

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

AMANDA TATIANE CORREA PEREIRA DOS SANTOS

REAPROVEITAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO FABRIL DE PÃO

LONDRINA

2023

AMANDA TATIANE CORREA PEREIRA DOS SANTOS

REAPROVEITAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO FABRIL DE PÃO

Reuse of loss in the bread manufacturing process

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

LONDRINA

2023



Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

AMANDA TATIANE CORREA PEREIRA DOS SANTOS

REAPROVEITAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO FABRIL DE PÃO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Data de aprovação: 27 de novembro de 2023

Paulo de Tarso Carvalho
Doutor em Ciência de alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Mariane Ayumi Shirai
Doutora em Ciência de alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Amelia Elena Terrile
Doutora em Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LONDRINA

2023

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos que acreditaram em mim desde o começo e me apoiaram dando forças para seguir em frente até a reta final.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde, sabedoria e paciência para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho, pelo tempo disponibilizado, pela paciência, apoio, incentivo e ensinamento concedidos ao longo do período universitário e pela ajuda ao longo da realização do trabalho.

Agradeço, aos familiares e amigos pelo incentivo na concretização de um sonho que está prestes a realizar.

Agradeço ao Gabriel Mendes Rocha, meu namorado, pelo companheirismo, carinho e amor, por tornar os momentos difíceis mais leves.

Agradeço ao Raphael Haruo Nakano, um amigo que sempre me ajudou nesse Trabalho de Conclusão de Curso.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

"A curiosidade é a base de todo o conhecimento."
Leonardo da Vinci, 1452-1519.

RESUMO

Pão é um produto de muita importância dentro da alimentação humana e, atualmente, é produzido em modernas instalações industriais. Nos processos de fabricação podem ocorrer perdas e diante disso, busca-se evitá-las ou minimizá-las, uma vez que acarretam prejuízos econômicos e impactos ambientais. Este trabalho teve como objetivo estudar a aplicação de pães fora de padrão na elaboração de outros produtos. Primeiramente, foi realizado um levantamento qualitativo e quantitativo das perdas industriais de pães. Depois foram elaborados pães integrais com a incorporação de diferentes níveis (5%, 10%, 20%) de massa de pães fora de padrão (pães de descarte). Depois de elaborados, os pães foram submetidos análise de rendimento, volume específico, teor de umidade, atividade de água, cor (miolo e casca) e análise sensorial. Os resultados mostraram que a adição de MP (massa de pão) não interferiu na atividade de água dos pães integrais nem na luminosidade do miolo nem na croma a^* e b^* da casca. Pães com MP apresentaram maiores teores de umidade e maiores rendimentos. A amostra com até 5% de adição de MP não apresentou diferença significativa em relação ao pão integral padrão com relação a sabor e aparência e apresentou o mesmo valor de croma a^* do miolo e da casca e croma b da casca, indicando ser a melhor opção de substituição.

Palavras-chave: pão integral; desperdícios de alimentos; redução de perdas; desenvolvimento de produto.

ABSTRACT

Bread is a very important product in human nutrition and is currently produced in modern industrial facilities. Losses may occur in our manufacturing processes and, as a result, we seek to avoid or minimize them, as they will result in economic losses and environmental impacts. This work aimed to study the application of non-standard breads in the production of other products. Firstly, a qualitative and quantitative survey of industrial bread losses was carried out. Then, wholemeal breads were made with the incorporation of different levels (5%, 10%, 20%) of non-standard bread dough (waste bread). After making, the breads were subjected to analysis of yield, specific volume, moisture content, water activity, color (crumb and crust) and sensory analysis. The results demonstrated that the addition of MP (bread dough) did not interfere with the water activity of whole-grain breads, nor the luminosity of the crumb nor the a^* and b^* chroma of the crust. Breads with MP had higher moisture content and higher yields. The sample with up to 5% addition of MP did not present a significant difference in relation to the standard wholemeal bread in terms of flavor and appearance and presented the same value of chroma a^* of the crumb and crust and chroma b of the peel, proving to be the best replacement option.

Keywords: brown bread; food waste; loss reduction; product development.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Faturamento no setor de panificação no Brasil, por ano	14
Figura 2 Perdas e desperdício de alimentos na cadeia produtiva mundial	21
Figura 3 Apresentação das amostras para o provador de amostras de pães com diferentes níveis de substituição da farinha por massa de pão fora de padrão	29
Figura 4 Modelo da ficha utilizada na análise sensorial	30
Figura 5 Perdas por tipo de pão expressas em percentual do total de perdas contabilizadas no período de 37 dias	31
Figura 6 Tipos de defeitos nos pães	32
Figura 7 Aspectos dos pães integrais produzidos com diferentes níveis de substituição por MP	39
Figura 8 A dissemelhança em relação a aparência dos miolos dos pães das diferentes formulações	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Perdas e relação com o faturamento em produtos de panificação em supermercados	18
Tabela 2 Atividade de água, umidade, rendimento dos pães elaborados com resíduos comparados com a amostra padrão (pão integral de forma)	32
Tabela 3 Cor do miolo e da crosta com pães elaborados com resíduos comparados com a amostra padrão (pão integral)	36
Tabela 4 Médias do grau de diferença dos pães elaborados com resíduos comparados com a amostra padrão (pão integral de forma)	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIP	Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AW	Atividade de Água
Coef.	Coeficiente
FAO	Organizações das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MP	Massa de Pão
NBR	Normas Brasileiras
ONU	Organizações das Nações Unidas
P+L	Programa de Produção Mais Limpa
RSU	Resíduo Sólido Urbano
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVO GERAL	11
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 HISTÓRIA DO PÃO	13
3.2 PRODUÇÃO E CONSUMO	15
3.3 PÃES INTEGRAIS	16
3.4 PERDAS EM PANIFICAÇÃO: CAUSAS, QUANTIFICAÇÃO E IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS	17
3.4.1 Perdas ao longo da cadeia de produção	19
3.4.2 Impactos econômicos e ambientais	22
4 MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 MATERIAL	25
4.2 MÉTODOS	25
4.2.1 Quantificações das Perdas (causa seria produtos com defeitos de fabricação tipo muito leve ou pesado, volume baixo do normal)	25
4.2.2. Elaboração dos Pães	26
4.2.3 Análise de Rendimento	26
4.2.4 Volume Específico	26
4.2.5 Teores de umidade	27
4.3.6 Cor	27
4.3.7 Atividade de Água	27
4.3.8 Análise Sensorial	28
4.3 TRATAMENTOS DOS DADOS	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 PERDAS NA PRODUÇÃO	30
5.2 ANÁLISE DE RENDIMENTOS	32
5.2.1 Volume específico	33
5.2.2 Atividade de Água	34
5.2.3 Umidade	35
5.2.4 Cor do Miolo e da Casca	36
5.2.5 Análise sensorial	
6 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	4...
APÊNDICE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	51

1 INTRODUÇÃO

O aumento expressivo do número de seres humanos na Terra vem sendo discutidos amplamente na atualidade. De acordo com os dados publicados pela Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial, na metade de 2017, era de 7,6 bilhões de pessoas. Contudo, a cada ano, há um aumento de aproximadamente 83 milhões de pessoas na população mundial. Mesmo que os índices de natalidade estejam em decréscimo, estima-se que, em 2030, a população global esteja entre 8,4 e 8,6 bilhões de habitantes, e, em 2050, entre 9,4 e 10,2 bilhões. Neste contexto, o Brasil é o quinto país mais populoso do mundo. Em 1º de agosto de 2022, a população do Brasil era 203.062.512 habitantes (IBGE, 2022).

O cenário descrito anteriormente estimula a produção de alimentos. O consumo de pães industrializados tem aumentado nos últimos anos. Este produto é parte da base da pirâmide alimentar constituída por alimentos ricos em carboidratos. O pão não é considerado um alimento caro, desta forma pode ser consumido por quase todas as classes sociais, podendo ser utilizado como um complemento alimentar como acontece em famílias com maior poder aquisitivo, até como uma das únicas fontes de alimento no caso de famílias de baixa renda. Pode ser adquirido em estabelecimentos de alto padrão, como ser produzido em casa de maneira artesanal (Cunha, 2012).

Entretanto, nos últimos dez anos, a perda e o desperdício de alimentos, tanto em qualidade quanto em quantidade, tornaram-se um importante problema, seja do ponto de vista econômico, ambiental e até mesmo humanitário. Segundo dados da ONU, uma média de 33% de toda a comida é desperdiçada ou jogada fora, contrastando com o fato de que cerca 800 milhões de pessoas passaram fome (Icmse, 2022). Os pães fazem parte desses números.

Este trabalho procurou investigar e desenvolver uma solução para minimizar o desperdício na produção de pães industrializado.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar se produtos de perdas industriais de panificação podem ser utilizados na obtenção de pães integrais.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e qualificar as perdas industriais em panificação em uma unidade processadora.
- Determinar o percentual ideal de incorporação de massa de produtos fora de padrão (descartes) na elaboração de pães integrais.
- Avaliar as características físico-químicas e sensoriais de pães incorporados de massa de produtos fora de padrão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Para embasar o caminho que será percorrido, neste capítulo será apresentado o referencial teórico acerca do reaproveitamento de perdas no processo fabril de panificação. O pão tem uma história de milhares de anos, mais precisamente, cerca de dez mil anos antes do nascimento de Cristo. Na história da humanidade, momentos marcantes como crises humanitárias por fome, a ascensão e queda de nações, tem apresentado relação com a disponibilidade de alimentos, dentre eles, o pão.

3.1 HISTÓRIA DO PÃO

O pão é o produto mais consumido pela humanidade. O seu nome tem origem do latim “*panis*”. A história do pão remonta aos primórdios da civilização, quando o homem ainda era nômade, eles conduziam consigo as sementes de cereais. As tribos nômades precisavam de tempo para o plantio e a frutificação, surgindo daí a necessidade de fixarem moradia por períodos cada vez mais longos. Aos poucos, foram descobrindo as vantagens da vida sedentária, tornando-os mais seguros física e moralmente. Nascia a cultura dos povos e a cultura das plantas, e surgia, enfim, a agricultura racional.

Levantamentos arqueológicos detectaram vestígios do fabrico de pão há cerca de 10.000 a.C. nas aldeias Palafitas, onde hoje se situa a Suíça. De acordo com alguns historiadores, é provável que o pão tenha se originado a partir de uma massa rudimentar denominada de “gruel”, conhecida desde os primórdios da Idade da Pedra e preparada com grãos triturados ou moídos com água e leite. A partir do “gruel” é que se iniciou o preparo do pão chato, no formato de disco, o qual era seco ao ar e cozido sobre pedras quentes (Freire, 2011).

Provavelmente a descoberta acidental e a divulgação da massa fermentada sejam atribuídas aos hebreus, a qual tornava o pão mais semelhante ao consumido atualmente. Era comum entre egípcios e romanos a distribuição de pão aos soldados como complemento ao soldo, costume que se estendeu até a Idade Média. Apesar da importância dos egípcios na divulgação do processo de fabricação do pão, foram os gregos que fizeram com que esse alimento ocupasse um lugar importante nas mesas das famílias (Freire, 2011).

A contribuição grega na história se deu elaborando novas variedades do produto, porém, foram os romanos, com todo um interesse político por trás, que difundiram ainda mais o hábito de fabricar e comer o pão. Ao mencionar os romanos, deve-se lembrar que o pão além de ter se tornado um alimento básico de sustento das civilizações também entrou para a história como símbolo religioso (Batista, 2016).

Com a Revolução Industrial, a produção de pão ganhou um forte impulso, desta vez, levando a necessidade de mais áreas para o cultivo de trigo. Alimentos feitos de água, farinha, sal e fermento começaram a ser produzidos em maiores volumes e gradualmente espalhados pelo mundo (Madre, 2018).

Ao longo do tempo o pão foi aperfeiçoado, ganhou novas formas, formulações e processos. Os avanços tecnológicos permitiram a substituição ou a agregação de ingredientes como o ovo e a gordura, buscando uma melhor qualidade. A industrialização do fermento também contribuiu para este desenvolvimento. Nos últimos anos, a produção de pães congelados acompanhou a tendência de alimentação prática e rápida. Enfim, o pão continua presente na vida do homem e na sua evolução, adaptando-se às suas culturas e necessidades (Matuda, 2004).

