



USO DE IOGURTE NA PRODUÇÃO DE PÃO FRANCÊS TRADICIONAL E CONGELADO PRÉ-ASSADO

Carolina Montes Durões de Souza^a; Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto^b; Isabela Campelo de Queiroz^a, Eliane Maurício Furtado Martins^a; Aurélia Dornelas de Oliveira Martins^a; Débora Rezende Ferreira^a; Maurilio Lopes Martins^a

^aInstituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, MG, Brasil.

^bPesquisadora aposentada – EPAMIG, Viçosa, MG, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se utilizar iogurte natural na produção de pão francês tradicional e congelado pré-assado. Foram preparados iogurtes naturais contendo o fermento YoFlex ou YF-L812 da empresa Chr. Hansen. Seis tratamentos de pães foram preparados, sendo três frescos e três congelados pré-assados (com e sem iogurtes) por 15, 30 e 45 dias. A caracterização físico-química, microbiológica, de volume específico, textura, cor objetiva e sensorial dos pães foi realizada. Os pães apresentaram concentração de macronutrientes e qualidade microbiológica de acordo com o estabelecido na legislação. Em relação ao volume específico, a adição ou não de iogurte não influenciou ($p > 0,05$) nessa característica, mas houve redução do volume específico após o congelamento. Não houve diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos para as características de textura. A adição de iogurte não influenciou nos valores de L^* . Entretanto, o tempo de armazenamento dos pães congelados induziu o escurecimento ($p < 0,05$). Os consumidores preferiram os pães frescos adicionados de iogurtes, o que foi evidenciado no mapa interno de preferência. Conclui-se que o tempo de estocagem dos pães congelados pré-assados diminuiu as características de qualidade dos mesmos, mas, por outro lado, a adição de iogurtes em pães frescos é promissora.

Palavras-chave: Pães; Leite fermentado; Massa fresca; Massa congelada.



1. INTRODUÇÃO

Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º90, de 18 de outubro de 2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pão se caracteriza como o produto obtido a partir da cocção em condições adequadas de uma preparação da massa com farinha, água, sal, fermento biológico e outras substâncias aprovadas por legislação (Brasil, 2000).

Os problemas tecnológicos encontrados na produção de pães envolvem o baixo volume específico da massa, o volume excessivo da mesma, textura do miolo e coloração interna e externa alterados. Para solucionar os problemas de produção, pode-se utilizar as bactérias lácticas (BALs) na fermentação da massa, pois as mesmas vão conferir efeitos positivos na textura do pão por meio da produção de metabólitos como, ácidos orgânicos, exopolissacarídeos e/ou enzimas, que são potenciais melhoradores desse alimento (Arendt et al., 2007).

Os exopolissacarídeos são carboidratos com alto peso molecular que conferem textura aos produtos lácteos fermentados e podem também contribuir com o desenvolvimento da massa de pão (Folenberg et al., 2006; Stefanello, 2014; Sousa, 2017). Essas moléculas são produzidas por lactobacilos e podem melhorar características reológicas da massa, bem como a qualidade do pão (Sousa, 2017).

A inserção de BALs em pães pode ser realizada pela adição de iogurte na massa durante o processamento. Segundo a Instrução Normativa n.º46, de 23 de outubro de 2007, o iogurte é um produto que resulta da fermentação do leite pasteurizado ou esterilizado a partir de cultivos protossimbióticos, como *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bugaricus*, que



podem acompanhar outras bactérias ácido lácticas que contribuem para a determinação das características do produto final de acordo com sua atividade (Brasil, 2007).

O efeito da adição de iogurte nas propriedades reológicas, digestibilidade do amido e índice glicêmico estimado do pão de trigo foram estudados por Graça et al., (2021). As adições de iogurte (6% até 25% p/p) promoveram mudanças consideráveis no desempenho do amido com base nas propriedades de gelatinização e consistência final da massa. Além disso, no estudo foram encontradas correlações entre as propriedades reológicas, digestibilidade do amido e índice glicêmico e os efeitos observados foram proporcionais às concentrações de iogurte adicionadas no preparo do pão.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo utilizar iogurte natural na produção de pão tipo francês tradicional e congelado pré-assado e avaliar a influência do mesmo nas características físico-químicas, no volume específico, textura, cor objetiva e qualidade sensorial dos pães.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Produção de iogurtes naturais para adição na massa dos pães

O leite cru integral foi pasteurizado a 85 °C por 10 minutos e após o tratamento térmico, o mesmo foi resfriado a 43 °C e adicionado de fermento láctico termofílico produtor de exopolissacarídeo (YoFlex Harmony 1.0 doado pela empresa Crh. Hansen) constituído de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus fermentum* e *S. salivarius*



subsp. *thermophilus*. Também foi preparado iogurte natural utilizando o fermento láctico termofílico YF-L812 doado pela empresa Crh. Hansen e constituído apenas de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *S. salivarius* subsp. *thermophilus*. A fermentação dos iogurtes ocorreu a 43 °C durante, aproximadamente, 5 horas ou até que os mesmos atingissem acidez de 0,60% de ácido láctico. Quando esse valor de acidez foi atingido, a massa dos iogurtes foi quebrada mecanicamente e resfriada a 18 °C.

Após homogeneização, foi realizado o envase dos iogurtes em garrafas de 1000 g sanitizadas em solução contendo 150 mg/L de hipoclorito de sódio. As amostras de iogurte foram armazenadas a 5,0 °C por 20 dias para serem utilizadas na produção dos pães.

