V SEMEALI UFAM
"A Engenharia de Alimentos no fomento das pequenas e médias indústrias alimentícias da região Norte"
25 A 29 DE OUTUBRO DE 2021

DESENVOLVIMENTO E ESTUDO DA EFICIÊNCIA DE MEDIDOR DE VOLUME PARA PÃES

Almeida, Rafael Fernandes[1], Costa, Tatielly de Jesus[2], Inô, Magda Maria Oliveira[3], Oliveira, Adriana Mendes[4], Sobral, Josilene Rosa de[4], Machado, Ana Paula Oliveira[4]

[1]UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, [2]USP – Universidade de São Paulo, [3]UFG – Universidade Federal de Goiás, [4]IFBA – Instituto Federal da Bahia.

r234206@dac.unicamp.br

Título da Sessão Temática: *Engenharia de processos, P&D e tecnologias emergentes (EPT)*

Evento: *V Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos – UFAM*

RESUMO

O medidor de volume é um equipamento capaz de aferir o volume de pães, garantindo a padronização do produto e servindo como ponto de partida para a identificação de erros no processamento. Todavia, este instrumento costuma ser muito caro para pequenos estabelecimentos e instituições de pesquisa com baixo orçamento. Devido a isso, com a finalidade de democratizar o acesso a este instrumento, esse estudo teve o objetivo de conceber e construir um modelo alternativo de medidor de volume para pães, utilizando materiais de baixo custo e reutilizáveis, assim como avaliar sua eficiência na aferição através de sua exatidão e precisão. Para tanto, foram utilizados para a construção do equipamento: proveta, garrafa plástica e caixa de sapato. A eficiência do aparato foi avaliada através de mensurações dos volumes de pães tipo francês: comum e integral, sendo avaliada a exatidão e precisão por meio de estatística descritiva (média aritmética e erro padrão) à significância de 5 %, e comparação com dados da literatura. Os resultados demonstraram que foi possível conceber e construir o medidor de volume para pães com materiais reutilizáveis e de baixo custo, que se mostrou eficiente, obtendo exatidão e precisão em suas mensurações e com um custo máximo que representa apenas 2 % do valor de mercado deste instrumento.

Palavras-chave: Instrumento de medição. Pão tipo francês. Exatidão. Precisão.

ABSTRACT

The volume meter is equipment capable of measuring the volume of bread, ensuring product standardization and serving as a starting point for identifying errors in processing. However, this instrument is usually very expensive for small establishments and research institutions with a low budget. Therefore, in order to democratize access to this instrument, this study aimed to design and build an alternative model of volume meter for breads, using low-cost and reusable materials, as well as evaluating its efficiency in measuring through its accuracy

and precision. For this purpose, the following were used to build the equipment: test tube, plastic bottle and shoe box. The efficiency of the apparatus was evaluated by measuring the volumes of French-style breads: common and whole, with accuracy and precision being evaluated through descriptive statistics (arithmetic mean and standard error) at 5% significance, and comparison with literature data. The results showed that it was possible to design and build the volume meter for breads with reusable and low-cost materials, which proved to be efficient, obtaining accuracy and precision in its measurements and with a maximum cost that represents only 2% of its market value. instrument.

Keywords: Measuring instrument. French type bread. Accuracy. Precision.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, apenas em 2020, as vendas de pães industrializados geraram um faturamento superior a nove bilhões de reais, um aumento de 11 % em relação a 2019 e 17 % em comparação ao ano de 2018 (ABIMAPI, 2021). De fato, os pães possuem alta inserção comercial, justificada pelo seu preço, sabor, aroma e disponibilidade, além de terem uma produção barata, o que os tornam atrativos para as indústrias alimentícias e pequenos produtores (IGNÁCIO *et al*., 2013).

Todavia, aos olhos dos consumidores, o principal fator que determina a compra do produto é a sua aparência, compreendida pelo seu volume e cor, já que estes são os primeiros e, na maioria dos casos, únicos parâmetros observados antes da tomada de decisão (IGNÁCIO *et al*., 2013). Devido a isso, é importante que as indústrias e estabelecimentos garantam a padronização de seus produtos.