3.2 PRODUÇÃO E CONSUMO

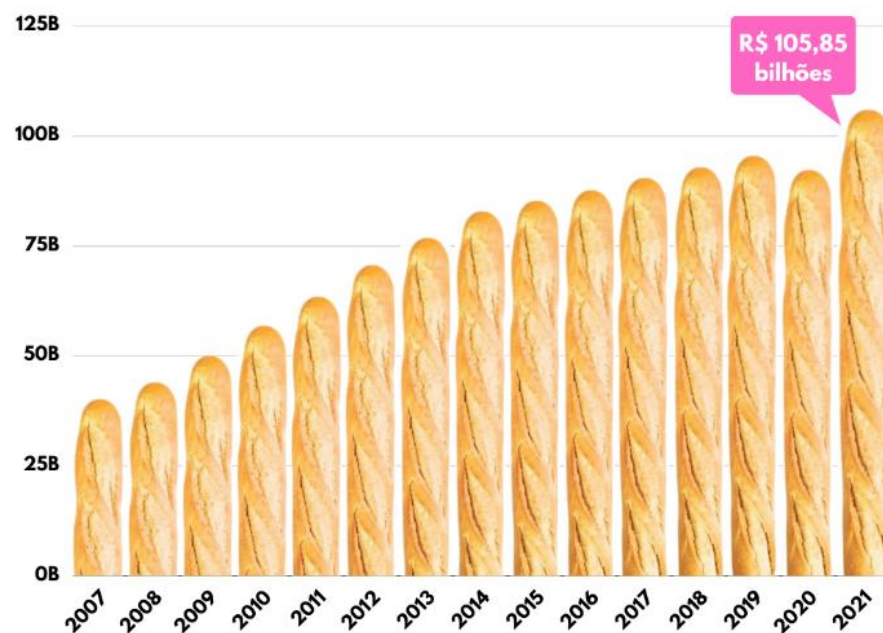
Em função de sua importância alimentar, o pão se configura também como importante segmento econômico. O setor de panificação e confeitaria apresentou um crescimento nominal de 19,5% (sem descontar a inflação), na análise de janeiro a maio de 2022 frente ao mesmo período do ano anterior. O fluxo de clientes nas padarias teve um crescimento de 5,25% na média nacional, no mesmo período. Um outro ponto de atenção nessa performance é o consumo do pão francês, com queda no volume de -0,42% e crescimento em vendas (faturamento) de 9,96%, com variação do preço em 10,99%, comparando janeiro a maio de 2022 frente ao mesmo período do ano anterior. Esse novo cenário de hábito de consumo pode estar ligado ao reajuste de preço (o cliente seleciona com o que vai gastar) e à qualidade do produto (Abip, 2022).

O consumo *per capita* de pão no Brasil no ano de 2017 foi de 22,6 kg, mostrando assim a importância deste alimento para os brasileiros (Sebrae, 2017). Conforme as pesquisas realizadas pela Associação Brasileira da Indústria de

Panificação e Confeitaria (Abip, 2021), no ano de 2021, o segmento obteve o faturamento de R\$ 105,85 bilhões. O setor ocupa o terceiro lugar na lista de compras do consumidor brasileiro, sendo o “francês” o tipo de pão mais consumido (ABIP, 2021). Atualmente devido a fatores como mudanças no perfil dos consumidores, maior conscientização para o autocuidado, novas demandas de consumo estão surgindo. Diante disso, o pão vem recebendo adaptações tecnológicas em suas formulações para atender as novas exigências do mercado consumidor (Santos, 2022).

A Figura 1 apresenta os números referente a comercialização do setor de panificação desde 2007, percebe-se que o valor tem aumentado desde então. Porém, em 2020 por efeito da pandemia da covid 19, o valor teve uma queda significativa, mas, retornando ao crescimento em 2021.

Figura 1 - Faturamento no setor de panificação no Brasil, por ano



Fonte: Abip (2022).

Nos últimos anos, o cenário de crise econômica brasileira provocou mudanças nos modelos de negócios das panificadoras. Apesar disso, desde 2015, o setor cresce cerca de 3% ao ano em faturamento (Abip, 2019), porém vem sofrendo com a concorrência de novos modelos de negócios mais abrangentes em relação a seus produtos que apresentam alto volume de vendas e podem oferecer preços mais competitivos, como os atacarejos, mercados que reúnem atributos do atacado e do

varejo. Tais empresas apresentam crescimento acima de 10% ao ano (Abip, 2019), e já se tornaram a principal forma de varejo brasileira (Qualia, 2020).

3.3 PÃES INTEGRAIS

O pão pode ser considerado como um alimento que fornece energia e nutrientes para o ser humano. Quando seu preparo é feito utilizando farinha refinada, obtida a partir do endosperma amiláceo, pode-se considerar que, nutricionalmente, há predominância do carboidrato, com provável alto índice glicêmico do alimento. Já quando há adição de farinhas integrais, o aporte de fibras é maior, o que contribui para diminuição do índice glicêmico, que se expressa pela relação da quantidade de glicose contida no alimento e a resposta do organismo, bem como para melhoria do valor nutricional (Guimarães, 2021).

Os pães integrais possuem melhor valor nutricional porque grande parte dos minerais, vitaminas, fibras, lipídios e proteínas não são eliminados no processo de refinamento e descarte do farelo. Assim, uso das farinhas integrais, que consistem em grãos moídos em sua totalidade e, por isso contendo farelo, gérmen e endosperma, favorecem o aporte de fibras e nutrientes, uma vez que mantêm além dos macronutrientes proteínas, carboidratos e gorduras, as vitaminas e minerais. Ao se tratar dos componentes das farinhas, pode-se dizer que o amido é um dos principais, já que ele representa 60 a 70% do peso seco do grão. Assim, na panificação, as farinhas de trigo, por exemplo, possuem função importante para a elaboração de pães, já que conferem estrutura e textura aos produtos, e no caso da farinha integral favorece muito a composição nutricional do produto, considerando-se a sua constituição. Entretanto, a proporção dos ingredientes e a técnica dietética são primordiais para se alcançar resultados desejáveis com as preparações, visto que as características reológicas de cada ingrediente influenciam o resultado final do pão (Guimarães, 2021).

Para Guimarães (2021), ao mesmo tempo em que a composição nutricional é importante, a sua produção deve considerar aspectos tecnológicos e sensoriais como elasticidade da massa, o volume, rendimento, o aspecto de crosta, a intensidade da crocância, aroma, maciez, sabor e por isso o estudo da formulação das receitas com adição de produtos integrais sem prejuízo sensorial e qualidade final do produto, bem

como aspectos tecnológicos envolvidos na sua produção é muito relevante. Diversas são as necessidades e preferências dos consumidores e o aumento de ingestão de fibras com uso de produtos integrais tem se mostrado como uma tendência bastante notável.

3.4 PERDAS EM PANIFICAÇÃO: CAUSAS, QUANTIFICAÇÃO E IMPACTOS ECONÔMICOS E AMBIENTAIS

A indústria de alimentos, uma das mais importantes indústrias de transformação no Brasil, tem como meta a transformação de recursos naturais em alimentos industrializados para atender as necessidades da população e garantir, com segurança, o abastecimento dos grandes centros urbanos. Para garantir que os produtos tenham uma vida longa nas prateleiras, o processo de industrialização de alimentos emprega processos físicos, químicos e biológicos, conferindo a melhor qualidade possível aos produtos alimentícios. O processamento abrange várias etapas desde a seleção da matéria-prima até o armazenamento dos produtos. O produto final é o propósito da indústria, entretanto, além de sua fabricação, são gerados outros subprodutos, de origem não intencional, os resíduos (Ceppa, 2000).

Com o decorrer do tempo, as padarias deixaram de ser estabelecimentos fabricantes de produtos artesanais derivados do trigo, como pães, bolos, entre outros produtos. Estas passaram a ser tituladas como panificadoras e confeitarias, devido à expansão da produção de produtos não artesanais em seu *mix* de panificação. Portanto, a relação do empreendimento com o meio ambiente e sociedade também se alterou com o passar dos anos. Contudo, com maior crescimento industrial de panificação, maior o potencial de geração de perdas no processo fabril (Alves, 2020).

Na fabricação de pães, os volumes de produção e a mecanização do processo estão sempre presentes, junto com a busca pela padronização e manutenção da qualidade. Entretanto ainda é muito comum ocorrerem perdas ao longo do processo. O conceito de perda e desperdício pode variar bastante dependendo de normas de países. As perdas podem atingir as matérias-primas armazenadas, podem ocorrer na produção, no produto armazenado, quando distribuído, vendido e até mesmo durante a etapa de consumo (Qualia, 2020).

Perda de alimentos é a redução não intencional de alimentos disponíveis para o consumo humano que resulta da ineficiência na cadeia de produção e abastecimento, infraestrutura e logística deficiente, falta de tecnologia, insuficiência nas competências, nos conhecimentos e na capacidade de gerenciamento (Qualia, 2020). Já Bueno (2019), define como o alimento que não alcança a etapa de distribuição. Quanto ao termo desperdício, ele é usado para alimentos descartados nas etapas de varejo e consumidor. Desperdício de alimentos se refere ao descarte intencional de itens próprios para alimentação, particularmente pelos varejistas e consumidores, e ocorre devido ao comportamento dos comerciantes e indivíduos (Bueno, 2019).

Tanto as perdas como o desperdício de alimentos estão intimamente ligados ao desafio de se gerar uma oferta suficiente de comida diante do contínuo crescimento populacional. Segundo a Organização das Nações Unidas Para a Alimentação e a Agricultura (FAO), aproximadamente um terço de todo alimento produzido é desperdiçado, ou o equivalente a 1,3 bilhão de toneladas por ano. Considerando que há alguns anos atrás, 820 milhões de pessoas no mundo passavam fome (Fao, 2019), a quantidade perdida de alimentos seria mais que suficiente para alimentá-las (Qualia, 2020).

O pão tem sido uma das categorias de maior desperdício de alimentos, considerando o fato de ser um alimento básico. Estimativas sugerem que a produção mundial seja de cerca de 100 milhões de toneladas por ano, levando a centenas de toneladas que são desperdiçadas diariamente, apesar das inovações nos métodos de armazenamento e embalagem. Devido às suas propriedades, o pão é altamente suscetível a envelhecer e estragar (Rejeb, 2022). Atualmente, se constata que a situação de excedente de pão é significativamente pior nos países desenvolvidos, uma vez que mais de metade do pão produzido é desperdiçado, levantando a sérias preocupações económicas (Rejeb, 2022).

Em estudo realizado em uma empresa de varejo de alimentos, foram avaliadas as perdas em relação ao total produzido do item e também em relação ao faturamento total da empresa. É possível observar que os produtos do setor de padaria apresentam altos percentuais de perdas (Tabela 1), o que em parte se explica porque a grande maioria deles não pode ser vendida fora do dia em que é produzida, pelo fato de perder características, como o sabor, além de sua textura inicial, como o caso do pão

francês. Os valores indicam perdas de 5,85 a 20,27% do total produzido. Essas perdas, entretanto, representam valores muito pequenos em termos de faturamento do supermercado como um todo, tanto pelo mix variado de produtos comercializados nesse tipo de estabelecimento, mas também em decorrência do baixo valor agregado. (Mirando, Ceribelli, Condé, 2021). O fato do valor financeiro representar pouco, é um obstáculo para que medidas preventivas sejam adotadas, já que impactam pouco no faturamento e lucro real das empresas. Neste caso, uma das soluções seria a de adaptar ao máximo a produção à demanda, a fim de se evitar a perda de produtos que não forem vendidos no mesmo dia de produção e que não puderem ir para a área de vendas no dia seguinte.