2.2 Determinação das características físico-químicas e da contagem de bactérias lácticas de amostras indicativas dos iogurtes

A caracterização físico-química (pH, acidez, gordura e proteína) das amostras de iogurtes foi determinada conforme AOAC (2016). A contagem de BALs presentes nos iogurtes foi realizada utilizando-se ágar deMan, Rogosa & Sharpe – MRS (Merck, Darmstadt, Alemanha) e ágar M17 (Difco, São Paulo, Brasil) (Richer & Vedamuthu, 2001).

2.3 Preparação da massa de pão francês fresco e congelado pré-assado sem (tradicional) e com adição de iogurte natural

Nesse estudo foram desenvolvidos seis tratamentos: T1 (controle - pão francês tradicional), T2 (pão francês adicionado de iogurte produzido com a cultura YoFlex),



T3 (pão francês adicionado de iogurte produzido com a cultura YF-L812), T4 (pão francês tradicional congelado pré-assado por 15, 30 e 45 dias), T5 (pão francês adicionado de iogurte produzido com a cultura YoFlex e congelado pré-assado por 15, 30 e 45 dias) e T6 (pão francês adicionado de iogurte produzido com a cultura YF-L812 e congelado pré-assado por 15, 30 e 45 dias).

As massas dos pães de todos os tratamentos foram elaboradas segundo o método 10-10B da *International Approved Methods* da AACC (2000). Os ingredientes: farinha 1000 g, sacarose 60 g, sal 15 g, fermento 10 g, gordura vegetal 10 g e iogurte ou água 500 g foram misturados em masseiras por, aproximadamente, 8 minutos até o desenvolvimento ótimo da massa. O rendimento total de cada formulação foi de, aproximadamente, 1,6 kg de massa. Posteriormente, foram retiradas amostras de 25 g de cada formulação, boleadas, deixadas em descanso por 20 minutos, sendo cilindradas e modeladas. Cada formulação rendeu em torno de 64 amostras de pães.

Para os tratamentos adicionados de iogurtes (T2, T3, T5 e T6), 500 g desse alimento foram adicionados à massa para cada quilo de farinha de acordo com a proporção da receita utilizada. Para padronização da proporção de iogurte e farinha foram realizados testes preliminares.

Posteriormente, as massas de todos os tratamentos foram submetidas a um período de fermentação (30 °C por 4 horas), sendo aquelas que passaram pelo pré-assamento (T4, T5 e T6) submetidas ao forneamento a 180 °C por 8 minutos (Vasselai, 2001), resfriadas e embaladas em sacos plásticos de polietileno identificados e congeladas a -18 °C.

Após os períodos de 15, 30 e 45 dias de congelamento, as amostras foram submetidas a novo forneamento para concluir a etapa de assamento a 180 °C por 3 minutos, sendo resfriadas a temperatura ambiente para caracterização. As massas dos pães não submetidas à etapa de pré-assamento (T1, T2 e T3) foram submetidas à fermentação (30 °C por 4 horas) e logo após a modelagem foram assadas a 180 °C por 10 minutos e resfriadas a temperatura ambiente para caracterização (Figura 1).