O medidor de volume é um equipamento capaz de aferir o volume de pães, contribuindo para a sua padronização e até mesmo servindo como ponto de partida para a identificação de erros no processamento. No entanto, este instrumento costuma ser muito oneroso para instituições de pesquisa com pouco orçamento e pequenos estabelecimentos, chegando a custar cerca de R$ 2.500,00, os de capacidade para 1000 mL (ALIBABA.COM, 2021; ALIEXPRESS, 2021).

Diante disso, com o intuito de democratizar o acesso a este instrumento aos produtores e instituições que não possuem condições de adquirir o equipamento convencional, esse estudo teve o objetivo de conceber e construir um modelo alternativo de medidor de volume

para pães, utilizando materiais de baixo custo e reutilizáveis, bem como avaliar sua eficiência na aferição através de sua exatidão e precisão.

2. METODOLOGIA

Para a construção do medidor, foi preciso utilizar poucos materiais, como: proveta com capacidade de 1000 mL, garrafa plástica de polipropileno e caixa de sapato, todos reutilizados, além de estilete e tesoura de ponta fina.

Para escolha da garrafa, optou-se por uma que tivesse uma abertura com diâmetro similar ao da proveta, possibilitando um perfeito encaixe entre os compartimentos. Como a garrafa utilizada possuía 1,5 litro de capacidade de armazenamento, foi preciso reduzi-la para suportar no máximo 1 L (Figura 1), atendendo o limite da proveta.

Para realizar a correta redução do volume do compartimento, foi utilizado grãos de painço, no qual 1000 mL de grãos foram mensurados na proveta e, na sequência, foram adicionados na garrafa de 1,5 litro, observando onde exatamente deveria ser feito o corte do compartimento. Todavia, antes foi preciso realizar um corte horizontal próximo a abertura da garrafa, para entrada e saída da válvula de escape dos grãos.



Figura 1. Garrafa para acondicionamento do pão: à esquerda - garrafa com capacidade de 1,5 L; à direita - garrafa reduzida para 1 L.

A válvula foi elaborada com caixa de sapato, sendo elaborada de modo que ficasse com formato similar e de mesmo diâmetro da abertura menor da garrafa. Em seguida, todas as partes do medidor foram juntadas para formação do aparato.

Para verificar a funcionalidade do aparato, foram mensurados o volume de três amostras de pão tipo francês (Figura 2) e três amostras de pão integral tipo francês (Figura 2). Para a mensuração, foram utilizados grãos de painço. Todos os pães foram adquiridos em

estabelecimento comercial localizado em Barreiras, Oeste da Bahia, Brasil (Latitude: 12º 09' 10" S, Longitude: 44º 59' 24" W). As análises foram procedidas em triplicata e em três repetições.

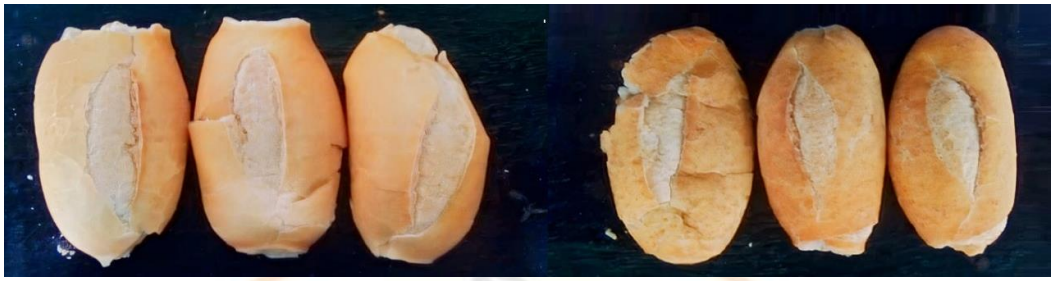

Figura 2. Pães tipo francês: comum à esquerda e integral à direita.

Os procedimentos para mensuração estão listados na Figura 3.