Tabela 1 - Perdas e relação com o faturamento em produtos de panificação em supermercados

PRODUTO	RELAÇÃO PERDA/ COMPRA	RELAÇÃO PERDA/ FATURAMENTO SUPERMERCADO
Pão Hot-Dog	5,85%	0,0000000000058%
Pão de Forma Leite	10,20%	0,000000000047%
Brioche de Cebola	13,24%	0,000000000014%
Pão Francês	13,47%	0,000000000032%
Bolo de Cenoura	14,77%	0,000000000047%
Brioche de Batata	14,85%	0,000000000023%
Bolo de Doce de Leite	16,52%	0,000000000052%
Bolo Confeitado	20,23%	0,000000000005%
Pão Doce Creme	20,27%	0,000000000015%

Fonte: Miranda; Ceribelli; Condé (2021).

É difícil quantificar a quantidade precisa de pão desperdiçado, mas estima-se que, globalmente, 10% de todo o pão fabricado seja desperdiçado. A perda de pão não reflete simplesmente a perda de produto, mas a perda de vários recursos naturais, como água, terra e energia utilizados para a produção de matérias-primas, transporte e produção. Tanto o pão como outros materiais perdidos durante estes processos têm um impacto significativo na sociedade, no ambiente e na economia (Sustainable Energy; Fuels, 2021).

O pão eliminado durante qualquer fase da cadeia de abastecimento é considerado desperdício, um desperdício totalmente evitável, uma vez que o pão não contém frações não comestíveis. Na indústria da panificação, é crucial compreender o processo de geração de resíduos que surge nas diferentes fases da cadeia de

abastecimento, do fabricante ao consumidor ou da produção à distribuição, para evitar o desperdício de pão e, assim, melhorar a economia do processo, bem como a sustentabilidade. A melhoria do conhecimento nesta área permitiria o desenvolvimento de medidas eficazes para limitar ou prevenir a produção de resíduos (Sustainable Energy; Fuels, 2021).

A redução de perdas de um produto perecível como o pão envolve o equilíbrio entre produção e demanda. A previsão precisa da demanda é uma tarefa complexa, pois é influenciada por múltiplos fatores. Além disso, os consumidores preferem sempre comprar pão fresco com prazo de validade longo com cerca de 3 a 5 dias, portanto, o pão com prazo de validade curto cerca de 1 a 2 dias tem maior probabilidade de ser desperdiçado. Assim, o desperdício de pão é inevitável na cadeia de abastecimento, podendo ser minimizado, mas dificilmente eliminado (Sustainable Energy; Fuels, 2021). Tal cenário muda um pouco no caso de pães industrializados, uma vez que são produtos de vida-de-prateleira estendida.

3.4.1 Perdas ao longo da cadeia de produção

Pode-se dizer que as perdas podem ocorrer em várias etapas da produção do produto, como na organização de estoque, dosagem de ingredientes, amassamento, laminação, moldagem, fermentação, cozimento, toda elas que podem ou não envolver ações dos colaboradores. A partir dos anos 80, algumas indústrias passaram a ter uma visão diferente em relação as perdas geradas. Começaram a perceber que era mais vantajoso investir na alteração do processo produtivo, buscando minimizar os resíduos, reciclá-los ou reutilizá-los. Nesse sentido, no mesmo período (1989), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) lançou o Programa de Produção Mais Limpa (P+L), que permitia às empresas produzirem os mesmos produtos, consumindo menos recursos (energia, água e matérias primas), gerando assim, menos resíduos para o tratamento final (Rodrigues, 2013).

Entende-se que qualquer que seja o tipo de perda presente em uma empresa ou em um processo produtivo, elas podem afetar o desempenho da organização, a eficiência, a qualidade em aspectos gerais. Isso porque as perdas não trazem benefícios e por isso, torna-se então, importante identificar os motivos que levam ou geram tais perdas para que, uma vez identificadas, seja possível traçar um plano de

intervenção ou ação e minimizá-las. As considerações que a produção enxuta traz sobre perdas é de extrema relevância e auxiliam na identificação e análise dos tipos de perdas que podem estar presentes na produção (Novaski, 2020).

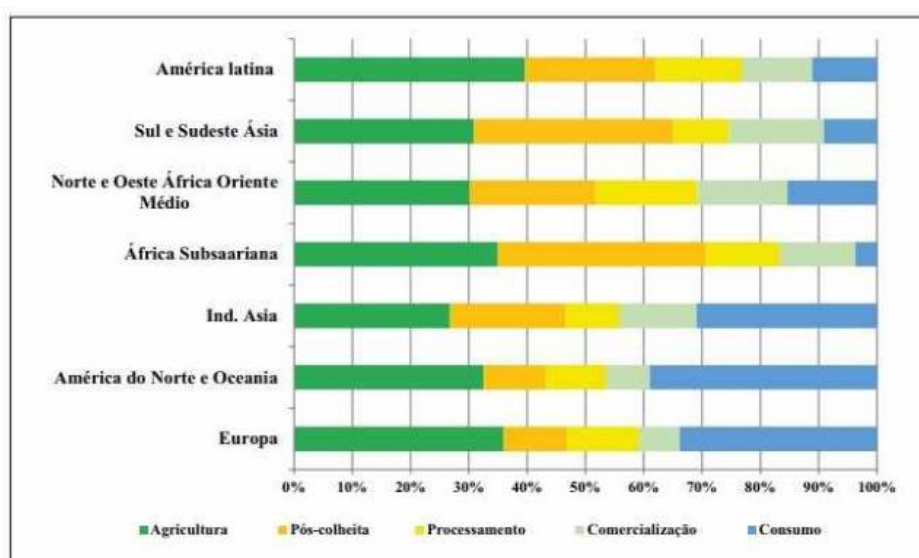
Os tipos de perdas abordadas na produção enxuta englobam perdas por superprodução, por espera, por transporte, por processamento, por estoque, por movimento e por elaboração de produtos defeituosos, além da perda intelectual. De modo geral, a perda por superprodução se caracteriza pela produção antecipada ou em quantidades acima da demanda, o que conseqüentemente, pode desencadear outros desperdícios como: aumento de custos devido ao aumento do número de operadores, aumento dos níveis de estoque, o que requer maior espaço de armazenagem e aumenta perdas relacionadas ao transporte. A perda por espera está relacionada à espera da finalização de uma etapa do processo para dar sequência nas demais atividades ou a falta de sincronia e variação entre os processos e pode ser classificada em: perda por espera do processo, por espera do lote e por espera do operador. A perda por transporte envolve movimentações de uma área para outra durante a execução do processo, movimento de insumos, de materiais ou de produto final para o estoque ou do estoque para a produção ou demais setores da empresa (Silva, 2022).

As perdas por processamento são caracterizadas pela realização de atividades ou “tarefas desnecessárias”, pelo “processamento ineficiente” decorrente da “má qualidade” de equipamentos e que geralmente, resulta em defeitos no produto final ou métodos utilizados. As perdas por estoque envolvem os “níveis excessivos e desnecessários” de materiais e de produto final estocados, como também, pode encobrir algumas disfunções como “desequilíbrio na produção, entregas com atraso pelos fornecedores ou paralisação no maquinário. As perdas por movimento representam qualquer tipo de movimentação desnecessária e que acrescentam custos ao valor ao produto. Por fim, as perdas por elaboração de produtos defeituosos que diz respeito a situações em que o produto está fora das especificações ou das características padrão da qualidade (Novaski, 2020).

E por fim, as perdas podem ser geradas dentro das casas. Os principais fatores relacionados a estas perdas dentro das unidades familiares são: comprar muitos alimentos sem planejar as refeições em que serão utilizados, armazená-los de forma indevida, preparar uma quantidade de comida maior do que será consumida e colocar

no prato porções além do que será possível comer durante as refeições (Bjft, 2020). Em levantamento bibliográfico sobre o panorama geral de perdas no setor de alimentação, foi identificado um cenário de perdas e desperdícios na cadeia de alimentos na ordem de mais de 35% das perdas atreladas entre as etapas de processamento e consumo.

Figura 2 - Perdas e desperdício de alimentos na cadeia produtiva mundial



Fonte: Cedex (2018 apud Bueno, 2019, p. 23).

No caso do pão produzido em escala industrial é bastante comum as perdas relacionadas ao processo, com destaque para aqueles que apresentam defeitos. Defeito é classificado como a não conformidade de um produto em relação a determinado padrão de qualidade já definido e comparado às suas especificações exigidas. Assim, este tipo de desperdício diz respeito aos produtos que apresentam não conformidades em relação ao padrão de qualidade requerido. A produção de produtos defeituosos, gera retrabalho com reparos e inspeções e acarreta em outros tipos de perdas, tais como por espera, movimentação e estoque. A produção de produtos defeituosos influencia a estrutura do sistema produtivo e impacta no preço de venda do produto, na programação de quantidades a serem entregues, afeta os prazos de entrega e compromete qualidade requerida. Porém, por ser de fácil percepção e gerar retrabalho, é uma perda normalmente identificada e mensurada nas organizações (Silva, 2022).

A indústria busca soluções para tais problemas, já que a completa eliminação ou redução das perdas produtivas pode proporcionar melhorias quanto à flexibilidade da produção, qualidade do produto, segurança, ergonomia, motivação e capacidade de inovação das pessoas. Além de trazer benefícios quanto à redução de custos, da necessidade de espaço e das exigências de trabalho (Silva, 2022).

3.4.2 Impactos econômicos e ambientais

O termo impacto ambiental pode ser definido como qualquer alteração, positiva ou negativa, em qualquer componente ambiental dos meios biótico, abiótico e antrópico causada, direta ou indiretamente, pelas atividades humanas e agentes naturais que venha a modificar, de forma benéfica ou adversa, a qualidade ambiental. Os impactos causados por empreendimentos que podem variar dependendo da função, do tipo de atividade que executam e do setor econômico a que pertencem (Silva, 2017).

Resíduos sólidos urbanos (RSU), são os resíduos gerados por aglomerações humanas, podendo ser comerciais, residenciais, industriais e de diversos outros tipos. Os resíduos residenciais e comerciais, geralmente, são enviados a aterros sanitários municipais, enquanto os outros tipos de resíduos são de total responsabilidade do gerador. Os resíduos sólidos urbanos podem ser classificados em três tipos: os inertes que são resíduos que, intrinsecamente, não oferecem perigo à saúde e ao meio ambiente; os perigosos são aqueles resíduos que apresentam periculosidade aos seres humanos e ao meio ambiente, ou, apresentam inflamabilidade, toxicidade, corrosividade e afins; e os não inertes que são resíduos que não se encaixam nas classificações anteriores.

No tocante ao aspecto ambiental, em decorrência da produção de toneladas diárias de alimento e considerando o tempo curto de vida-de-prateleira, a indústria alimentar é desafiada constantemente, para tornar seus processos mais eficientes e que causem menos impactos. Isso implica em uma melhoria na imagem da empresa perante os seus clientes e a comunidade, uma vez que a mesma passa a atuar na antecipação e prevenção dos problemas ambientais, e não mais na correção dos mesmos. É provocada uma reação positiva por parte dos consumidores, uma vez que estes estão menos expostos a poluentes atmosféricos, líquidos e sólidos (Rodrigues,

2013). No Brasil, a maior parte das perdas de panificação tem como destino os lixões ou aterros. Os aterros ocupam grandes espaços de terra que são desperdiçados. Esta opção ainda é muito adotada, pois é barata a curto prazo e o Brasil possui muita disponibilidade de espaço (Qualia, 2020).

Com relação a gestão ambiental, é possível aplicar a técnica de Produção mais Limpa (P+L) na panificação a fim de trazer melhorias que relacionam a redução na geração de resíduos e redução de custo (caráter econômico). As principais modificações que a técnica P+L traz para qualquer segmento industrial é o controle de resíduos na fonte, levando à diminuição radical da quantidade, conseqüentemente, se reduz custos de produção devido à utilização mais eficiente das matérias-primas e da energia, bem como custos de tratamento (Alves, 2020).

Para cumprir os objetivos de qualidade ambiental estabelecidos pelos sistemas de gestão de resíduos, devem ser estabelecidas soluções para limitar o desperdício de pão. Na busca por minimizar as perdas em panificação, as empresas podem optar pela correção de fatores que levam a esse problema ou então buscam alternativas para reutilizar os pães com defeitos industriais. Um exemplo de aproveitamento é a utilização de restos de pão como ração animal. De fato, alimentar os animais com restos de comida é uma das bases da Hierarquia de Recuperação de Alimentos, e os agricultores usam esse método há séculos. Seguindo a legislação para a seleção de resíduos alimentares adequados e seguros, sobras de pão ou pão seco amanhecido podem oferecer um ótimo método alternativo para obter ração animal a um custo muito menor. Outra alternativa de reaproveitamento é a farinha de rosca, que é proveniente da moagem de pão. Isso gera efeitos benéficos para a indústria pois minimiza as perdas de lucratividade industrial, e favorece o meio ambiente, uma vez que evita problemas com o descarte das sobras (Rodrigues, 2013).