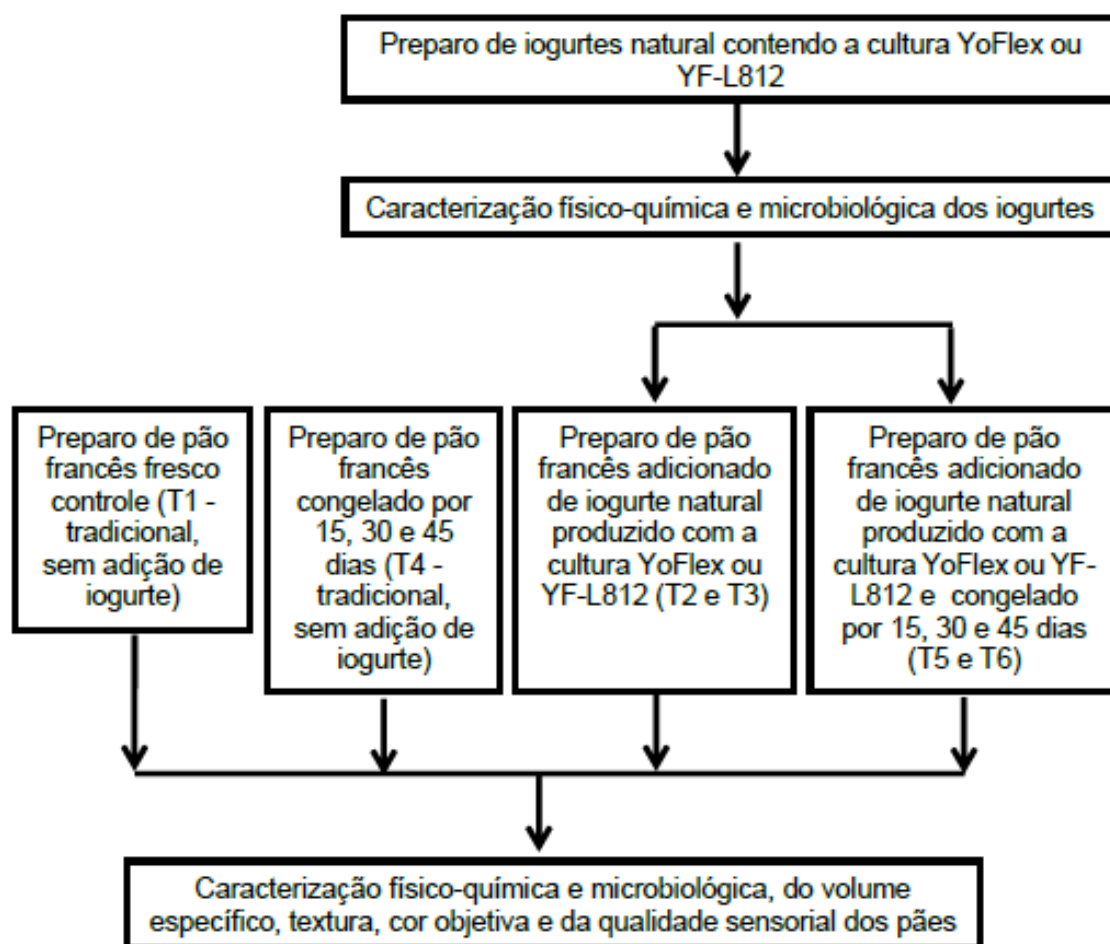


Figura 1 - Fluxograma representativo do desenho experimental utilizado.



2.4 Determinação das características físico-químicas e microbiológicas de amostras indicativas dos pães

Os percentuais de água (umidade), lipídeos, proteínas e cinzas dos pães foram determinados conforme AOAC (2012) e o conteúdo de carboidratos foi obtido pela diferença entre o total da amostra (100%) e os teores de água, proteínas, lipídios e cinzas.

A microbiota contaminante dos pães foi avaliada pela determinação de coliformes a 35 °C e a 45 °C (Kornacki & Johnson, 2001) e pela avaliação de *Salmonella* sp (Andrews et al., 2001).

2.5 Determinação do volume específico e textura dos pães

O volume foi medido por deslocamento de semente de painço (El-Dash, 1986) e o volume específico foi obtido pela razão entre volume e massa.

As análises de textura foram realizadas por Teste de Análise de Perfil de Textura (TPA), em um texturômetro TAXT2I Texture Analysis (Stable Micro System Inc.) conectado a um computador equipado com o programa Texture Expert. Os resultados incluíram dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade como definido por Bourne (2002).

De cada amostra foi utilizado uma fatia de pão de 1 cm² e o pão inteiro, sendo as mesmas comprimidas duas vezes até 50% do seu tamanho (triplicata). Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. O instrumento foi calibrado como se segue: pre-test speed: 2,0 mm/s, test speed: 1,0 mm/s, post-test speed: 5,0 mm/s; rupture test distance 1%; distance: 50%, e tempo: 5.00 s; conforme sugerido por Zhang et al. (2008).



2.6 Determinação da cor objetiva dos pães

A cor objetiva superficial das amostras de pão francês foi avaliada utilizando-se Colorímetro Kônic Minouta CR10 (Tecnal, BR). A determinação de cor foi realizada pela leitura direta de reflectância das coordenadas L^* , a^* , b^* empregando a escala CIELAB L^* , por ser adotada como padrão pela Comissão Internacional de Iluminação. Os valores de L^* variam do claro ao escuro, sendo o valor 100 correspondente à cor branca e o valor 0 (zero) à cor preta, e os valores de a^* e b^* , representam os níveis de tonalidade e saturação, com + a (indica vermelho), - a (indica verde), + b (indica amarelo) e - b (indica azul). A luminosidade do ambiente estava na mesma condição durante todas as análises realizadas.

2.7 Determinação da aceitação sensorial dos pães

A análise sensorial foi realizada em Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. As seis amostras foram servidas ao mesmo tempo, para 53 julgadores não treinados (consumidores), de ambos os sexos, a partir de 18 anos, estudantes e servidores do IF Sudeste MG, campus Rio Pomba, exceto para aqueles que apresentavam alergia ou intolerância ao glúten e/ou a lactose.

A inclusão dos julgadores ao estudo ocorreu após a análise e posterior liberação do Comitê de Ética em Pesquisa Humana do IF Sudeste MG (parecer número: 3.516.008). Foi utilizada escala hedônica de nove pontos, variando entre "gostei extremamente" (escore 9) e "desgostei extremamente" (escore 1) para os atributos aparência, cor, textura, sabor, aroma e impressão global dos pães frescos e dos pães



congelados por até 45 dias. Além disso, a intenção de compra dos pães frescos e congelados foi avaliada por escala de cinco pontos, variando de “certamente compraria” (escore 5) a “certamente não compraria” (escore 1).

A amostra utilizada foi de, aproximadamente, 10 g de pães de cada um dos tratamentos, dispostas em pratos descartáveis identificados com os números das amostras e foi solicitado que os julgadores avaliassem os atributos mencionados anteriormente na ficha disponibilizada. O tempo disponibilizado foi de 20 minutos para cada julgador. Os julgadores foram orientados anteriormente quanto às condições para participação e preenchimento da ficha.

2.8 Análises estatísticas

As amostras indicativas de iogurte e de pães foram avaliadas em triplicata quanto às características físico-químicas e microbiológicas. Por outro lado, para avaliação do volume específico e da cor dos pães utilizou-se esquema fatorial 6x4, sendo seis tratamentos e quatro tempos (0, 15, 30 e 45 dias).

