outro risco real da fermentação prolongada sem controle de temperatura é a proliferação de micro-organismos patogênicos, conforme demonstrado por Pao et al. (2011). O risco de patógenos nos pães de massa madre é reduzido em função da acidez e presença de bacteriocinas produzidas pelas culturas ácido-láticas.

A fermentação prolongada difere do processo de esponja (ou pré-fermento) pelo fato do total da farinha estar sujeita à fermentação longa, e não apenas a parcela que compõe a esponja. Os benefícios do processo de esponja (melhora no sabor, textura, aroma e cor em comparação ao processo direto) estão ainda mais presentes na fermentação prolongada, já que são decorrentes dos mesmos processos bioquímicos.

FIGURA 3. PROCESSO DE PANIFICAÇÃO COM FERMENTAÇÃO PROLONGADA



Impacto nutricional da fermentação prolongada

Como a fermentação prolongada possibilita o desenvolvimento de bactérias ácido-láticas, seu impacto se assemelhará ao da fermentação com massa madre, se sustentada a partir de aproximadamente 8 horas. Quanto mais longo o tempo de fermentação, mais o pão irá se aproximar ao de fermentação com massa madre, em todos os impactos nutricionais citados na sessão acima.

Maior hidratação da farinha e tempo de fermentação mais longo favorecem vários processos enzimáticos com impactos nutricionais. A degradação do ácido fítico foi reportada em pães com fermentação com *S. cerevisiae* por 48 horas, com melhor absorção de ferro, detectado por exames de sangue após consumo do pão (Brune et al., 1992). Fredriksson et al. (2004) estudaram o efeito da fermentação prolongada como caminho para a redução de acrilamida (potencial cancerígeno) em pães. Usando

um sistema modelo, a fermentação com *S. cerevisiae* por 6 horas levou ao consumo da asparagina livre, resultando em redução de 87% na formação de acrilamida na casca do pão integral assado. É interessante notar que na fermentação com massa madre sem *S. cerevisiae*, os amino ácidos livres não são consumidos e pães com massa madre resultam em níveis mais elevados de acrilamida (Diana et al., 2014).

A fermentação prolongada também se mostrou decisiva para a redução de FODMAPs em pães com fermentação com *S. cerevisiae*. Ziegler et al. (2016) investigaram a redução de FODMAPs em pães feitos com trigo moderno e variedades ancestrais. Os autores reportaram que fermentação acima de 4 horas provocou redução de até 90% nos FODMAPs e afirmaram que o processamento foi substancialmente mais importante do que a escolha do grão na produção de pães adequados para pacientes com síndrome do intestino irritável.

OPÇÕES DE INGREDIENTES

PRODUTOS DE MASSA MADRE INATIVA

A massa madre inativa refere-se a uma massa madre que teve a microflora inibida de alguma forma após a fermentação. Ela não poderá ser usada para gaseificação da massa nem para as transformações que dependem da presença das culturas viáveis (Reale et al. 2019). Ela é considerada um ingrediente de acidificação e carreador de aroma e deve ser usada em conjunto com levedura comercial (Meroth, et al., 2003). Os produtos de massa madre inativa são encontrados na forma líquida, pastosa ou desidratada. A secagem da massa madre pode ser feita por spray-drying, resultando em um pó fino e claro, ou em um secador de tambor. No processo de secagem por tambor ocorre reação de Maillard e a massa madre desenvolve notas tostadas, ao mesmo tempo que perde alguns compostos voláteis (Chavan e Chavan, 2011).

A massa madre inativa é amplamente usada em diversos produtos para conferir sabor e aroma (usualmente a partir de 2%, base farinha). O processo de panificação pode ser de massa direta, já que a acidez e compostos de sabor e aroma são conferidos via o ingrediente e não produzidos ao longo do tempo de fermentação do pão. É possível também associar o uso da massa madre desidratada à fermentação prolongada, sendo essa a opção mais vantajosa em termos de impactos nutricionais e tecnológicos, comparada à massa direta.