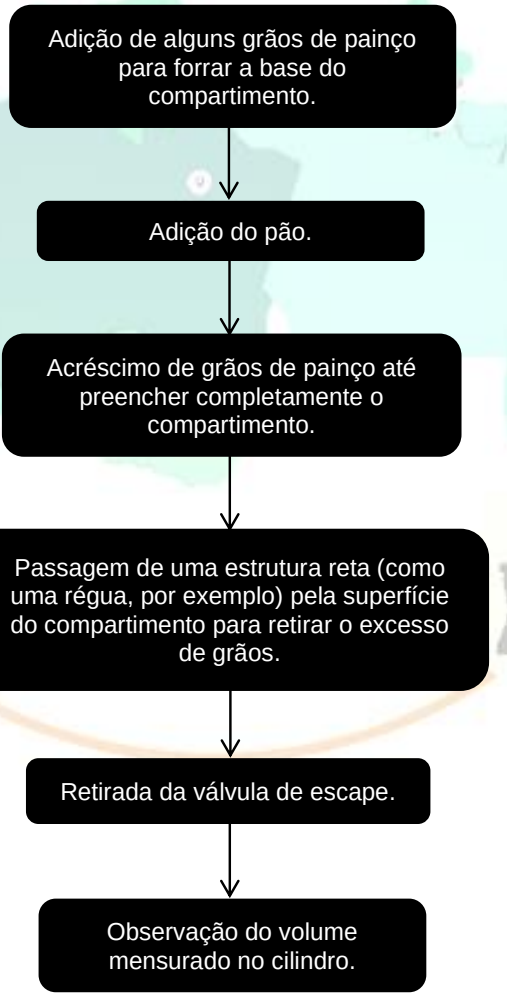

Figura 3. Fluxograma dos procedimentos para determinação do volume de pães.

A exatidão das mensurações foi avaliada através de comparação com os dados disponíveis na literatura para ambos os produtos, tendo em vista que a instituição onde o estudo foi desenvolvido não possui medidor convencional e este é justamente o intuito do trabalho, tornar este equipamento mais acessível.

Utilizando tratamento estatístico descritivo através do software Excel®, foi determinada a média aritmética e o erro padrão dos dados, considerando significância de 5 %, de modo a mensurar a precisão do aparato.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 4 e 5 constam o medidor de volume para pães desenvolvido e seu esquema de funcionamento, respectivamente.



Figura 4. Protótipo de medidor de volume para pães.

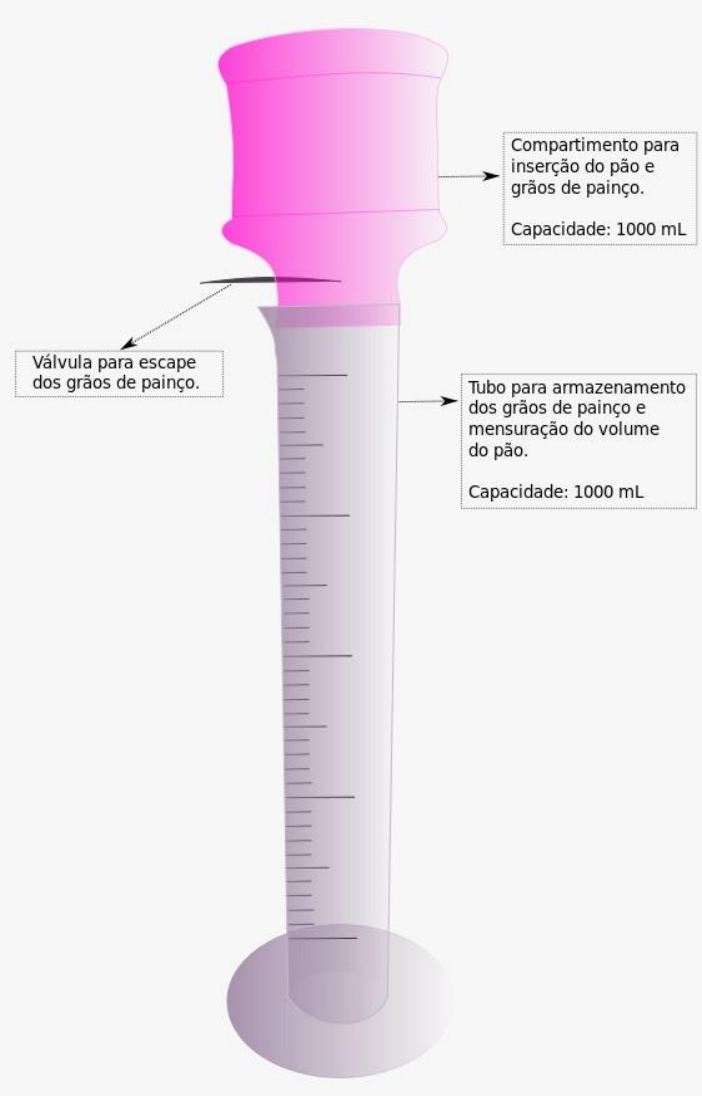

Figura 5. Esquema de funcionamento do medidor de volume para pães.