Em relação às características de textura, devido à grande variabilidade nos resultados, os dados não atenderam os pressupostos da análise de variância. Assim, a mediana e o intervalo interquartil foram utilizados no teste de comparações múltiplas de Bonferroni. As médias dos resultados foram apresentadas, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas.

Os resultados obtidos na análise sensorial foram avaliados utilizando-se mapa interno de preferência utilizado o software Sensomaker (Nunes & Pinheiro, 2020). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os dados foram avaliados



estatisticamente utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA). As diferenças foram consideradas significativas para $p < 0,05$, com intervalo de confiança de 95%. O programa utilizado para as análises foi o software Statistica (Tibco, 2017).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Características físico-químicas e contagem de bactérias lácticas das amostras indicativas dos iogurtes

Os iogurtes produzidos com as culturas YoFlex e YF-L812 apresentaram valores de pH igual a 4,58 e 4,42, acidez titulável de 0,70% e 0,70% de ácido láctico, teor de gordura de 3,00% e 2,80% e teor de proteína de 3,78% e 3,94%, respectivamente. A contagem de bactérias lácticas no iogurte contendo a cultura YoFlex foi de $2,1 \times 10^8$ UFC/g e no iogurte contendo a cultura YF-L812 foi de $1,8 \times 10^9$.

A legislação brasileira vigente estabelece que a acidez de iogurte pode variar de 0,6 a 1,5 g de ácido láctico/100 g, o percentual mínimo de proteína nesse alimento deve ser de 2,9 g/100 g e o teor de gordura pode variar de 3,0 a 5,9 g/100 g (Brasil, 2007). Além disso, a contagem de bactérias lácticas deve ser de no mínimo 10^7 UFC/g (Brasil, 2007). Portanto, as amostras indicativas de iogurte atenderam a legislação vigente com exceção daquela que continha o fermento YF-L812 devido ao seu teor de gordura.



3.2. Características físico-químicas e microbiológicas de amostras indicativas dos pães

Segundo a RDC n.º 90/00 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), considerando todas as partes do pão, a umidade não deve ultrapassar 38% (Brasil, 2000). Por outro lado, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (Taco, 2011), a umidade do pão francês é de 28,5%. A umidade confere maciez e aspecto mais fresco aos pães e a não conformidade representa risco de contaminação por bolores. Entretanto, no pão francês não há esse risco, pois o tempo de consumo e permanência na prateleira é curto (Brasil, 2000). Portanto, as amostras atenderam a legislação vigente e estão de acordo com a Tabela Taco (Tabela 1).

Moura (2011) avaliou formulações de pães sem e com adição de linhaça. O pão sem linhaça apresentou 0,57% de lipídeos e 54,73% de carboidratos, o que está compatível com os resultados obtidos nas amostras de pão francês desse estudo (Tabela 1). Na Tabela Taco, o teor de proteína do pão francês é de 8,0%, porém as amostras avaliadas apresentaram valores superiores (Tabela 1).

Em relação às cinzas, Martini et al. (2016) constataram em pão francês que os teores variaram de 1,40% a 1,91%, sendo compatível com os teores encontrados nesse estudo (Tabela 1). Na Tabela Taco, o valor de cinzas do pão francês é de 1,8%.

Os pães apresentaram <3,0 NMP/g de coliformes a 30 °C e a 45 °C e ausência de *Salmonella* em 25 g. A alta qualidade microbiológica dos pães está relacionada ao processo de fabricação devido à etapa de forneamento, bem como à adoção de boas práticas de fabricação desde a produção até o momento das análises.



Tabela 1. Características físico-químicas das amostras indicativas dos pães elaborados

Variável	Tradicional (%)	YoFlex (%)	YF-L812 (%)
Umidade	29,56	28,40	29,87
Lipídeos	0,47	0,82	0,56
Proteínas	9,27	9,20	9,39
Cinzas	2,56	1,76	1,55
Carboidratos	58,14	59,82	58,63

3.3 Volume específico dos pães

Constatou-se que os tratamentos não diferiram ($p > 0,05$) em relação ao volume específico, o que indica que a adição de iogurte na formulação de pão francês não contribuiu nessa análise. Entretanto, houve redução ($p < 0,05$) do volume específico médio de 4,65 mL/g para 3,31 mL/g após o congelamento, sendo constatado que a partir de 15 dias de armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, o volume específico diminuiu ($p < 0,05$) o que se deve ao efeito negativo do congelamento do pão francês previamente ao seu forneamento.

3.4 Textura dos pães

O teste de comparações múltiplas de Bonferroni indicou não haver diferença significativa entre os tratamentos ($p > 0,05$) para dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade. Matuda (2004) relatou que a textura é um indicador de qualidade importante em um alimento e sua análise geralmente é utilizada para avaliar a extensibilidade da massa de pão francês a uma tensão constante, o que está relacionado com a qualidade do glúten.



Os valores médios das análises de dureza, que está relacionada à força necessária para realizar uma deformação, variaram entre 981,67 e 10687,22 nos pães inteiros (Figura 2A, B, C) e entre 780 a 1335,67 nas fatias (Figura 2D, E, F). Kowalski et al. (2002) encontraram, também, uma grande variação nos valores de dureza, que pode estar relacionada à irregularidade da casca ou da pestana. Apesar de não existir diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tratamentos para dureza, visualmente observa-se uma tendência de maior valor para essa característica nos pães inteiros e nas fatias que foram congelados pré-assados.