Mesmo na ausência de metabolismo ativo, a massa madre inativa carrega os ácidos orgânicos produzidos na fermentação. Sendo assim, sua incorporação na massa resultará nos impactos nutricionais que decorrem da acidificação da massa e presença dos ácidos. Para resultar em impacto nutricional relevante, é necessário haver acidificação suficiente da massa. O controle pode ser feito pelo pH ou acidez titulável. Há grande variedade nos produtos disponíveis e nas aplicações, logo o nível de adição deve ser definido caso a caso. Como exemplo, em um estudo do efeito da acidificação nas propriedades reológicas da massa, Komlenić et al. (2010) usaram 1,2% (base farinha) de massa madre desidratada para igualar o pH à massa experimental com fermentação de 20hs com *Lb. brevis* (pH = 5).

Borcak et al. (2011) estudaram o efeito da adição

3% de massa madre desidratada na resposta glicêmica a pão. Foi realizado um processo de massa direta, com fermentação final de 60 minutos. Não foi reportado o pH da massa ou do pão. A massa madre provocou a redução do IG do pão de 87% para 63% ($p < 0,05$), alterando assim seu status de alimento de alto IG para alimento de médio IG. Além da vantagem nutricional, foi reportada a vantagem tecnológica da redução da retrogradação do amido. Menor retrogradação de amido está associado a melhor redistribuição de umidade e maior frescor (extensão da vida de prateleira sensorial).

Há um forte corpo de estudos de adição direta de ácidos orgânicos que reforçam o impacto dos ácidos, mesmo na ausência de uma cultura ativa. Leenhardt et al. (2005) provocaram uma leve acidificação em uma massa com ácido láctico (pH 5,5) e verificaram que houve degradação de 70% do ácido fítico. Liljeberg et al. (1995) estudaram o efeito do ácido láctico isolado na resposta glicêmica a pão de cevada e reportaram redução na resposta glicêmica e insulinêmica, comparado ao controle. Tal efeito foi verificado também em outros estudos (Östman et al, 2002, Liljeberg et al., 1996).

FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define um alimento fortificado ou enriquecido como todo alimento ao qual for adicionado um ou mais nutrientes essenciais, tais como vitaminas, minerais e/ou amino ácidos (Brasil, 1998). Para ser considerado enriquecido ou fortificado, o alimento pronto para o consumo deve fornecer 30% da ingestão diária recomendada (IDR) do nutriente em questão (para alimentos sólidos; para líquidos a exigência é de 15% da IDR).

A fortificação tem como objetivo final melhorar o status nutricional de populações. Para ser eficaz, é necessário que o nutriente seja biodisponível no veículo escolhido, que o alimento em questão tenha alta frequência de consumo pela população alvo, além da necessidade de garantir o controle de qualidade preciso no local de adição do nutriente e a adesão das indústrias aos padrões de fortificação (Osendorp et al., 2018).

No Brasil e no mundo a farinha e produtos de panificação são usados há anos como veículos de

fortificação. No Brasil a fortificação das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico é obrigatória desde junho de 2004, pela Resolução N° 344, de 13 de dezembro de 2002, tendo sido atualizada pela Resolução N°150 de 2017.

Vitamina D

A vitamina D é um pré-hormônio sintetizado na pele por ação dos raios solares UVB. A deficiência de vitamina D causa raquitismo em crianças e osteomalácia em adultos. Além da relação bem-conhecida com o sistema músculo-esquelético, a manutenção de níveis séricos adequados de vitamina D está associado a redução em infecções respiratórias, complicações na gestação e mortes prematuras, dentre várias outras ações que estão sob investigação. O receptor para vitamina D é encontrado em quase todos os tecidos humanos, indicando sua grande relevância para a saúde humana (Pilz et al., 2018).

Existem fontes alimentares de vitamina D, porém esses alimentos não são usualmente consumidos em quantidades suficientes para atingir as recomendações. Estima-se que a alimentação é responsável por aproximadamente 20% do aporte de vitamina D, sendo o restante proveniente da síntese cutânea em resposta à exposição solar (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2016). É consenso que a manutenção de níveis

adequados depende da exposição solar, juntamente com suplementação das populações em risco de deficiência (Maeda et al., 2014; Pilz et al., 2018).