Analisando os resultados elencados nas Tabelas 1 e 2, observa-se que o volume dos pães tipo francês variaram entre 286,7 ± 7,2 mL e 300,0 ± 4,7 mL, enquanto que o volume dos pães integrais tipo francês variaram entre 258,3 ± 1,4 mL e 266,7 ± 5,4 mL.

Tabela 1: Volume dos pães tipo francês mensurado no protótipo construído.

	Pão Tipo Francês		
	Amostra 1 (mL)	*Amostra 2 (mL)*	*Amostra 3 (mL)*
Replicata 1	300	300	300
Replicata 2	290	310	290
Replicata 3	290	290	270
Média (mL)	293,3 ± 2,7	300,0 ± 4,7	286,7 ± 7,2

Tabela 2: Volume dos pães integrais tipo francês mensurado no protótipo construído.

	Pão Integral Tipo Francês		
	Amostra 1 (mL)	*Amostra 2 (mL)*	*Amostra 3 (mL)*
Replicata 1	270	260	260
Replicata 2	270	260	255
Replicata 3	260	255	260
Média (mL)	266,7 ± 5,4	258,3 ± 1,4	258,3 ± 1,4

O volume de pães tipo francês costuma variar entre 300 e 500 mL (FERREIRA; OLIVEIRA; PRETTO, 2001); enquanto que para pães integrais tipo francês, o volume varia entre 260 e 370 mL (ALMEIDA, 2011).

Os resultados indicam que há um bom nível de extidão nos dados adquiridos por meio do medidor de volume, já que os resultados ficaram próximos aos da literatura e tratam-se de produtos sob influência de uma série de fatores, que podem divergir e alterar o volume final do produto, como: a qualidade da farinha de trigo utilizada, o uso de diferentes ingredientes, diferenças nas condições de processamento, entre outros.

Vale ressaltar que os pães avaliados por este estudo chegam no comércio congelados, passando por um reassamento. Diversos estudos comprovam que o reassamento de pães diminui seu volume. O fato de pães reassados apresentarem volume menor quando comparados aos pães pré-assados se dá pelo fato de que este aumento de volume acontece até certo ponto, pois chega um momento em que o fermento não terá mais substrato para produzir gás e o pão não terá mais estrutura para reter tal produção de gás (ALMEIDA, 2011).

Almeida (2011) encontrou para pães integrais reassados tipo francês, volume variando de 241 ± 6 à 353 ± 9 mL. Comparando com os resultados encontrados nesse estudo, nota-se que todas as amostras apresentaram volume médio dentro da faixa determinada por Almeida (2011).

Calculando o erro padrão, notou-se que o medidor de volume permitiu erros variando entre 1,4 e 7,2 mL. Estes valores são considerados pequenos, tendo em vista que os pães analisados apresentaram volumes acima de 250 mL, indicando que o aparato garante precisão nas medidas, já que a maioria dos erros representa menos de 1 % do volume dos produtos. Modelos convencionais geralmente possuem erro padrão de 5 mL (ALIBABA.COM, 2021; ALIEXPRESS, 2021), similar aos valores encontrados para o aparato construído.

Por ser mais simples de ser elaborado, optou-se por não colocar um compartimento inferior no equipamento, como ocorre em medidores tradicionais; assim, tornando o compartimento superior o local para colocar o pão. Ao fazer isso, como os grãos de painço passaram a ter contato direto com o pão, antes mesmo da válvula de escape dos grãos ser aberta, alguns grãos grudam na amostra, o que provoca uma pequena variação no resultado. No entanto, os modelos tradicionais também não são 100 % precisos, já que durante o processo de queda dos grãos, alguns saem do equipamento.