A coesividade média variou entre 0,00 e 0,42 nos pães inteiros (Figura 2A, B, C) e entre 0,00 a 0,59 nas fatias (Figura 2D, E, F), e a elasticidade média variou entre 11,53 e 14,00 nos pães inteiros (Figura 2A, B, C) e entre 3,00 e 4,18 nas fatias (Figura 2D, E, F). No estudo realizado por Kowalski et al. (2002), coesividade e elasticidade não apresentaram variação e não interferiram na escolha dos consumidores. Matuda (2004) define coesividade como o grau de deformação do material antes da ruptura e elasticidade como grau que o produto retorna para a forma original. Kowalski et al. (2002) encontraram um valor de coesividade de 0,57 em pães tradicionais.

Os valores médios para gomosidade, nesse trabalho, variaram entre 138,00 e 4344,67 nos pães inteiros (Figura 2A, B, C) e entre 270,00 e 589,22 nas fatias (Figura 2D, E, F). A gomosidade é dada por firmeza x coesividade x 100 (Matuda, 2004). Por outro lado, a mastigabilidade é definida como a energia requerida para desintegrar o alimento a uma consistência para ser engolido (Matuda, 2004). Os valores para mastigabilidade no presente estudo variaram entre 18,60 e 575,54 nos pães inteiros (Figura 2A, B, C) e entre 9,00 e 21,49 nas fatias dos pães (Figura 2D, E, F).

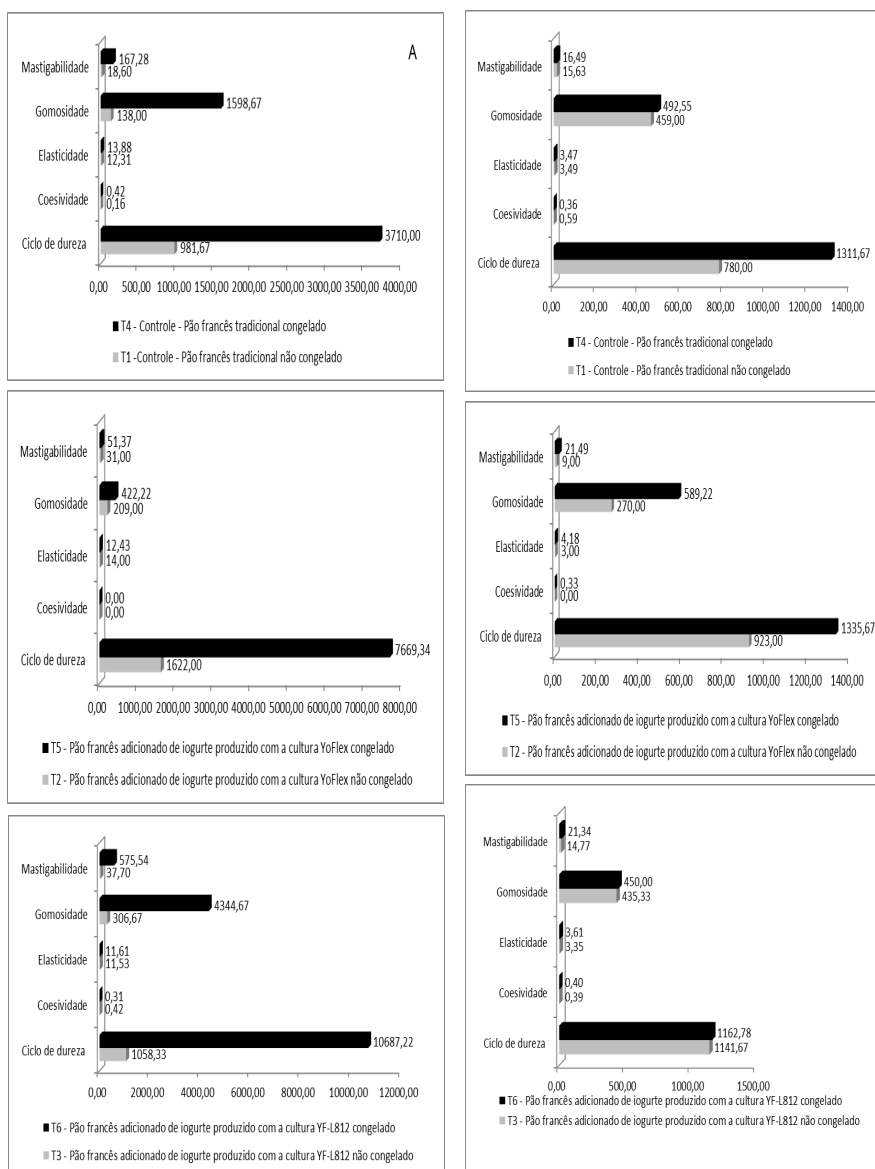


Figura 2. Valores médios das características de textura dos pães inteiros (A, B, C) e fatias (D, E, F), congelados e não congelados dos tratamentos tradicional (A, D), adicionado de iogurte produzido com a cultura YoFlex (B, E) e adicionado de iogurte produzido com a cultura YF-L812 (C, F).

Apesar de não existir diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos, constatou-se para quase todas as características de textura analisadas, que os valores obtidos nas amostras de pães tipo francês sem congelamento tenderam a ser menores quando comparados com os obtidos de pães que passaram pelo congelamento (Figura 2).



Esses resultados apontam que, provavelmente, é necessária uma força menos intensa para retirar os pedaços dos pães que não passaram pelo congelamento aderidos à boca durante a alimentação, quando comparado aos pães que foram congelados, ou seja, facilita a mastigação.