Os valores de referência para o diagnóstico do status de vitamina D são baseados na dosagem sérica de 25-hidroxi-vitamina D. Não há um consenso firme quanto aos valores de referência. Os valores tradicionalmente se baseiam apenas na manutenção da saúde óssea, apesar do aumento das evidências do papel da vitamina D em outros sistemas. No Brasil adotam-se os valores publicados pela Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial e pela Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (Tabela 1).

A deficiência de vitamina D na população brasileira está estimada em 28% (Pereira-Santos, 2018). Ela está presente em várias localidades e faixas etárias, não apenas nas cidades de maior latitude e populações tradicionais de risco (idosos institucionalizados e mulheres pós-menopausa). É interessante notar que a lista dos grupos de risco para hipovitaminose D inclui condições de saúde de alta prevalência no Brasil, como obesidade, diabetes e idade acima de 60 anos (Ferreira et al., 2018).

Segundo Pereira-Santos et al. (2018), os dados de prevalência no Brasil suportam a recomendação de políticas de fortificação de alimentos com vitamina D para a população brasileira. Esse ponto é fortalecido por

TABELA 1. VALORES DE REFERÊNCIA PARA DIAGNÓSTICO DO STATUS DE VITAMINA D

NÍVEL SÉRICO DE 25(OH)D	CLASSIFICAÇÃO
>20 ng/mL	Valor desejável para população geral <60 anos
30-60 ng/mL	Valor recomendado para grupos de risco para hipovitaminose
>100 ng/mL	Risco de toxicidade e hipercalcemia

Fonte: Ferreira et al., 2018



Roth et al. (2018), que recomendam intervenções de saúde pública no caso de mais de 20% da população apresentar deficiência de vitamina D. Na Europa e nos Estados Unidos, onde há políticas públicas de fortificação, as estimativas de deficiência são de 13% e 7%, respectivamente (Maeda et al., 2014).

A suplementação não é recomendada de forma generalizada, mas sim para grupos de risco específicos. Por exemplo, recomenda-se a suplementação profilática de recém-nascidos a partir da primeira semana de vida até os 12 meses, bem como gestantes e lactantes (Sociedade Brasileira de Pediatria, 2016). A suplementação também pode ser uma estratégia temporária, usada durante o desenvolvimento de um programa nacional de fortificação de alimentos (Roth et al., 2018).

Casos de fortificação com vitamina D

No século XVIII já se sabia que o óleo de fígado de bacalhau revertia o raquitismo e ao final do século XIX a influência da exposição solar também foi claramente identificada (Rajakumar, 2003). Na década de 1920 cientistas observaram que a irradiação de certos alimentos ativava seu efeito anti-raquítico. Hess e Weinstock publicaram em 1925 uma série de estudos demonstrando o efeito em diversos alimentos, incluindo leite, farinha de trigo e espinafre. Os autores descreveram que a possibilidade de ativar os alimentos com radiação dependia da presença de colesterol ou fitosterol. Na década de 1920, os Estados Unidos e a Inglaterra começaram políticas de fortificação de alimentos com óleo de fígado de bacalhau e leite irradiado, porém ainda sem a compreensão clara que qual era o componente anti-raquítico. Em 1930 Adolf Windaus isolou a vitamina D₂ cristalina a partir da irradiação de ergosterol e em 1936 a vitamina D₃ foi isolada e caracterizada. A tecnologia de irradiar alimentos foi patenteada nos Estados Unidos, mas ao cair a patente, o raquitismo já havia sido praticamente erradicado pelo uso da vitamina D₂ e D₃ isoladas (University of California, 2011, Bishai e Nalubola, 2002).

Alguns países adotam a fortificação mandatória do leite fluido com vitamina D, como é o caso da Suécia e Canadá. Na Finlândia, Noruega e Estados Unidos, a fortificação de leite e derivados é voluntária, mas há alta adesão por parte das indústrias (Itkonen et al., 2018a). Outros alimentos comumente fortificados são cereais matinais, pães e suco de laranja. O pão é visto como um bom veículo para a fortificação por ser amplamente consumido.