Todavia, o erro do modelo desse estudo pode ser reduzido, pois a estrutura do equipamento permite que mexa-se o pão, fazendo cair a maioria dos grãos grudados, o que não é possível fazer com os modelos convencionais. Torna-se complicado apenas retirar a totalidade dos grãos que ficam retidos no pão, pois possuem tamanhos pequenos e de difícil manipulação.

Outro fator que interfere nos resultados é o próprio compartimento de armazenamento do pão, pois mesmo passando uma estrutura linear (régua, por exemplo) na superfície, não é garantido que o compartimento sempre terá exatamente a quantidade de grãos suficiente para totalizar 1000 mL, somando com o volume do pão. Esse valor será, na maioria das vezes, aproximado. Esse problema também está presente nos modelos tradicionais, mas não comprometem a veracidade dos resultados, pois qualquer equipamento desenvolvido estipula um erro a ser considerado nas análises, devido a problemas como este relatado.

A válvula de escape ao ser removida do medidor também possibilita a saída de alguns grãos, que acabam não caindo no cilindro de medição. Todavia, notou-se que, se a válvula for retirada lentamente e de maneira reta, a saída desses grãos é reduzida a zero.

Ao construir o aparato, deu-se preferência a uma estrutura que permitisse o encaixe e desencaixe do compartimento, de modo fácil, sem muito trabalho; isso para permitir a saída de todos os grãos que caíssem no cilindro de medição, que neste caso trata-se de uma proveta; e justamente para que possibilitasse o uso desta proveta para outras finalidades. Devido a isso, o corte para entrada e saída da válvula foi realizado na garrafa e não na proveta.

Dependendo das dimensões do pão, o compartimento não permite que este fique numa posição horizontal, mas sim numa posição próxima a diagonal (Figura 6), apresentando angulação em relação a base do compartimento. Contudo, isso não interfere na colocação e preenchimento do compartimento com grãos de painço.



Figura 6. Posição do pão quando inserido no compartimento.

Este equipamento não teve custo de produção, já que todos os materiais foram reutilizados. No entanto, mesmo que a pessoa interessada não possua uma proveta ou garrafa com essas características, estes objetos são facilmente encontrados no mercado físico e online e custam, em média: R$ 50,00 e R$ 3,00, respectivamente (MERCADO LIVRE, 2021; GOOGLE SHOPPING, 2021). Ou seja, o aparato construído consegue aferir o volume de pães com a mesma precisão de equipamentos convencionais e com um custo máximo que representa aproximadamente 2 % do valor desses modelos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, o medidor de volume para pães desenvolvido com materiais reutilizáveis e de baixo custo cumpre com eficiência sua função, se mostrando viável para uso, já que obteve exatidão e precisão em suas aferições e com um custo máximo que representa apenas 2 % do valor de mercado deste instrumento.

REFERÊNCIAS

ABIMAPI. Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, massas alimentícias e pães & bolos industrializados. **Histórico de Exportação & Importação**. 2021. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas.ph>. Acesso em: 17 set. 2021.

ALIBABA.COM. **Medidor de volume de pão**. 2021. Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/>. Acesso em: 22 set. 2021.

ALIEXPRESS. **Medidor de volume de pão**. 2021. Disponível em: <https://pt.aliexpress.com/>. Acesso em: 22 set. 2021.

ALMEIDA, E. L. **Estudo de pão francês pré-assado congelado elaborado com farinha do trigo integral**: influência da formulação, processo e estocagem congelada. Tese (Tecnologia de Alimentos), Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2011, 250 p.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V.; PRETTO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **B.CEPPA**, v. 19, n. 2, p. 301-318, 2001.

GOOGLE SHOPPING. **Mini galão 1000 ml água suco consplast**. 2021. Disponível em: <https://www.google.com/shopping/product/>. Acesso em: 22 set. 2021.

IGNÁCIO, A. K. F.; RODRIGUES, J. T. D.; NIIZU, P. Y.; CHANG, Y. K. Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2013.

MERCADO LIVRE. **Proveta graduada de plástico 1000 ml – Nalgon**. 2021. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/>. Acesso em: 22 set. 2021.