Mas infelizmente apenas uma pequena quantidade de resíduos de pão é reciclada como ração animal ou outras alternativas, e o restante acaba em aterros sanitários. Por isso, a valorização dos resíduos de pão tem estado em destaque nos últimos anos para gerir cerca de 1 milhão de toneladas de pão desperdiçado por ano. Enquanto isso, muitos esforços foram iniciados nas últimas décadas para investigar métodos de reaproveitamento de resíduos de pão em combustível e produtos químicos, como bioetanol, biohidrogênio e vários produtos de valor agregado que podem ser explorados em indústrias versáteis (Moléculas, 2022).

Outra questão envolvida com perdas e desperdícios é a dos custos. O controle de custos é relevante na produção industrial, pelo fato que podem ser identificados e evitados uma série de problema e feitas propostas de solução como a aplicação de equipamentos que visam alcançar maior padronização de produtos. Existem vários métodos de custeio que podem ser usados para determinar o custo de fabricação de um determinado produto. Portanto, a escolha do método de custeio implica diretamente na determinação do custo unitário e, portanto, afeta os resultados da organização (Pinto, 2011). Quando se tem perdas no processo fabril em pães, essa perda em geral, ocorre ou é detectada ao final do processo de forneamento. Ou seja, a maioria dos custos de produção já foram executados e as perdas apresentam alto impacto. Além disso, garantir o controle de custos se torna imprescindível em um mercado altamente competitivo, onde margens estreitas e altos custos podem inviabilizar uma atividade econômica.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se por uma abordagem quantitativa; e de natureza experimental e aplicada. Trata-se de uma pesquisa que avaliou o uso de perdas industriais de panificação na obtenção de outros produtos alimentícios.

4.1 MATERIAL

Os produtos (pães) fora de padrão utilizados para execução dos testes, foram doados por uma empresa parceira. Também os ingredientes como farinha de trigo, manteiga, leite, açúcares, sal, fermento biológico, conservante foram fornecidos pelo parceiro. Tão logo os pães eram assados e detectados que estavam fora de padrão, foram resfriados e então acondicionados em embalagens plásticas. Dois dias depois, os produtos foram utilizados nos testes.

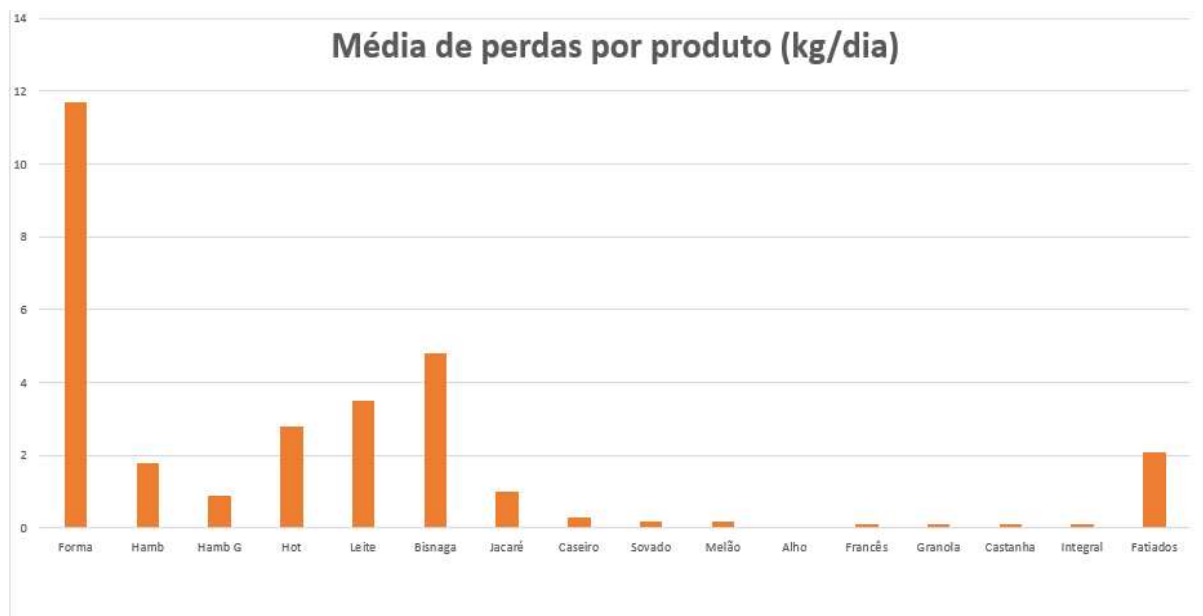
4.2 MÉTODOS

A coleta de dados de perdas no processo fabril se deu na empresa parceira de panificação. A elaboração dos pães e as análises foram todas realizadas nas instalações da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Londrina. Todas as análises foram feitas em triplicatas e serão descritas a seguir.

4.2.1 Quantificações das Perdas

O levantamento da quantificação de perdas foi feito diariamente por um período de 30 dias. As perdas foram contabilizadas em unidades e em massa (kg). O gráfico 1, apresenta a porcentagem de perda dos pães por dia, é perceptível que o produto que mais apresenta perdas é o pão de forma. Também foram avaliadas quanto ao tipo de produto e a causa. Foram consideradas perdas o produto fora de padrão comercial da empresa. Os dados foram recolhidos em uma planilha.

Gráfico 1- Perda de pães por dia



Fonte: Autoria própria (2023).

4.2.2. Elaboração dos Pães

Os pães fora dos padrões comerciais foram triturados em liquidificador industrial a fim de fragmentar a massa. Esse material foi utilizado para substituir parcialmente a farinha de trigo na fabricação de novos produtos. Foram elaboradas formulações de pães integrais com a substituição parcial da farinha de trigo (5%,10%,20%), pela massa fragmentada de pães fora dos padrões (MP) dando origem a uma massa de pão. A formulação padrão e o processo atenderam, a princípio, a utilizada pela empresa parceira. Os pães inicialmente foram submetidos a temperatura de forneamento de 125°C por 20 minutos, e depois, a temperatura foi aumentada para 150° C por um período de 10 minutos. Após elaborados, os pães foram avaliados quanto a rendimento, volume específico, teor de umidade, cor da casca e do miolo, atividade de água e análise sensorial.

4.2.3 Análise de Rendimento

Foram determinadas a massa do pão cru e do pão pronto. O rendimento foi calculado utilizando a equação (Equação 1):

$$\text{Rendimento (\%)} = (\text{massa final/massa crua}) \times 100 \quad (1)$$

4.2.4 Volume Específico

A determinação do volume específico foi feita a partir de uma fatia de pão obtida do centro do pão que foi pesada em balança semi-analítica (BL3200H) e pela determinação de seu volume através da deslocação do painço. O cálculo do volume específico utilizou a seguinte equação (Equação 2).

$$\text{VE} = V/m \quad (2)$$

Onde,

VE = volume específico ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$);

V = volume (cm^3); = massa (g).

O resultado será expresso em ml/g.

4.3.5 Teores de Umidade

Para a determinação da umidade do pão foi utilizada a secagem em estufa a 105°C por 24 horas conforme descrito por normas do instituto Adolfo Lutz (ADOLFO LUTZ,2008). A umidade foi expressa em porcentagem e calculada pela equação (equação 3).

$$100 (N/P) \quad (3)$$

Onde,

N = nº de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

4.3.6 Cor

A cor foi medida na casca e no miolo. Para determinação na casca, as leituras foram feitas em pães inteiros. No caso do miolo, fatias da região central do pão foram obtidas, e então, depois de calibrado o equipamento colorímetro MINOLTA determinados os parâmetros L, a*, b*, em 5 pontos distintos. A escala de medição utilizada pelo padrão internacional é baseada nos parâmetros de luminosidade L*, que varia de 0 a 100 (do mais escuro ao mais claro). Quanto mais próximo de 100, mais branca a superfície analisada. A cromaticidade a* que mede intensidade de cor na faixa de verde a vermelho, no quadrante positivo representa a tendência da cor para tonalidade vermelha e o negativo, a tendência da cor para tonalidade verde e b* na faixa de azul a amarelo no quadrante positivo representa a tendência da cor para tonalidade amarela e o negativo, a tendência da cor para tonalidade azul.

4.3.7 Atividade de Água

A atividade de água foi determinada por meio de um analisador de atividade de água (modelo 4TE, marca Aqualab), na temperatura de 25 °C. As amostras foram colocadas em um recipiente próprio e inseridas no equipamento, realizando-se a leitura em duplicada de acordo com instruções do manual.

4.3.8 Análise sensorial

Os testes foram conduzidos no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *campus* Londrina. O procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da UTFPR, pelo número de CAAE 69113723.7.0000.5547. Os provadores avaliaram as amostras em cabines individuais, sob luz branca fluorescente e à temperatura ambiente (25 °C). Previamente antes de iniciar os testes, foi entregue o termo de consentimento livre esclarecido (apêndice) e, após assinado, todos os provadores foram orientados quanto ao teste a ser realizado, sendo instruídos a enxaguar a boca com água entre

a degustação de cada amostra, a fim de eliminar qualquer sabor que interferisse na avaliação. As amostras, codificadas com número de três dígitos, foram distribuídas de forma aleatória e em guardanapos pequenos contendo uma porção de pão fatiado ($\frac{1}{4}$ de uma fatia média, aproximadamente 8 g), conforme apresentado na Figura 3. O conjunto de avaliadores foi composto por alunos e docentes do campus, que passaram pela seleção básica de avaliadores do campus Londrina, da UTFPR. A equipe foi composta por 20 provadores. O teste aplicado foi o de diferença de controle, onde o provador recebia uma amostra padrão e as demais que se pretende avaliar.

Figura 3 - Apresentação das amostras para o provador de amostras de pães com diferentes níveis de substituição da farinha por massa de pão fora de padrão



Fonte: Autoria própria (2023).

Utilizou-se uma escala de 10 pontos, onde utilizou-se da nota mínima “zero” para nenhuma diferença, e nota “dez” para extremamente diferente. Avaliou-se o grau de diferença percebido na aparência e sabor dos pães, conforme ficha apresentada na Figura 4. Os resultados são avaliados pela Análise de Variância (ANOVA) e teste de média de Dunnett, comparando-se apenas o controle (ou padrão) com todas as outras amostras.

Figura 4 - Modelo da ficha utilizada na análise sensorial

TESTE DE DIFERENÇA DO CONTROLE

Nome _____ Data: ___/___/___

Você está recebendo uma amostra controle (C) e 4 amostras codificadas de pão do tipo caseiro. Você deverá **COMPARAR** as amostras codificadas com a amostra controle.

- 1) Primeiro, observe a amostra C e as demais amostras codificadas. Dê uma nota de 0 a 10 para cada amostra codificada, comparando-a **VISUALMENTE** com a controle.
- 2) Depois, prove a amostra C e as demais amostras codificadas. Dê uma nota de 0 a 10 para cada amostra codificada, comparando-a **COM RELAÇÃO AO SABOR** com a amostra controle.

Escala utilizada: 0 = Nenhuma Diferença.
10 = Extremamente Diferente.

	Codificação			
Nota da Aparência				
Nota do Sabor				

Observações se desejar: _____

Fonte: Autoria própria (2023).