Estudos demonstram que a vitamina D₃ cristalina adicionada em pães é eficaz em promover aumento dos valores séricos de 25(OH)D (O'Mahony et al., 2011). Natri et al. (2006) encontraram boa dispersão no pão e alta biodisponibilidade de vitamina D₃ em pães fortificados, mesmo na presença de alto teor de fibras. O pão fortificado foi também estudado em conjunto com leite fortificado, buscando uma estratégia de múltiplos alimentos para incluir uma parcela maior da população. Madsen et al. (2013) realizaram um ensaio clínico randomizado com 782 indivíduos de 4 a 60 anos, por 6 meses na Dinamarca (período de inverno). Ao final do estudo, menos de 1% do grupo fortificado apresentou deficiência, enquanto no grupo controle foi 25%.

Existem duas formas de vitamina D que podem ser utilizadas para a fortificação, a vitamina D₃ (colecalférol) e D₂ (ergocalciferol). A forma D₃ é obtida de fontes animais, mais precisamente pela irradiação de 7-deidrocolesterol obtido de lanolina da lã de carneiros, mimetizando o processo de síntese cutânea. A vitamina D₂ é obtida pela irradiação de fungos e leveduras que acumulam ergosterol. O metabolismo das duas formas difere discretamente. A forma D₃ provoca um aumento maior e mais sustentável da concentração de 25(OH)D, porém a forma D₂ é considerada adequada para a fortificação e suplementação continuada (Guo et al., 2019; Maeda et al., 2014). Apesar da forma D₃ ser amplamente usada na fortificação, seu uso torna o produto não adequado para vegetarianos estritos, veganos e outras dietas que limitam alimentos de origem animal. A forma D₂ não apresenta essa limitação.

Algumas cepas de *S. cerevisiae* naturalmente acumulam mais ergosterol e podem ser irradiadas para obter vitamina D₂. A identificação das melhores cepas e modos de cultivo são foco de várias pesquisas (Náhlík et al., 2017; Hjortmo et al., 2008). Está disponível no mercado europeu e americano uma levedura biofortificada que mantém sua capacidade fermentativa, podendo ser usada para fermentar pão, bem como uma versão inativa apenas para fortificação. A biodisponibilidade da vitamina D derivada de tais pães está sob investigação. Até o momento, os estudos indicam que há pouca biodisponibilidade dessa fonte vitamina D₂, provavelmente pela dificuldade de separá-la da parede celular da levedura (Itkonen et al., 2018b, Lipkie et al., 2016, Itkonen et al., 2016, Hohman et al., 2011). Nos estudos mencionados acima, os controles com vitamina D₂ e D₃ cristalina se mostraram eficientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente documento técnico foram apresentadas tecnologias que podem ser aplicadas na panificação brasileira visando a melhoria do valor nutricional do pão. As tecnologias e os impactos nutricionais discutidos estão resumidos na Tabela 2.

TABELA 2. RESUMO DAS OPÇÕES DE INGREDIENTES E PROCESSOS E SEU RESPECTIVO IMPACTO EM COMPOSTOS E ÍNDICES DE RELEVÂNCIA NUTRICIONAL

IMPACTO NUTRICIONAL	FERMENTAÇÃO COM MASSA MADRE	FERMENTAÇÃO PROLONGADA	MASSA MADRE INATIVA	FORTIFICAÇÃO COM VITAMINA D
Redução do índice glicêmico	✓	✓	✓	
Redução do teor de ácido fólico	✓	✓	✓	
Produção de prebióticos	✓	✓		
Redução de FODMAPs	✓	✓		
Produção de GABA	✓	✓		
Redução de acrilamida		✓		
Fonte de vitamina D				✓