Não foram encontrados estudos na literatura utilizando iogurtes, produzidos com os fermentos usados nesta pesquisa, em pães do tipo francês. Por outro lado, os estudos encontrados citam a fermentação natural como forma de produção de exopolissacarídeos para melhoramento das qualidades reológicas dos pães, como os estudos realizados por Bianchini (2004); Hammes et al. (2005); Arendt et al., (2007); Zhang et al. (2010); SUAS (2012) e Stefanello (2014).

3.5 Cor dos pães

Conforme esperado a casca apresentou menores valores de L^* (Figura 3A), uma vez que a mesma fica mais exposta ao calor durante o forneamento dos pães, tendendo, ao escurecimento. Constatou-se também que a adição de iogurte na formulação de pão francês não interferiu ($p>0,05$) nos valores de L^* . Entretanto, o tempo de armazenamento dos pães foi significativo ($p<0,05$), tendendo ao escurecimento (Figura 3B).

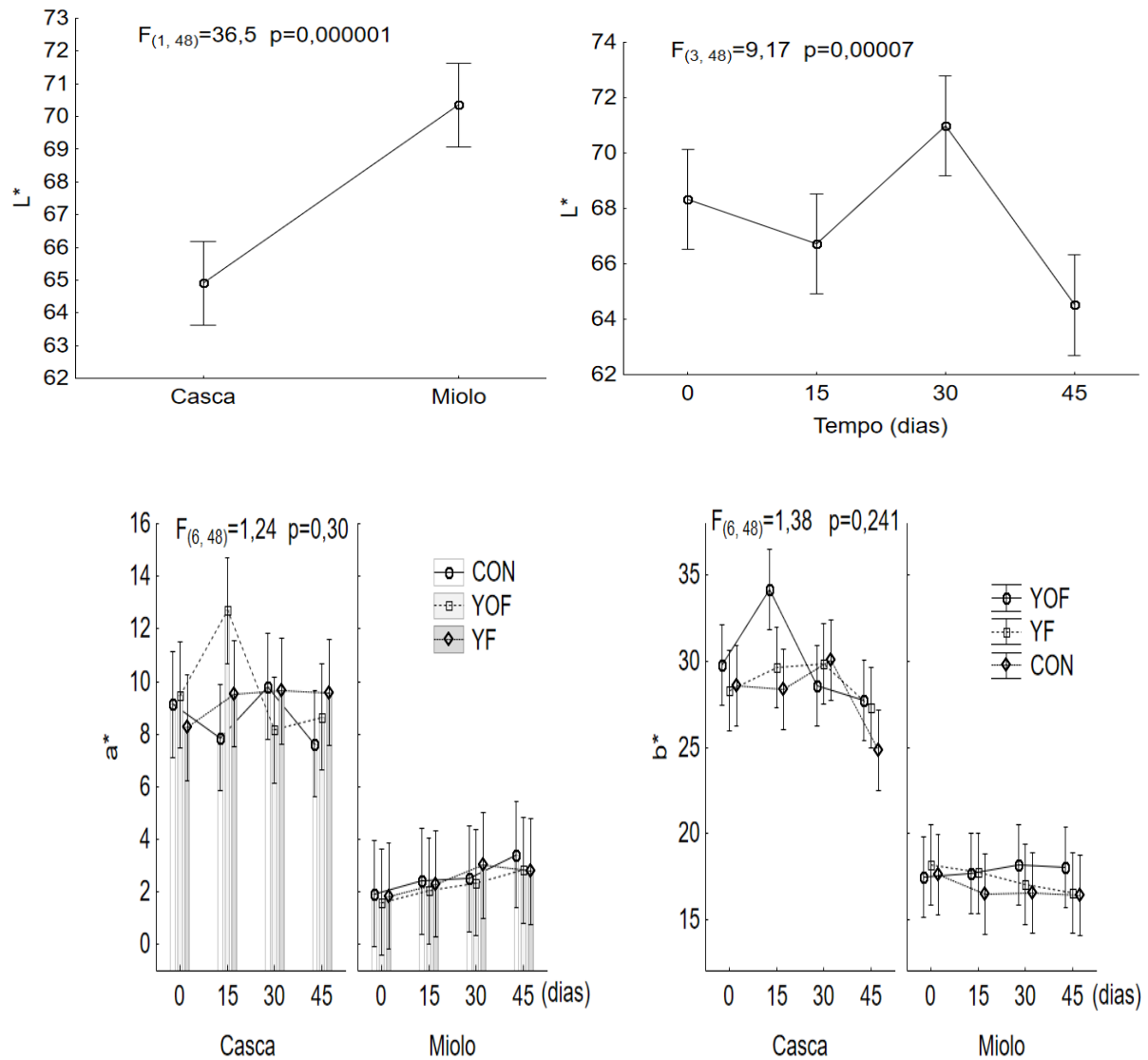


Figura 3 - Luminosidade da casca e miolo dos pães frescos e congelados (A) e ao longo do tempo de armazenamento (B) e valores de a^* (C) e de b^* (D) da casca e do miolo dos mesmos ao longo do armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Con (Controle), YOF (YoFlex) e YF (YF-L812).