4.3 TRATAMENTOS DOS DADOS

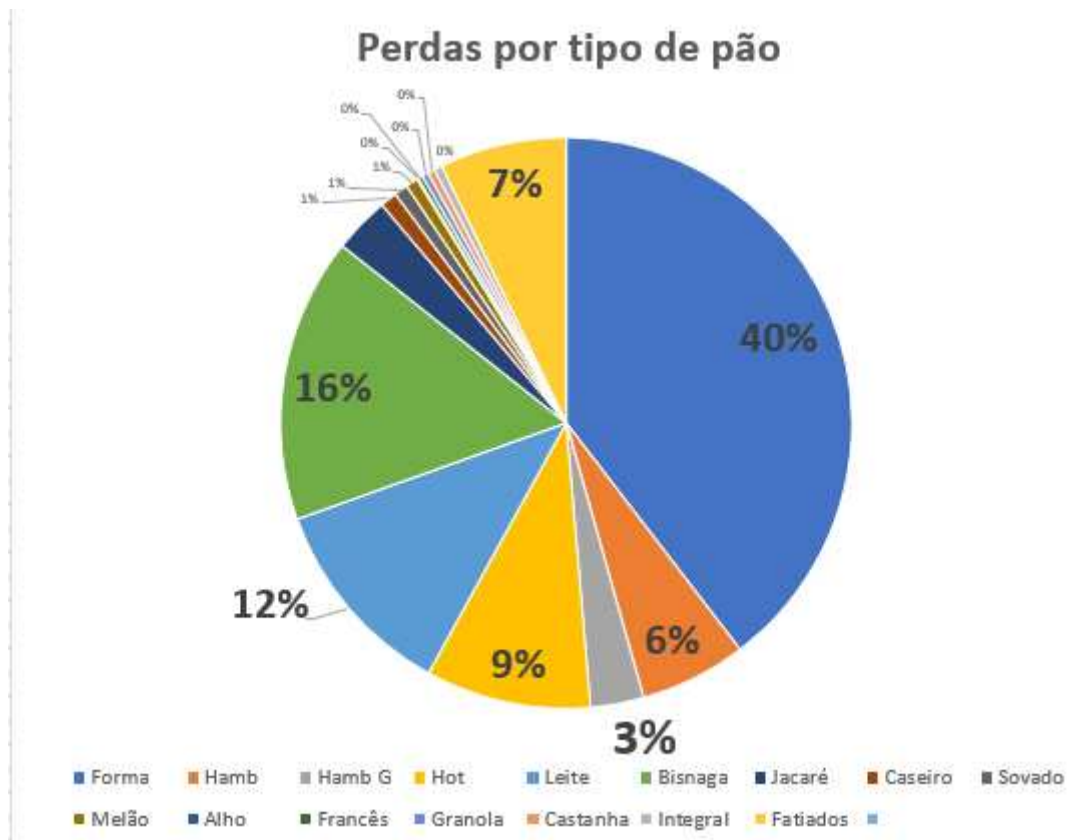
O estudo foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado. Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de variância (ANOVA). No caso da variância ser significativa foi utilizado como teste de média, o teste de Dunnett à 5% significância, utilizando o software Statística 10.0.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PERDAS NA PRODUÇÃO

O estudo das perdas na empresa parceira foi realizado por 37 dias, os resultados compilados estão representados na Figura 5. Percebe-se que a grande maioria das perdas se concentra nos pães de forma, que é também o principal produto fabricado. As causas se devem a erros durante a fabricação, problemas de padronização especialmente em equipamentos de forneamento, falhas no processo de forneamento em si e outras naturezas. No Gráfico 1 são apresentados os dados de perdas, mas expressos em kg/diários. Tanto em quantidade quanto em massa, os três principais produtos são pão de forma, bisnaga e pão de leite. O pão integral, escolhido para ser o produto teste é o sétimo em perdas, com cerca de 3%.

Figura 5 - Perdas por tipo de pão expressas em percentual do total de perdas contabilizadas no período de 37 dias

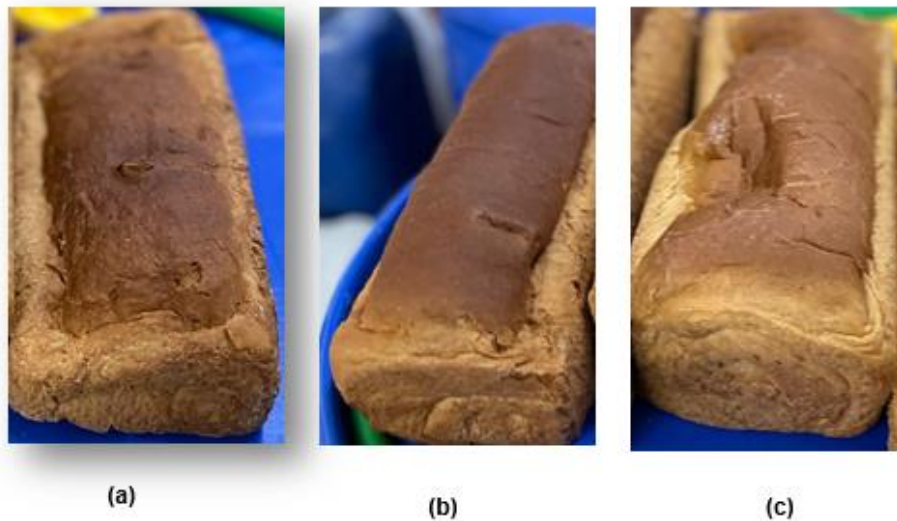


Fonte: Autoria própria, 2023.



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 6 - Tipos de defeitos nos pães.



Fonte: Autoria própria (2023).

A Figura 6 apresenta alguns tipos de defeitos nos pães de forma. A figura 2 (a) representa o pão de forma com pouco volume, problema decorrente de falhas na fermentação e forneamento. Já a Figura 6 (b) é o pão de forma com casca muito escura devido a temperatura alta e forneamento prolongado e a Figura 6 (c) é o pão de forma com ligeiro defeito mecânico, decorrente de impacto dos carrinhos.

5.2 ANÁLISE DE RENDIMENTO

Os resultados de rendimento e a variação de perda de água dos pães após o forneamento e os valores estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Atividade de água, umidade, rendimento dos pães integrais elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha por MP

	Atividade de Água	Umidade(%)	Rendimento(%)	Volume Específico(cm ³ /g)
Padrão	0,93± 0,002 a	30,7±0,7b	91,3 ±0,58 b	3,19± 0,35a
5%	0,94± 0,004 a	37,3 ±0,6 a	93,0 ±0,49 a	3,34± 0,66a
10%	0,94± 0,006 a	36,7± 1,1a	92,7± 0,22a	3,71± 0,22a
20%	0,94±0,004 a	38,0 ±0,8 a	93,3± 0,37a	2,48± 0,17b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

Fonte: Autoria própria, (2023).

Em primeiro lugar, é esperado que peso o pão seja reduzido devido à perda de água durante o processo de forneamento (Cauvain; Young, 2009). Houve diferença significativa ao nível de 95% de confiança entre a amostra padrão e os demais pães integrais adicionados de massa de pão (MP), de (5,10,20%), com o pão padrão apresentando menor rendimento. Já entre os pães que foram adicionados de MP não houve diferença significativa. Os valores de rendimento variaram de 91,3 a 93,3%. Guimarães (2021), estudou a elaboração e análise nutricional de pão Integral com *Psyllium* e encontrou um rendimento de 91%, parecido a este estudo. Os dados mostram (tabela 2) que os pães com adição de MP apresentaram menores teores de umidade, o que a princípio contraria os dados de rendimento. O fato de ter sido adicionada a MP na formulação confere alterações na capacidade de absorção de água na massa. A farinha de trigo absorve água durante as fases de mistura, sendo que seus diferentes componentes (proteínas, glucanas, amido) apresentam teores de absorção diferentes (Cauvain; Young, 2009). A MP por sua vez por já ter sido submetida ao forneamento traz alterações nas proteínas que foram desnaturadas e no amido que já foi gelatinizado e depois sofreu retrogradação. Por outro lado, as regiões próximas a casca sofreram intensa redução dos teores de umidade, o que pode ter levado a uma maior absorção e retenção de água, conferindo o maior teor final de umidade e o maior rendimento final

5.2.1 Volume específico

O volume do pão é um dos fatores mais significativos para avaliar sua estrutura, pois ele impacta principalmente na aceitação visual e na textura do produto. O volume específico é um referencial importante porque indica a capacidade da massa em reter dióxido de carbono e aumentar ou não o volume do pão (Schubert, 2017), que está relacionado ao desenvolvimento da rede de glúten. Caso a massa não consiga apresentar propriedades de reter o gás, não haverá a pressão do dióxido de carbono suficiente para difundir a expansão da massa, originando em volume reduzido (El Dash, 1982). A equiparação entre o volume específico e a qualidade geral do pão é positiva, sendo que assim, os maiores valores de volume específico são desejados. Um volume específico adequado indica que o pão é leve, macio e bem fermentado, enquanto um volume específico baixo pode indicar que o pão é denso e não tão macio.

Os resultados de volume específico são apresentados na Tabela 2, variando de 2,48 a 3,71 cm³/g. Observa-se que não houve diferença significativa ao nível de 95% entre o pão padrão e duas das formulações adicionadas de MP (5 e 10%) MP o mesmo não ocorrendo quando a substituição foi de 20%. Muitos estudos trabalham com farinhas mistas ou adição de outros ingredientes na formulação substituindo a farinha de trigo e em vários deles são observadas alterações no volume específico Segundo Oliveira et al. (2015), ao adicionar farinha de banana verde em substituição parcial da farinha de trigo no preparo de pães, observaram aumento de volume específico na formulação com 10% de substituição em relação à formulação controle, mas com adição de 20% e 30% de farinha de banana verde houve decréscimo. A MP embora tenha como base os mesmos ingredientes que o pão em si, passou pelo processo de forneamento, com a ocorrência de desnaturação proteica, reação de Maillard e caramelização, gelatinização e retrogradação do amido. Tais alterações nos dois principais componentes da farinha (amido e proteína) promovem mudanças na reologia da massa. O volume específico de um produto pode sofrer alterações de diversos fatores, como por exemplo: o tipo e a qualidade dos ingredientes utilizados na formulação da massa, em especial a farinha, e os processos usados na sua elaboração (Santana et al., 2020).

A rede de glúten é uma estrutura formada a partir das proteínas específicas presentes em cereais como trigo, cevada e centeio quando a farinha desses cereais é misturada com água e submetida a ação mecânica (amassamento ou sova) (Nitzke;

Biedrzycki, 2004). Essa rede de glúten tem várias funções essenciais na panificação e na produção de produtos de panificação, como pão, bolos e massas. Algumas das funções mais importantes da rede de glúten incluem a retenção de gás (Escouto; Cereda, 2004). Diferentes ingredientes podem influenciar o desenvolvimento da rede de glúten e a MP 20% provavelmente apresentou esse comportamento, diminuindo o teor de glúten total da massa capaz de conferir propriedades de elasticidade e extensibilidade adequadas ao produto final, já que dependendo do ingrediente e da quantidade adicionada do mesmo, pode levar um produto mais pesado, resultando em aumento da densidade e diminuição do volume específico. (Santos et al., 2018).

De fato, é constatado que a redução do teor do glúten em formulações por diferentes formas (uso de farinhas mistas de trigo e outras farinhas isentas dessa proteína, acréscimo de fibras a massa, etc) é responsável pela baixa retenção de CO₂ oriundo da fermentação, tendo como principal consequência a redução de volume e aumento da densidade do produto (Sharma; Chauhan, 2000; Conforti; Davis, 2006). Ao adicionar 20% de MP tendo em vista que ele já sofreu um processo de forneamento, ocasionou um enfraquecimento na rede de glúten, não conseguindo fazer uma retenção eficaz de dióxido de carbono ocasionando ao pão integral com 20% de resíduo um pão com volume específico menor e pesado.

5.2.2 Atividade de Água

Borges (2018), afirma que a atividade de água e a umidade interferem diretamente na qualidade dos pães. A atividade de água (Aw) indica a quantidade de água disponível, que tanto pode promover o crescimento microbiano como a atividade enzimática. Produtos com Aw próxima a 0,90 favorecem o desenvolvimento de bolores e leveduras. O pão de forma é um produto de alta Aw, por esse motivo, normalmente os produtos disponíveis no mercado possuem baixa vida de prateleira. Os resultados apresentados na Tabela 2 comprovam que todas as amostras apresentaram valores de Aw superiores a 0,90, constatando assim ser um produto de estabilidade microbiológica crítica, conseqüentemente, não possui uma vida de prateleira muito longa a não ser que sejam empregadas outras técnicas e o uso de aditivos.