As opções apresentadas são versáteis e podem ser aplicadas tanto na padaria familiar quanto na indústria. Muitas podem ser usadas em conjunto, conforme discutido no texto, somando efeitos. Esse documento buscou trazer um embasamento sólido dos mecanismos por trás do impacto nutricional para que a implementação dessas tecnologias resulte em benefícios reais aos consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bishai, D., Nalubola, R. 2002. The history of food fortification in the United States: its relevance for current fortification efforts in developing countries. *Economic Development and Cultural Change*, v.51, n.1, p.37-53.
- Borczak, B., Sikora, E., Sikora, M., Van Haesendonck, I. 2011. The impact of sourdough addition to frozen stores wheat-flour rolls on glycemic response in human volunteers. *Starch*, .63, p.801-807.
- Brasil, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Portaria n.31 de 13 de janeiro de 1998.
- Brune, M., Rossander-Hultén, L., Hallberg, L., Gleerup, A., Sandberg, A-S. 1992. Iron absorption from bread in humans: inhibiting effects of cereal fiber, phytate and inositol phosphates with different numbers of phosphate groups.
- Chavan, R.S., Chavan, S.R. 2011. Sourdough technology – a traditional way for wholesome foods: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.10 p. 170-183.
- Corsetti, A., Settanni, L. 2007. Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Research International*. V. 40, n.5, p. 539-558.
- Diana, M., Rafecas, M., Quílez, J. 2014. Free amino acids, acrylamide and biogenic amines in gamma-aminobutyric acid enriched sourdough and commercial breads. *Journal of Cereal Science*, v.60, n.3, p. 639-644.
- Espanha, Ministerio De La Presidencia, Relaciones Con Las Cortes E Igualdad, 6994 Real Decreto 308/2019, de 26 de abril, por el que se aprueba la norma de calidad para el pan. *Boletín Oficial del Estado*, Núm. 113, Sábado 11 de mayo de 2019, Sec. I. Pág. 50168.
- Ferreira, C.E. dos S., Maeda, S.S., Batista, M.C., Lazaretti-Castro, M., Vasconcelos, L. de S., Madeira, M., Soares, L.M., Borba, V.Z.C., Silva, B.C.C., Moreira, C.A. 2018. Posicionamento Oficial da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/ Medicina Laboratorial (SBPC/ML) e da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) – Intervalos de Referência da Vitamina D - 25(OH)D. Disponível em: http://www.bibliotecasbpc.org.br/arcs/pdf/PosicionamentoOficial_SBPCML_SBEM_2018.pdf Acesso em: 27 de março de 2019.
- França, Décret n°93-1074 du 13 septembre 1993 pris pour l'application de la loi du 1er août 1905 en ce qui concerne certaines catégories de pains. NOR: ECOC9300130D. Version consolidée au 16 mai 2019.
- Fredriksson, H., Tallving, J., Rosén, J., Åman, P. 2004. Fermentation reduces free asparagine in dough and acrylamide content in bread. *Cereal Chemistry*, v.81, n.5, p.650-653.
- Gänzle, M.G. 2014. Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation. *Food Microbiology*. v.37, p. 2-10.
- Gibson, G.R., Hutkins, R., Sanders, M.E., Prescott, S.L./ Reimer, R.A., Salminen, S.J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K.S., Cani, P.D., Verbeke, K., Reid, G. 2017. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews: Gastroenterology and Hepatology*, v.14, p.491-502.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., Rizzello, C.G. 2018. Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A., Di Cagno, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends in Food Science and Technology*, v.16, p. 57-69.
- Guo, J., Lovegrove, J.A., Givens, D.I. 2019. Food fortification and biofortification as potential strategies for prevention of vitamin D deficiency. *Nutrition Bulletin*, DOI: 10.1111/nbu.12363.
- Heitmann, M., Zannini, E., Arendt, E. 2018. Impact of *Saccharomyces* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.58, n.7., p. 1152-1164.
- Hess, A.F., Weinstock, M. 1925. The antirachitic value of irradiated cholesterol and phytosterol: II. Further evidence of change in biological activity. *Journal of Biological Chemistry*. V.64, p. 181-191.
- Hjortmo, S., Patring, J., Jastrbova, J., Anlid, T. 2008. Biofortification of folates in white wheat bread by selection of yeast strain and process. *International Journal of Food Microbiology* v. 127, n. 1-2, p. 32-36.
- Hohman, E.E., Martin, B.R., Lachcik, P.J., Gorodn, D.T., Fleet, J.C., Weaver, C.M. 2011. Bioavailability and efficacy of vitamin D2 from UV-irradiated yeast in growing vitamin D-deficient rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.59, n.6, p.2341-2346.
- IBGE, Análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009.
- Itkonen, S.T., Erkkola, M., Lamberg-Allardt, C.J.E. 2018a. Vitamin D fortification of fluid milk products and their contribution to vitamin D intake and vitamin D status in observational studies – a review. *Nutrients*, v.10, 1054, doi:10.3390/nu10081054.
- Itkonen, S.T., Pajula, E.T., Dowling, K.G., Hull, G.L.J., Cashman, K.D., Lamberg-Allardt, C.J.E. 2018b. Poor bioavailability of vitamin D₂ from ultraviolet-irradiated D₂-rich yeast in rats. *Nutrition Research*, v.59, p.36-43.
- Itkonen, S.T., Skaffari, E., Saaristo, P., Saarnio, E.M., Erkkola, M., Jakobsen, J., Cashman, K.D., Lamberg-Allardt, C. 2016. Effects of vitamin D2-fortified bread v. supplementation with vitamin D2 or D3 on serum 25-hydroxyvitamin D metabolites: an 8-week randomised-controlled trial in young adult Finnish women. *British Journal of Nutrition*, doi:10.1017/S0007114516000192.
- Komljenić, D.K., Ugarčić-Hardi, Z., Jukić, M., Planinić, M., Bucić-Kojić, A., Strelec, I. 2010. Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. *International Journal of Food Science and Technology*, v.45, p.1417-1425.
- Laurent-Babot, C., Guyot, J-P. 2017. Should Research on the Nutritional Potential and Health Benefits of Fermented Cereals Focus More on the General Health Status of Populations in Developing Countries? *Microorganisms*, v.5, n. 2, p. 40.