A adição de iogurte na formulação de pão francês também não interferiu ($p>0,05$) nos valores de a^* e b^* , sendo constatado valores positivos para essas características tanto na casca quanto no miolo dos pães (Figura 3C, D), o que indica



tendência às cores vermelho e amarelo, respectivamente. Entretanto, os valores de a^* e de b^* foram superiores na casca ($p < 0,05$) em relação ao miolo (Figura 3C, D), o que se deve ao predomínio das cores vermelha e amarela na casca em relação ao miolo. Isso se deve a evaporação da água da superfície que contribui para a formação da casca. A coloração da casca inicia quando a temperatura de forneamento atinge 150 °C e a superfície seca. A cor da casca é formada por reação química entre amidos e proteínas, como a caramelização dos açúcares, o que resulta na reação de Maillard, responsável pela coloração dourada. A receita, a potência, a circulação de ar interna e tempo de forneamento alteram a cor da casca e do miolo do pão francês (Gisslen, 2011).

De acordo com o padrão de identidade e qualidade do pão francês, a cor da casca deve ser castanho dourada e o miolo branco-creme (Brasil, 2000). Portanto, os pães obtidos atenderam à legislação em relação à cor.

3.6 Aceitação sensorial dos pães

Os pães frescos foram mais aceitos do que os pães congelados em todos os atributos avaliados (Figura 4). Na indústria de alimentos, a preferência do consumidor é considerada uma estratégia indispensável no processo de compra de um produto. De acordo com Minim (2013), após a construção do mapa interno de preferência é possível avaliar o quanto um produto é aceito no mercado em função de suas características de qualidade. Assim, levando em consideração os atributos sensoriais, foi elaborado o mapa interno de preferência (Figura 4), o qual explica 98,23% das variações entre as amostras, indicando que os consumidores preferiram os pães

frescos produzidos com iogurtes contendo os fermentos YF-L812 e YoFlex, respectivamente, por possuírem aceitação semelhante, exceto para cor que foi preferida nos pães do tratamento controle.

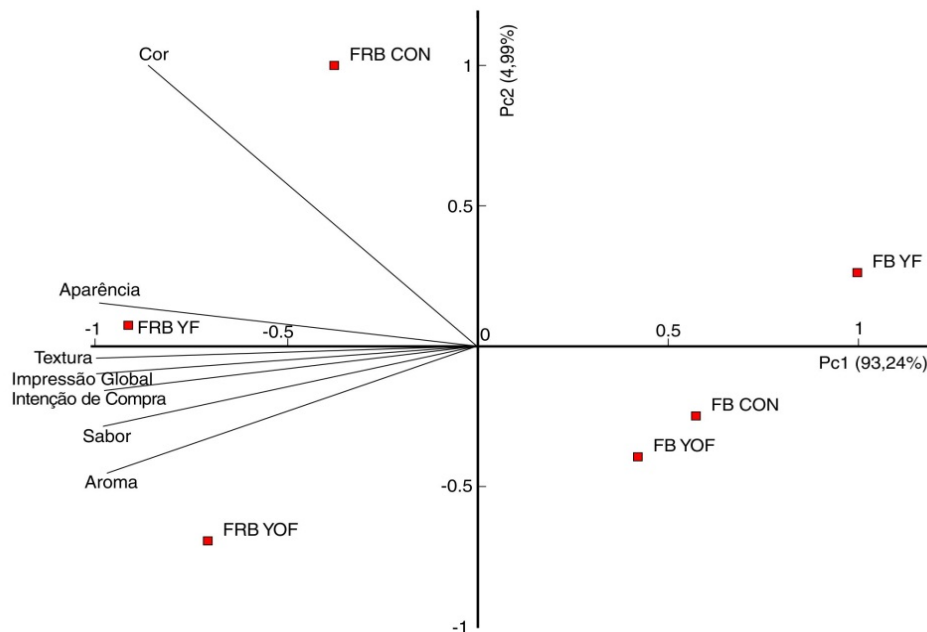


Figura 4. Mapa interno de preferência. FRB CON (pão francês fresco - controle), FRB YF (pão francês fresco contendo iogurte produzido com a cultura YF-L812), FRB YOF (pão francês fresco contendo iogurte produzido com a cultura YoFlex), FB YOF (pão francês congelado contendo iogurte produzido com a cultura YoFlex), FB CON (pão francês congelado - controle), FB YF (pão francês congelado contendo iogurte produzido com a cultura YF-L812).

Para os atributos aparência, textura, aroma, sabor, impressão global e intenção de compra constatou-se maior concentração dos vetores próximos às amostras de pães frescos adicionadas dos iogurtes, indicando que foram as formulações mais aceitas pelos provadores, enquanto que para o atributo cor, o vetor se apresentou mais próximo da formulação do pão fresco tradicional – controle (Figura 4).



4. CONCLUSÕES

Os pães produzidos apresentaram teores de umidade, lipídeos e carboidratos e qualidade microbiológica compatíveis com a legislação brasileira. Em relação ao volume específico, os tratamentos avaliados não influenciaram ($p>0,05$) essa característica. Porém, houve redução do volume específico após o congelamento, que pode indicar a baixa viabilidade da levedura e a necessidade de utilizar leveduras criorresistentes e congelamento sem pré-fermentação para evitar menores volumes finais dos pães, bem como a utilização de farinhas ricas em proteínas, melhorando a rede de glúten e evitando seu enfraquecimento.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ($p>0,05$) para dureza, coesividade, elasticidade, gomosidade e mastigabilidade, o que indica que não há diferença na força utilizada para retirar o pedaço do pão aderido à boca durante a alimentação e a força para romper o alimento entre as amostras avaliadas. Para análise de cor, a adição de iogurte não interferiu nos valores de L^* . Entretanto, o tempo de armazenamento dos pães foi significativo, tendendo ao escurecimento, estando às cores da casca e do miolo de acordo com a padronização da legislação brasileira.