Com base na Tabela 2 acima, a amostra controle, não apresentou diferença significativa comparado às demais amostras que foram adicionados de MP, demonstrando não ter havido efeito nesse parâmetro.

5.2.3 Umidade

Os resultados do teor de umidade são apresentados na Tabela 2 acima. A amostra padrão apresentou diferença significativa ao nível de 95% em relação às demais amostras, com valores entre 30,7 a 38,0%. Isso implica que a MP incorporados nos pães retém mais umidade que o pão padrão. Ainda segundo Borges (2018), a umidade média dos pães de forma varia de 32% a 37%. Com relação à legislação brasileira, durante muitos anos a umidade dos pães foi controlada, sendo estabelecido inicialmente um limite máximo de 30%. Posteriormente, esse valor foi alterado para 38%, e, a partir de setembro de 2005, essa característica foi extinta e atualmente é determinada pelo próprio fabricante.

Curti et. al. (2013), analisaram a adição de frações de farelo de pães em relação às suas propriedades e encontraram teores de umidade que variaram de 41% a 43%, umidade mais altas que neste estudo (farelos absorvem maiores quantidades de água). O maior teor de umidade dos pães adicionados de MP vai de encontro aos valores de rendimento encontrados, mas não resultaram em maior atividade de água. O teor de umidade do pão é influenciado pelas condições de forneamento, ou seja, de temperatura e tempo (Najafabadi et al., 2014) mas também dos ingredientes utilizados.

A umidade no pão interfere positivamente em alguns fatores. No caso do pão, a textura está associada à umidade e maciez do miolo, isto é, à qualidade do produto para o consumidor (Callejo et al., 1999), sendo este um fator importante na aceitabilidade do produto no mercado. Entretanto, segundo Esteller e Lannes (2005), além de aumentar a atividade microbiana, a umidade excessiva pode fazer com que os produtos assados fiquem pegajosos e, por isso as indústrias precisam controlar os níveis de umidade. Excesso de umidade ainda interfere na crocância da casca e pode até deixar algumas formulações de pães com textura “borrachuda”.

5.2.4 Cor do Miolo e da Casca

A análise da cor é um parâmetro importante e associado a um dos primeiros fatores de aprovação pelos consumidores no momento da compra, na visualização da tonalidade da casca. A Tabela 3 apresenta a variação dos valores das cores do miolo e crosta dos pães preparados com MP.

Tabela 3- Cor do miolo e da casca dos pães integrais elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha por MP

	COR DO MIOLO			COR DA CASCA		
	L	a*	b*	L	a*	b*
Padrão	58,1 ±3,09a	21,5±0,096b	14,6 ± 0,22b	53,9 ,±0,4a	14,2,±0,6a	30,3±1,4b
5%	57,3± 2,11 a	19,0±0,061b	16,7 ±0,13 a	51,6 ±0,3ab	14,7±0,3a	33,3±0,4a
10%	54,1 ±0,44 a	26,0±0,096a	16,0 ± 0,20a	50,3 ±1,4b	14,7±0,5a	31,6±1,0ab
20%	59,3 1,66± a	27,1±0,178a	17,4 ± 0,50a	49,9 ±1,7b	13,8±0,2a	31,8±0,8ab

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05).

Fonte: Autoria própria, (2023).

A aparência externa e interna do pão podem sofrer influência de diversos fatores do processo, tais como: tempo e temperatura de forneamento, umidade relativa do forno, quantidade de açúcar residual, tempo de fermentação (Mondal; Datta, 2008; Feitosa et. al., 2013; Sebrae, 2015). A coloração do pão pode ser analisada por métodos instrumentais, nos quais se mede a quantidade de luz refletida pela superfície do alimento utilizando um colorímetro.

A coloração da casca é fundamentalmente resultado da reação de Maillard que acontece durante o forneamento do pão. Essa reação é desencadeada em temperaturas elevadas, com a interação entre os aminoácidos e açúcares (carboidratos) presentes no alimento. Em seguida, são formados compostos de degradação de pigmentação escura denominados melanoidinas, que conferem a cor do produto. São gerados ao longo do processo compostos voláteis, que conferem aroma característico ao pão, que são compostos heterocíclicos de azoto (tiazóis, pirazinas e piridinas) dando origem a aromas, de assado (Shibao; Bastos, 2011).

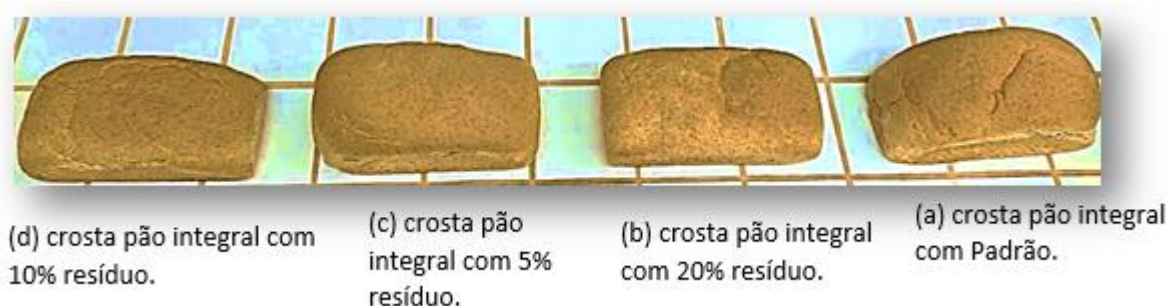
Os defeitos relacionados à cor são classificados como vermelha, pálida ou escura. A cor vermelha pode ser causada pela utilização de uma massa muito espessa ou porque a fermentação inicial não foi realizada em tempo suficiente. Cascas com cor pálida podem ser resultado da falta de açúcar ou da baixa atividade da enzima alfa-amilase, fermentação excessiva, temperatura elevada da massa, falta de vapor no forno ou em forno frio. E por fim, cor escura para o pão pode ser causada por excesso de açúcar ou alta atividade amilolítica, temperatura de massa baixa, forno muito quente ou tempo longo de forneamento (Mondal e Datta, 2008; Feitosa et. al., 2013; Sebrae, 2015).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados para cor da casca. Para luminosidade (54,1 a 59,3), a amostra padrão diferenciou-se das amostras com 10 e 20% de MP. Já entre os pães adicionados de 5% de MP, não houve diferença estatística significativa ao nível de 95%. Para o parâmetro a^* (19 a 27,1), não houve diferença significativa ao nível de 95% entre nenhuma das amostras e para o parâmetro b^* (14,6 a 17,4) a amostra padrão se diferenciou apenas da amostra com 5% de MP.

É improvável determinar um valor mais adequado de luminosidade do pão, em razão de que este critério é muito subjetivo, e pode diferir muito em função da preferência do consumidor. No Brasil, por exemplo, foram considerados valores ideais para pão francês entre 81,4 a 50,6 (Feitosa et al., 2013); já na Argentina, um estudo de simulações de condições de forneamento de pão caseiro indicam valores próximo a 70 como de boa aceitação (Purlis, 2011). Assim, não é possível decidir qual o melhor tempo de assamento baseado nos critérios de luminosidade do pão, porém estes dados se fazem úteis para a caracterização do produto. Os pães produzidos nesse trabalho eram pães integrais e apresentam luminosidade menor, uma vez que a presença do farelo e do germe na farinha integral tornam eles mais escuros. A casca do grão de trigo que consiste no farelo, apresenta pigmento como carotenóides, com isso se dá uma coloração levemente amarelada. (Silva, 2015). A cor da farinha afeta a cor do produto final, tornando-se uma especificação exigida pelos consumidores (Zardo, 2010). Os resultados indicaram que com o aumento da porcentagem de MP a partir de 10%, houve redução da luminosidade. A MP era constituída de pães já assados e que desenvolveram reação de Maillard em suas cascas que por sua vez produz compostos escuros. Além disso, pode ocorrer uma reação de caramelização

devido à presença de açúcares e promover o escurecimento da crosta do pão (Moraes et al., 2010). Ao incorporar a MP à massa dos pães, houve então um escurecimento natural da massa. Como mostra a figura 7.

Figura 7 - Aspectos dos pães integrais produzidos com diferentes níveis de substituição por MP



(d) crosta pão integral com 10% resíduo.

(c) crosta pão integral com 5% resíduo.

(b) crosta pão integral com 20% resíduo.

(a) crosta pão integral com Padrão.

Fonte: Autoria própria, (2023).

Já para a cor a^* estudos têm indicado valores bem mais variados. Erbas et al. (2012), estudou o efeito de doses de metabissulfito de sódio (SMBS) em diferentes concentrações e temperaturas de cozimento nas propriedades físicas, químicas e sensoriais do pão para reduzir o conteúdo de 5-hidroximetil-2-furfural (HMF) e acrilamida, foram encontrados valores de a^* entre 13,01 e 5,63. Park e Baik (2007), analisaram os efeitos do tempo e da temperatura de cozimento para a preparação de pão francês pré-assado, e das condições de descongelamento e segundo cozimento nas características do pão preparado a partir de pão pré-assado entre 14,5 e 4,8.

Shittu, Raji e Sanni (2007), investigou o efeito da temperatura e do tempo de cozimento sobre algumas propriedades físicas de pães de farinha composta produzidos pela mistura de farinha de mandioca e farinha de trigo em uma determinada proporção. Um delineamento experimental composto central rotativo foi e enquanto a temperatura e o tempo de cozimento investigados variaram de 190°C a 240° C e 20 a 40 minutos, respectivamente, e os valores de a^* obtidos variaram entre 14,9 e 3,18. Em nosso trabalho, provavelmente a intensidade das mudanças na cor na casca provocada pelos pigmentos da farinha integral e pelas reações de caramelização e de Maillard superaram o efeito da adição da MP que não influenciou no cor a^* .

Também para valores de cor b^* , são bastante variados os valores encontrados na literatura. Park e Baik, (2007) encontrou valores entre 33 e 25,9 e

Shittu, Raji e Sanni (2007), entre 32,27 e 15, 18. Erbas et al. (2012), produziram pães com valores de croma b^* entre 23,99 e 20,79. O croma b^* positivo que indica nesse caso tons amarelados, o efeito descrito que ocorre na casca de pães integrais descrito para a croma a^* deve ter sido semelhante, mascarando um possível efeito, com exceção da amostra com 5% de MP.

A cor do miolo está relacionada diretamente com as características da farinha. Uma vez que a temperatura no centro do produto não vai além dos 100°C, a caramelização não se manifesta e a reação de Maillard ocorre de maneira lenta, sem influenciar de forma significativa na coloração (Souza, 2014). Cor acinzentada, com pontos escuros, azulada ou muito branca são consideradas anormais para o padrão do produto. Uma farinha de trigo velho ou mal limpo está associada ao aparecimento de pontos escuros na estrutura do miolo ou fundo cinza. A tonalidade branca excessiva pode estar relacionada a um super amassamento que ocasiona a oxidação da massa ou, ainda, um forneamento insuficiente resultando em um pão com miolo cru (Sebrae, 2015).

A Tabela 3 apresenta os resultados de luminosidade L^* do miolo dos pães assados. E os valores variaram entre 58,1 a 59,3. O aumento do tempo de assamento de 10 minutos não provocou variação significativa no parâmetro de cor luminosidade L^* dos miolos dos pães assados sem introdução de vapor. Não foi observada diferença estatística entre as amostras para luminosidade L^* . Na literatura, os valores para luminosidade de miolos de pão são variáveis e não há um padrão, uma vez que é influenciada pelo tipo de farinha, temperaturas de forneamento e ingredientes utilizados (ERBAS et al. 2012), O valor encontrado neste estudo reflete o uso de farinha integral que escurece a massa e o miolo assado. Os efeitos dos pigmentos da farinha integral provavelmente suplantaram o efeito da adição de MP.

O mesmo não se pode falar com relação ao croma a^* e b^* . Os pães com maior concentração de MP (10 e 20%) apresentaram aumentos dos tons avermelhados e todas as amostras acrescentadas de MP apresentaram maior intensidade dos tons amarelados.