Leenhardt, F., Levrat-Verny, M.-A., Chanliaud, E., Rémésy, C. 2005. Moderate decrease of pH by sourdough fermentation is sufficient to reduce phytate content of whole wheat flour through endogenous phytase activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.53, n.1, p.98-102.

Liljeberg, H.G.M., Lönner, C.H., Björk, I.M.E. 1995. Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *The Journal of Nutrition*, v.125, n. 6, p. 1503-1511.

Liljeberg, H., Åkerberg, A., Björk, I., 1996. Resistant starch formation in bread as influenced by choice of ingredients or baking conditions. *Food Chemistry*, v.56, n. 4, p. 389-394.

Lipkie, T.E., Ferruzzi, M.G., Weaver, C.M. 2016. Low bioaccessibility of vitamin D₂ from yeast-fortified bread compared to crystalline D₂ bread and D₃ from fluid milks. *Food and Function*, v.7, p. 4589-4596.

Loponen, J., Gänzle, M.G. 2018. Use of sourdough in low FODMAP baking. *Foods*, v.7, n.96.

Madsen, K.H., Rasmussen, L.B., Andersen, R., Mølgård, C., Jakobsen, J., Bjerrum, P.J., Andersen, E.W., Mejbom, H., Tetens, I. 2013. Randomized controlled trial of the effects of vitamin D-fortified milk and bread on serum 25-hydroxyvitamin D concentrations in families in Denmark during winter: the VitmaD study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, v.98, n.2, p.374-382.

Maeda, S.S., Borba, V.Z.C., Camargo, M.B.R., Silva, D.M.W., Borges, J.L.C., Bandeira, F., Lazaretti-Castro, M. 2014. Recomendação da Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia (SBEM) para o diagnóstico e tratamento da hipovitaminose D. *Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia*, v.58, n. 5, p.411-433.

Meroth, C.B., Walter, J., Hertel, C., Brandt, M.J., Hammes, W.P. 2003. Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-denaturing gradient gel electrophoresis. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, n.1, p.475-482.

Náhlík, J., Hrnčířk, P., Mareš, J., Rychtera, M., Kent, C. 2017. Towards the design of an optimal strategy for the production of ergosterol from *Saccharomyces cerevisiae* yeasts. *Biotechnology Progress*, v.33, n.3, p. 838-848.

Natri, A.-M., Salo, P., Vikstedt, T., Palssa, A., Huttunen, M., Kärkkäinen, M.U.M., Salovaara, H., Piironen, V., Jakobsen, J., Lamberg-Allardt, C.J. 2006. Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a cholecalciferol supplement. *Journal of Nutrition*, v.136, n.1, p.123-127.

O'Mahony, L., Stepien, M., Gibney, M.J., Nugent, A.P., Brennan, L. 2011. The potential role of vitamin D enhanced food in improving vitamin D status. *Nutrients*, v.3, p.1023-1041.