Os consumidores preferiram as amostras de pães frescos produzidos com iogurtes contendo os fermentos YF-L812 e YoFlex, o que comprova parcialmente a hipótese desse estudo de que o uso de iogurte melhora as características tecnológicas e sensoriais do pão francês tradicional e congelado pré-assado.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba, pelo apoio financeiro para a realização do trabalho.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. Approved Methods of the AACC. Method 38-12. (1995). Wet Gluten and Gluten Index. Minnesota: Eagan Press. 1200p.

Andrews, W. H., Flower, R. S., Silliker, J. & Bailey, J. S. (2001). *Salmonella*. In: F. P. Downes & K. Ito (Eds.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (pp. 357-380). Washington: American Public Health Association – APHA.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2012). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 19.ed, Gaithersburg, 3000p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2016). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington: Association Of Official Analytical Chemists.

Arendt, E. K., LIAM, A. M. R., & Dal Bello, F. (2007). Impact of sourdough on the texture of bread, *Food Microbiology*, 24, 165–174.

BIANCHINI, M. C. (2004). Desenvolvimento de fermento natural seco para a produção de panetone. 123f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Campinas.

Bourne, M. (2002). Food texture and viscosity: concept and measurement. 2.ed. San Diego: Academic Press. 427 p.

Brasil. (2000). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. Diário Oficial da União, Brasília.



- Brasil. (2007). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de defesa agropecuária. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Instrução Normativa n. 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) de Leites Fermentados. Diário Oficial da União, Brasília.
- El-Dash, A. A. (1986). Fundamentos da tecnologia de panificação: tecnologia agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 347p.
- Folberg, D. M., Dejmek, P., Skriver, A., & Ipsen, R. (2006). Interactions between EPS-producing *Streptococcus thermophilus* strains in mixed yoghurt cultures, *Journal of Dairy Research*, 73, 385-393.
- Gisslen, W. (2011). Panificação e confeitaria Profissionais. 5.ed. Barueri: Editora Manole LTDA.
- Graça, C., Raymundo, A., & Sousa, I. (2021). Yoghurt and curd cheese addition to wheat bread dough: Impact on *in vitro* starch digestibility and estimated glycemic index, *Food Chemistry*, 339, 127887.
- Hammes, W. P., Brandt, M. J., Francis, K. L., Rosenheim, J., Seitter, M. F. H., & Vogelmann, S. A. (2005). Microbial ecology of cereal fermentations, *Trends in Food Science & Technology*, 16, 4-11.
- Kornacki, J. L., & Johnson, J. L. (2001). Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In F. P. Downes, & K. Ito (Eds.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods (pp. 69-82). Washington: American Public Health Association.



Kowaski, M. B., Carr, L. G., Tadini, C. C. (2002). Parâmetros físicos e de textura de pão francês produzido na cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., Porto Alegre. Anais do CBCTA 2002. Porto Alegre: SBCTA, 2002. p.3133-3136.

Martini, N. O., Escobar, T. D., & Kaminski, T. A. (2016). Caracterização físico-química de pães do tipo francês, bolacha e de cachorro quente. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 75, 1708.

Matuda, T. G. (2004). Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento: otimização do uso de aditivos. 142f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Minim, V. P. R. (2013). Análise sensorial. Estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV, 3.ed., 332p.

Moura, N. C. (2011). Efeitos da radiação ionizante de Cobalto-60 nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de pães com adição de linhaça (*Linum usitatissimum*), 2011. 178f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, USP, Piracicaba.

Nunes, C. A., & Pinheiro, A. C. M. (2020). SensoMaker. Version 1.92. Lavras: UFLA. Software.

Richer, R. L., & Vedamuthu, E. R. (2001). Milk and milk products. In F. P. Downes, & K. Ito (Eds.). *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (pp. 483-496). 4.ed. Washington, DC: American Public Health Association.



Sousa, F. G. (2017). Efeito da adição de fermento natural na qualidade de pães. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gastronomia) – Universidade Federal da Paraíba, UFP, João Pessoa, 2017.

Stefanello, R. F. (2014). Produção, liofilização e aplicação de fermento natural em pão tipo sourdough. 162f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria.

Suas, M. (2012). Panificação e viennoiserie: abordagem profissional. São Paulo: Cengage Learning, 442p.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO. (2011). 4.ed. Campinas (SP): NEPA-Unicamp.

TIBCO Software Inc. (2017). Statistica (data analysis software system), version 13. Disponível em: <http://statistica.io>.

Vasselai, W. W. (2001). Processo de fabricação de pão pré-assado congelado. PI 9903195-7 A2, 30 jul. 1999, 06 mar.

Zhang, C., Brandt, M. J., Schwab, C., & Ganzle, M. G. (2010). Propionic acid production by cofermentation of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus diolivorans* in sourdough, *Food microbiology*, 27, p. 390-395.

Zhang, C., Zhang, H., Wang, L., Gao, H., & Guo, X. N. (2008). Effect of carrot (*Daucus carota*) antifreeze protein on texture properties of frozen dough and volatile compounds of crumb, *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1029-1036.