5.2.5 Análise sensorial

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa ao nível de 95% entre a amostra controle e o pão adicionado com 5% de MP, tanto na aparência quanto no sabor como mostra a Tabela 4. A partir da substituição de 10% por MP, o grau de diferença aumentou significativamente, comparado ao padrão, sendo que quanto maior o nível de substituição, maior a diferença observada. A aparência é um dos vários atributos sensoriais avaliados em um pão (Battochio et al., 2006).

Tabela 4 - Médias do grau de diferença dos pães integrais elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha por MP

	Grau de diferença				p avaliadores
	Controle	5%	10%	20%	
Aparência	0,7 ± 0,86a	1,0 ± 1,65a	2,6 ± 1,50 b	4,9 ± 2,71 c	0,43
Sabor	0,6 ± 0,88 a	0,7 ± 0,61a	2,5 ± 2,18 b	3,1 ± 2,54 c	0,03

Médias seguidas pelas mesmas letras nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Dunnett ($p < 0,05$).
Grau de diferença: 1 = nenhuma diferença; 7 = extremamente diferente

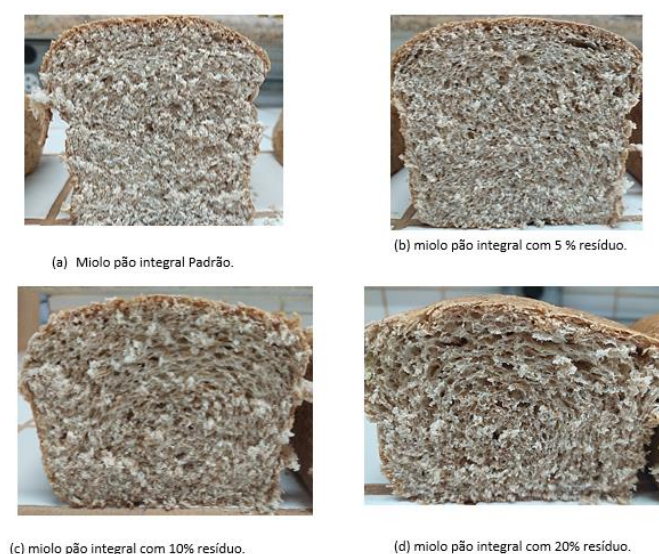
Fonte: Autoria própria, 2023.

Na verdade, é em geral, o primeiro atributo avaliado pelo consumidor e está associado à aceitação visual do produto. Produtos com aparência reprovável, dificilmente são adquiridos ou provados. A massa de pão fora de padrão (MP), como o próprio nome diz, provém de pães que foram assados, mas não apresentaram padrões de qualidade aceitáveis. Durante o forneamento, os pães sofrem diversas alterações e processos bioquímicos. Dentre eles podemos destacar: a desnaturação proteica, a gelatinização do amido, a caramelização e a Reação de Maillard. Tais alterações podem impactar em diferentes parâmetros sensoriais dos pães (Ahrné et al., 2007; Abdullah, 2008; Hayakawa et al., 2009; Purlis, 2012).

No caso da aparência, há forte influência da caramelização e da reação de Maillard. Uma reação de escurecimento não enzimática na presença de açúcares redutores, entre aminoácidos e grupos carbonila, resultando em polímeros chamados melanoidinas (Olaerts; Vandekerckhove; Coutin, 2018). Essa reação é responsável pela formação de sabor, cor e aroma. A caramelização ocorre em sistemas que contêm carboidratos redutores, dando origem, através de outros mecanismos que não a reação de Maillard, a compostos que conferem cor marrom e aroma característico a

muitos alimentos (Claude e Ubbink, 2006). A amostra padrão e a com 5 % MP para os provadores não apresentaram diferença. Enquanto as outras duas sim. É possível notar, nas amostras com 10% e 20 % MP que há uma certa fragmentação do miolo e também tamanho diferente dos alvéolos e sua distribuição, isso interfere na rede de glúten. Como apresenta a figura 8.

Figura 8 - A dissemelhança em relação a aparência dos miolos dos pães das diferentes formulações



Fonte: Autoria própria, 2023.

O aroma marcante do pão é determinado pelos compostos voláteis presentes na massa. As essências compostas voláteis presentes no pão são: ácidos, álcoois, cetonas, ésteres, furanos, hidrocarbonetos, pirazinas e pirróis (Claude e Ubbink, 2006). No momento da fermentação ocorre a formação de compostos voláteis e temos também a ação dos açúcares e aminoácidos que exercem importantes funções na formação de compostos voláteis durante o assamento do pão. Em virtude da elevação da temperatura presente no forno, no decorrer do assamento é factível aumentar a quantidade de compostos voláteis, alguns deles encontrados exclusivamente após o assamento. Os elementos voláteis são gerados tanto na região da crosta do pão como no miolo do pão e durante a formação da crosta pode ocorrer a migração dos elementos entre essas regiões (Khalil, et al., 2017). Na crosta do pão, os compostos voláteis são formados principalmente devido às reações de Maillard. Os pães já assados desenvolveram esse processo, acumulando os compostos que conferem uma cor mais escura. Portanto, era de se esperar que à medida que houvesse

incorporação da massa de pão, houvesse alteração da coloração, explicando, portanto, o fato de os provadores terem identificado diferenças entre o controle e as demais formulações quando a aparência.

Já com relação ao sabor, temos alterações em decorrência de alguns desses compostos formados e citados anteriormente. Enquanto o pão fica em temperatura ambiente, ocorre a perda dos componentes que formam o aroma e o sabor doce após 96 horas, e o sabor de azedo é intensificado (Battochio et al., 2006). Da mesma forma que com a aparência, aumentos da concentração de MP, levaram ao incremento de diferenças no sabor (Khalil, et al.,2017). Um outro fator que explica a diferença de sabor, é que as MP se tratam de massas fermentadas e durante a fermentação, também são produzidas diferentes substâncias, algumas delas que conferem sabor ao pão. Como demonstrado na tabela 4 quanto maior a substituição por MP, maior a diferença com o controle. Novamente a substituição em até 5% não indicou diferença com o pão padrão.

6 CONCLUSÃO

Na unidade industrial de pães estudada quase 70% das perdas estão concentradas em três tipos de pães resultado de etapas distintas do processamento, indicando que a solução do problema em tais pães, representa importante redução de perdas.

A substituição de farinha de trigo por MP proporcionou de pães integrais com a mesma atividade de água, luminosidade de miolo e OS parâmetros a^* e b^* para casca. Os teores de umidade, rendimento e croma b^* do miolo foram maiores com a adição da MP em relação ao pão integral padrão.

Pães integrais com adição de até 5% de MP não diferiram quanto ao sabor, aparência, atividade de água, volume específico, croma a^* e luminosidade do miolo e da casca, demonstrando ser esse nível de substituição adequado na formulação de pães integrais.

REFERÊNCIAS

ABIP. **Balço e Tendência do mercado de panificação e confeitaria**. 2018.

_____. **Indicadores da panificação e superação dos desafios**. 2022.

_____. **O mercado da panificação e a pandemia**. 2021.

ABNT, A. B. DE N. T.; SEBRAE, S. B. DE A. ÀS M. E P. E. **Guia de implementação pão tipo francês: Diretrizes para avaliação da qualidade e classificação**. Rio de Janeiro: [s.n.].

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

AHRNÉ, A.; ANDERSSON, C. G.; FLOBERG, P.; ROSÉN, J.; LINGNERT. Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: Steam and falling temperature baking. **Swiss Society of Food Science and Technology**, Göteborg, v. 40, p. 1708-1715, 2007.

ALVES, Mariana Orlandi. **Gestão de resíduos em uma panificadora utilizando as técnicas de Produção mais Limpa (P+L) e de educação ambiental**. Dissertação (Graduação) – Engenharia Ambiental. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. SP, 2020.

BATTOCHIO, J. R.; (et al.) Perfil sensorial de pão de forma integral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.2, 2006.

BATISTA, Dirceu Fernandes. **O mercado de panificação e o desenvolvimento sustentável**. Dissertação (Mestrado) Faculdades Associadas de Ensino – UNIFAE. São João da Boa Vista. São Paulo. 2016.

BENASSI, V. de T.; WATANABE, E. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. EMBRAPA CTAA, Documentos nº 21, 60 p., jun. 1997. Disponível em: Acesso em 07 Oct. 2023.

BORGES, Mikaelly Veiga; BORGES, Rhinery Beatriz Rocha. **Perfil de Textura de Marcas Comerciais de Pães de Forma Tradicional e Integral**. TCC Universidade Federal de Goiás – UFG. Goiás, 2018.

BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY. **Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro**. Campinas, v. 23, e2019134, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13419>.

BOEKEL, M.A.J.S. Effect of heating on Maillard reactions in milk. **Food Chemistry**, v. 62, n. 4, p. 403-414, 1998.

BOURAI, I.; AMINE, A.; MOSCONI, D.; PALESCHI, G. Investigation of glycated protein assay for assessing heat treatment effect in food samples and protein–sugar models. **Food Chemistry**, v. 96, p. 485-490, 2006.

BUENO, Paulo Henrique Toledo. **Panorama Geral das Perdas e Desperdício de Alimentos e Soluções Para o Acesso à Alimentação**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas, 2019.

CALLEJO, M. J. et al. **Effect of gluten addition and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation**. **Z Lebensm Unters Forsch A**, Berlin, v. 208, n. 1, p. 27-32, 1999.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **O pão: o produto**. In: **Característica da qualidade do pão**. Tecnologia da Panificação. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2009.

CEPPA, B. Curitiba, v. 18, n. 2, p. 221236, jul./dez. 2000.

CLAUDE, J.; UBBINK, J. Thermal degradation of carbohydrate polymers in amorphous states: a physical study including colorimetry. **Food Chemistry**, v. 96. p. 402-410, 2006.

CONFORTI, F.D.; DAVIS, S.F. The effect of soya flour and flaxseed as a partial replacement for bread flour in yeast bread. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, Suppl.2, p.95-101, Dec. 2006.

CUNHA, Ana Oliveira de. **Cadeia produtiva do Pão: Fontes informacionais utilizadas no planejamento de novos produtos**. Dissertação (Bacharel em Biblioteconomia) Faculdade de Biblioteconomia e Comunicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

CURTI, E. CARINI. E.; BONACINI, G.; TRIBUZIO, G.; VITTADINI, E. Effect of the addition of bran fractions on bread properties. **Journal of Cereal Science**, v. 57, n. 3, p. 325– 332, 2013.

CURTI, E. CARINI. E.; BONACINI, G.; TRIBUZIO, G.; VITTADINI, E. Effect of bran on bread aging: Physicochemical characterization and molecular mobility. **Journal of Cereal Science**, v.65, p. 25-30,2015.

DUTCOSKY, Silvia Delboni. **Análise sensorial de alimentos**. 4° Edição. Curitiba:

EL-DASH, A.A.; CAMARGO, C. E.; DIAZ, N. M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo: Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1986.

ERBAS, M. et al. Effect of sodium metabisulfite addition and baking temperature on maillard reaction in bread. **Journal of Food Quality**, v. 35, p. 144–151, 2012.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. da S. **Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n. 4, p. 802-806, 2005.

FEITOSA, L. R. G. F.; MACIEL, J. F.; BARRETO, T. A.; MOREIRA, R. T. **Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, nº 2, p. 693-704, Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2013. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445744120018.pdf>. Acesso em 07 oct. 2023.

FELLOWS, P.J. **Freezing. Food Processing Technology: Principles and Practices**. 2ª. ed. London: Woodhead Publishing Ltd. p. 418-439, 2000.

FREIRE, Francisco das Chagas Oliveira. **A Deterioração Fúngica de Produtos de Panificação no Brasil**. Comunicado Técnico 174. Fortaleza, 2001.

Fu, Z. et al. Effect of (-)-epigallocatechin gallate (EGCG) extracted from green tea in reducing the formation of acrylamide during the bread baking process. **Food Chemistry**, v. 242, p. 162–168, 2018.

GERMANI, R. **Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliações de suas qualidades**. Rio de Janeiro: Embrapa agroindústrias de alimentos, 2007.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico de Panificação**. REDETEC Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc=>>>. Acesso em: 13 set. 2023.