Osendorp, S.J.M., Martinez, H., Garrett, G.S., Neufeld, L.M., De-Regil, L.M., Vossenaar, M., Darnton-Hill, I. 2018. Large-scale food fortification and biofortification in low- and middle-income countries: a review of programs, trends, challenges, and evidence gaps. *Food and Nutrition Bulletin*, v.39, n. 2, p.315-331.

Östman, E.M., Nilsson, M., Liljeberg Elmståhl, Molin, G., Björk, I.M.E. 2002. *Journal of Cereal Science*, v.36, p.339-346.

Pao, S., Kim, C., Jordan Jr., L., Long III, W., Inserra, P., Sayre, B. 2011. Growth of *salmonella enterica* and *Staphylococcus aureus* in no-knead bread dough during prolonged yeast fermentation. *Journal of Food Protection*, v. 74, n.2, p.285-288.

Pereira-Santos, M., dos Santos, J.Y.G., Carvalho, G.Q., dos Santos, D.B., Oliveira, A.M. 2018. Epidemiology of vitamin D insufficiency and deficiency in a population in a sunny country: Geospatial meta-analysis in Brazil. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. doi: 10.1080/10408398.2018.1437711.

Pilz, S., März, W., Cashman, K.D., Kiely, M.E., Whiting, S.J., Holick, M.F., Grant, W.B., Pludowski, P., Hilgsmann, M., Trummer, C., Schwetz, V., Lerchbaum, E., Pandis, M., Tomaschitz, A., Grubler, M.R., Gaksch, M., Verheyen, N., Hollis, B.W., Rejnmark, L., Karras, S.N., Hahn, A., Bischoff-Ferrari, H.A., Reichrath, J., Jorde, R., Elmadfa, I., Vieth, E., Scragg, R., Calvo, M.S., van Schoor, N.M., Bouillon, R., Lips, P., Itkonen, S.T., Martineau, A.R., Lamberg-Allardt, C., Zittermann, A. 2018. Rationale and plan for vitamin D food fortification: a review and guidance paper. *Frontiers in Endocrinology*, <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00373>.

Queiroz, G. de C., Rego, R.A., Jardim, D.C.P. 2014. *Brazil bakery and confectionery trends 2020*. 1.ed. Campinas: ITAL, 2014.

Rajakumar, K. 2003. Vitamin D, cod-liver oil, sunlight, and rickets: a historical perspective. *Pediatrics*, v. 112, p. 132-135.

Reale, A., Messia, M.C. 2019. Stabilization of sourdough starter by spray drying technique: New bread making perspective. *LWT*, v.99, p.468-475.

Ross, A.S. 2018. Flour quality and artisan bread. *Cereal Foods World*, v.63, n.2.

Roth, R.E., Abrams, S.A., Aloia, J., Bergeron, G., Bourassa, M.W., Brown, K.H., Calvo, M.S., Cashman, K.D., Combs, G., De-Regil, L.M., Jefferds, M.E., Jones, K.S., Kapner, H., Martineau, A.R., Neufeld, L.M., Schleicher, R.L., Thacher, T.D., Whiting, S. 2018. Global prevalence and disease burden of vitamin D deficiency: a roadmap for action in low- and middle-income countries. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1430, p.44-79.

Sociedade Brasileira de Pediatria. 2016. Hipovitaminose D em pediatria: recomendações para o diagnóstico, tratamento e prevenção. Guia Prático de Atualização. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/2016/12/Endcrino-Hipovitaminose-D.pdf Acesso em: 27 de março de 2019.

Stamatakis, N.S., Yanni, A.E., Karathanos, V.T. 2017. Bread making technology influences postprandial glucose response: a review of the clinical evidence. *British Journal of Nutrition*, v. 117, n. 7, p. 1001-1012.

University of California Riverside. 2011. History of vitamin D. Disponível em: <https://vitamind.ucr.edu/about/>. Acesso em 28 de março de 2019.

Ziegler, J.U., Steiner, D., Longin, C.F.H., Würschum, T., Schweiggert, R.M., Carle, R. 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.



Material destinado aos profissionais de Saúde.

APOIO:

**PMAN**

**BÖCKER**
Especialistas em Massa Madre