GUIMARÃES, Maiara Almeida. **Elaboração e análise nutricional de pão integral com psyllium**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto Ouro Preto - Minas Gerais, 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IZADI NAJAFABADI, L. et al. Impact of baking conditions and storage temperature on staling of fully and part-baked Sangak bread. **Journal of Cereal Science**, v. 60, n. 1, p. 151– 156, 2014.

KHALIL, M. M. et al. Physiochemical and Sensory Evaluation of some Bakery Products Supplemented with Unripe Banana Flour as a Source of Resistant Starch. **Journal of Food and Dairy Sciences**, v. 8, n. 10, p. 411-417, 2017.

KATINA, K.; SALMENKALLIO-MARTTILA, M.; PARTANEN, R.; FORSELL, P.; AUTIO, K. **Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread**. LWT - Food Science and Technology, v.39, n.5, p.479-491, Jun. 2006.

MATUDA, Tatiana Guinoza. **Análise térmica da massa de pão francês durante os processos de congelamento e descongelamento: otimização do uso de aditivos**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Escola Politécnica,

Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/D.3.2004.tde-20082004-145227. Acesso em: 2023-12-05.

MARTI, A. et al. Flour from sprouted wheat as a new ingredient in bread-making. **LWT - Food Science and Technology**, v. 89, p. 237–243, 2018.

MIRANDA, Marcus Vinícius Pereira; CIRIBELI, João Paulo; CONDÉ, Cláudia de Moraes Sarmento. **Análise das Perdas em Produtos do Supermercado Nova Era: Um Estudo no Setor Alimentício de Carnes, Padaria e Hortifrúti**. Revista Científica UNIFAGOC. Caderno Graduação e Pós-Graduação. ISSN: 2525-5517. Volume VI, n.1, 2021.

MONDAL, A.; DATTA, A. K. Bread baking - A review. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 465–474, 2008.

MONTENEGRO, F. M. **Avaliação do desempenho tecnológico de misturas de farinhas de triticale e trigo em produtos de panificação** (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MORAES, K. S de; ZAVAREZE, E. R.; MIRANDA, M. Z.; SALAS-MELLADO, M. M. **Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, 30(Supl.1): 233-242, maio, 2010.

MORALES, J. F.; BOEKEL, M.A.J.S, van. A study on advanced Maillard reaction in heated casein/sugar solutions: colour formation. **International Dairy Journal**, v. 8, p. 907-915, 1999.

NETO, Eduardo Martins. **Oportunidades de valorização de resíduos de panificação em grandes cidades brasileiras: um estudo de caso do Rio de Janeiro**. Dissertação Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 2020.

NITZKE, J. A; BIEDRZYCKI A. “**Como fazer pão**”, 2004. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/pao/>. Acesso em: out. 2023.

OLAERTS, H.; VANDERKERCKHOVE, L.; COURTIN, C.M. A closer look at the bread making process and the Quality of bread as a function of the degree of preharvest sprouting of wheat (*triticum aestivum*). **Journal of Cereal Science**, v.80, p 188-197,2018.

OLIVEIRA, D. A. S. B.; MÜLLER, P. S.; FRANCO, T. S.; KOTOVICZ, V.; WASZCZYNSKYJ, N. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 699-707, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-176/14>

OLIVEIRA, Daiana Cardoso de. **Caracterização e potencial tecnológico de amidos de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)**. 2011.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2011.

Özkaya, B., Baumgartner, B., & Özkaya, H. (2018). **Effects of concentrated and dephytinized wheat bran and rice bran addition on bread properties**. *Journal of Texture Studies*, 49(1), 84-93. <http://dx.doi.org/10.1111/jtxs.12286>. PMID:28742221.

PARK, C. S.; BAIK, B. K. Influences of baking and thawing conditions on quality of parbaked French bread. **Cereal Chemistry**, v. 84, n. 1, p. 38–43, 2007.

PASRIJA, D. et al. Microencapsulation of green tea polyphenols and its effect on incorporated bread quality. *LWT - Food Science and Technology*, v. 64, n. 1, p. 289–296, 2015.

PURLIS, E. Bread baking: Technological considerations based on process modelling and simulation. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 1, p. 92–102, 2011.

QUALIA: **A ciência em movimento**, v.6, n.1, jan.-jul. 2020, p.50-67.

QUINTAS, M. A. C.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Modelling colour changes during the caramelisation reaction. **Journal of Food Engineering**, v. 83, n. 4, p. 483-491, 2007.

REJEB, I. Ben (et al., 2022). **Excedente de pão: um desperdício cumulativo ou um material básico para produtos de alto valor?** *Moléculas*. 2022; 27(23):8410. <https://doi.org/10.3390/molecules27238410>

RODRIGUES, Mariângela Galindo de Araújo. **Análise do processo produtivo de uma panificadora à luz da produção mais limpa**. Dissertação (Bacharelado em Administração). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2013.

ROSELL, C. M. Trends in bread making: low and subzero temperatures. **Innovation in food engineering: New techniques and products**, p. 59-79, 2010.

SANTANA, R. D. C. S.; RIBEIRO, G. O.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. Caracterização física e textural de biscoitos de farinha de banana verde. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 81311-81319, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n10-523>.

SANTOS, C. M. D (et al., 2018) de. Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017120, p. 1-9, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.12017>.

SANTOS, M, R, L; FREITAS, K, R, S. Aproveitamento Tecnológico de Cenoura na fabricação de pão caseiro. **Mutidisciplinary Journal**, v. 9, n. 1, p. 1-7. 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Estudo de Mercado - Indústria: Panificação**. Salvador, 2017.

SCHUBERT, Suelen. **Utilização de farinha de grão de bico (*Cicer arietinum*) para a formulação de pão sem glúten**. 2017. Trabalho de Conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, Paraná. 2017.

SHARMA, H. R.; CHAUHAN, G.S. Physicochemical and rheological quality characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum graecum* L.) supplemented wheat flour. **Journal of Food Science and Technology**, v.37, n.1, p.87-90, 2000.

SHITTU, T. A.; RAJI, A. O.; SANNI, L. O. Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. **Food Research International**, v. 40, p. 280–290, 2007.

SHIBAO, J. BASTOS, D. H. M. **Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde**. Revista Nutrição, v. 24, p. 865-904, Campinas, 2011. Disponível em: <https://www.scienceopen.com/document?id=2d7aa30e-3f17-4f86-b8ed-80428ce8c343>. Acesso em 10 oct. 2023.

SILVA, Ana Paula Fonseca. **Diagnostico de Impactos Ambientais Adversos em uma Agroindústria de Panificação no Município de Pombal – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, 2017.

SILVA, Flávia Gomes. **Recomendações das perdas produtivas em uma padaria e confeitaria de pequeno porte**. Projeto de Fim de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção (UFF/PURO), Rio das Ostras, 2022.

SILVA, A. F. V. da; LAURINTINO, T. K. S.; GOMES, L. D. B. de C.; LIMA, R. D.; RIBEIRO, D. S. Análise de diferentes marcas de farinhas de trigo: Teor de acidez, cor e cinzas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 18–22, 2015. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/3855>. Acesso em: 25 out. 2023.

SOUZA, T. A. S. **Substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio: Influência sobre os parâmetros de qualidade do pão francês**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/4062>. Acesso em 12 oct. 2023.

SUSTAINABLE ENERGY FFUEL. **Recycling bread waste into chemical building blocks using a circular biorefining approach**. Vol 5, 4842-4849. The Royal Society of Chemistry, 2021.

STAUFFER, C. E. **Principles of dough formation** In CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. *Technology of breadmaking*, London. Blackie Academic & Professional, 1998. 295 p.

SUI, X.; YAP, P. Y.; ZHOU, W. Anthocyanins during baking: their degradation kinetics and impacts on color and antioxidant capacity of bread. **Food and Bioprocess Technology**, v. 8, p. 983–994, 2015.

TBCA - **Tabela Brasileira de composição de alimentos**. Projeto Integrado de Composição de Alimentos - TBCA-USP. 2008. Disponível em: [<http://www.fcf.usp.br/tabela/>]. Acesso em: 07 out. 2023.

ZAMBELLI, R. A (et al 2013). **Análise do teor de umidade de pães tipo francês produzidos por diferentes estabelecimentos comerciais de Fortaleza-CE**. **Magistra**, v. 25, n. 2, p. 394-399, 2013.

ZARDO, F. P. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul, campus Bento Gonçalves. 2010.

ZORTÉA, M. B. et al. Avaliação da viscosidade aparente de pastas de amidos nos viscosímetros Brookfield RVDV-II+ pro e rápido visco-analisador RVA-4. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Ponta Grossa – Paraná. Brasil. INSS:1981-3686. v. 05, n. 01, p.326-335, 2011.

APÊNDICE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa: Reaproveitamento de Perdas no Processo Fabril de Pães

Pesquisadores: Amanda Tatiane Correa Pereira dos Santos

Rua Ermíro Barbosa Lemes, 177. Hilda Mandarinó – Londrina /PR [Tel:\(43\)998384203](tel:(43)998384203)

Pedro Henrique Martins

Rua Limoeiro, 65. Lourenço Bacarin -Ibiporã/ PR [Tel: \(43\)984026464](tel:(43)984026464)

Profissional responsável: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

Rua Pernambuco, 511, Centro – Londrina/PR Tel: (43) 99642-3636

Local de realização da pesquisa:

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

Avenida dos Pioneiros, 3131. Telefone (43) 3315-6156

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

Esta pesquisa consiste na elaboração de pães utilizando sobras de produtos fora de padrão, procurando reduzir custos e desperdício.

Objetivos da pesquisa

A pesquisa pretende estudar a diferentes níveis de substituição parcial da farinha de trigo pela massa fragmentada de pães fora de padrões.

2. Participação na pesquisa

Você receberá 4 amostras de pães para degustação no laboratório de análise sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Após provar as amostras você deverá preencher uma ficha fornecida, de acordo com informações solicitadas sobre os produtos. Os dados obtidos serão avaliados estaticamente.

3. Confidencialidade

Os dados obtidos na pesquisa serão extremamente confidenciais e somente serão para pesquisa. Não há necessidade de divulgar dados para divulgação. Informações pessoais do participante.

4. Desconfortos, Riscos e Benefícios

a) Desconfortos e ou Riscos:

Somente os envolvidos na análise sensorial participarão. Indivíduos que se voluntariam para participar do estudo, assinam os termos Consentimento informado, que não tenham intolerância ao glúten ou intolerância de qualquer tipo ao produto para pão. Ou mesmo se estiverem temporariamente doentes (por exemplo, resfriado, rinite, gripe), isso pode afetar a resposta sensorial ao produto. Desta forma, o risco de execução do projeto será minimizado.

b) Benefícios:

Esta pesquisa não te trará benefícios diretos, no entanto sua participação auxiliará no conhecimento das características sensoriais do pão a adicionar formulações de pães integrais com a substituição parcial da farinha de trigo, pela massa fragmentada de pães fora dos padrões. Essa substituição 5%,10%,15%,20%

5. Critérios de inclusão e exclusão

6a) Inclusão: Poderão participar na pesquisa maiores de 18 anos que não apresentem restrição à ingestão dos ingredientes utilizados no pão e que goste deste tipo de produto alimentício.

6b) Exclusão: Você não poderá participar desta pesquisa se apresentar à intolerância ao glúten ou qualquer tipo de intolerância aos produtos utilizados no pão. Ou ainda que estejam temporariamente doentes (como resfriados, rinites, gripe), de maneira que estas possam influenciar diretamente nas respostas sensoriais ao produto.

6. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Você pode desistir de participar da pesquisa qualquer momento e não será questionado (a) a respeito. Do mesmo modo, pode solicitar esclarecimentos antes, depois e após a análise, pessoalmente ou pelos contatos da pesquisadora contidos no documento.

7. Ressarcimento ou indenização

A sua participação nesta pesquisa é isenta de qualquer custo, por isso, não existe ressarcimento a ser efetuado. No entanto, a lei prevê indenização ao participante que sofreu danos, sejam no âmbito psicológico ou material, pela comprovada participação na pesquisa.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: (41) 3310-4494, e-mail: coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/___ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____

Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador: _____ Data: ____ / ____ / ____
(Ou seu representante)

Nome completo: _____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com _____, via e-mail: _____ ou telefone: _____.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.