



## Produção de tirinhas de frango empanadas com cobertura íntegra

### Production of breaded chicken strips with full coverage

**Luiza Sousa de Castro**

[luizacastro@alunos.utfpr.edu.br](mailto:luizacastro@alunos.utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

**Cristiane Canan**

[cristianecanan@gmail.com](mailto:cristianecanan@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

**Leandra Muller Prado**

[mpleandra@gmail.com](mailto:mpleandra@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

**Daneysa Lahis Kalschne**

[daneysa@hotmail.com](mailto:daneysa@hotmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil

**Flávera Camargo Prado**

[Flavera.prado@lar.ind.br](mailto:Flavera.prado@lar.ind.br)

Medianeira, Paraná, Brasil

#### RESUMO

A indústria de produtos cárneos empanados possui algumas limitações para melhoria de seus processos. Um dos principais defeitos que ocorre na produção deste tipo de produto é o rompimento da capa de cobertura do empanado e o seu desprendimento. Este defeito pode ser ocasionado tanto nas etapas de empanamento (*predust*, *batter* e *breeding*), como também pode estar intrinsecamente ligado a elaboração de uma boa emulsão, pois esse fator é decisivo na estabilidade do produto, para que não ocorra excessiva liberação de água e gordura durante as etapas de cozimento. Este trabalho foi elaborado para ir de encontro a redução destes defeitos, pela utilização de uma tecnologia emergente, o ultrassom, empregado para aumentar a estabilidade de produtos cárneos empanados. Para isto, foram elaboradas emulsões cárneas que foram submetidas a diferentes condições de ultrassom, e posteriormente avaliadas a estabilidade da emulsão, atividade de água (aW) e análise de Perfil de Textura. A melhor emulsão foi utilizada na elaboração de um produto empanado que teve a cobertura avaliada após as etapas de cozimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emulsão cárnea. Ultrassom. Estabilidade.

#### ABSTRACT

The meat products industry has some limitations to improve its processes. One of the main defects that occurs in the production of this type of product is the rupture of the breading cover and its detachment. This defect can be caused both in the stages of breading (*predust*, *batter* and *Breeding*), and can also be intrinsically linked to the elaboration of a good emulsion, because this factor is decisive in the stability of the product, so that there is no excessive release of water and fat during the cooking steps. This work was designed to meet the reduction of these defects, by the use of an emerging technology, ultrasound, employed to increase the stability of meat products. For this, we elaborated flesh emulsions that were submitted to different ultrasound conditions, and later evaluated the emulsion stability, water activity (Aw) and Texture Profile analysis. The best emulsion was used in the preparation of a breaded product that had the coverage evaluated after the cooking steps.

**KEYWORDS:** Meat emulsion. Ultrasound. Stability.



## INTRODUÇÃO

Com um estilo de vida cada vez mais agitado os consumidores atualmente vêm buscando produtos que facilitem o seu dia a dia e que sejam de fácil e rápido preparo. Os empanados tem sido uma alternativa interessante, cuja industrialização vem crescendo no decorrer dos anos entre os processadores de produtos cárneos, em especial os de aves. O destaque vem sendo dado aos produtos reestruturados empanados, tipo *nuggets*, cuja elaboração é dada pela desintegração do músculo por processos mecânicos, seguida pela mistura dos pedaços resultantes, para, posteriormente, serem formatados em porções específicas (BHOSALE et al., 2011). Esse produto é regido pela Instrução Normativa nº 6 de 15 de fevereiro de 2001 do Ministério da Agricultura, definindo-se por empanado, o produto industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies animais, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize. Os empanados geralmente são pré-fritos para realizar o cozimento parcial ou completo do produto (SUDERMAN, 2011).

Os produtos empanados apresentam um tempo de vida útil maior comparado a carne crua, isso é obtido principalmente pelo retardamento da oxidação e da rancidez. O empanamento confere também a carne uma proteção contra a desidratação e queima pelo frio durante o congelamento. Um dos objetivos no desenvolvimento de produtos empanados é dar destino aos cortes de carne surgidos de retalhos das carcaças, em particular aquelas com conteúdo de gordura e tecido conectivo limitado. A gordura é o componente dos produtos empanados que mais apresenta variações quantitativas. Portanto, na elaboração de produtos empanados intervém a adição de uma série de ingredientes não-cárneos, objetivando melhorar as condições de fabricação ou as características organolépticas do produto. O cloreto de sódio, os fosfatos e os polifosfatos são utilizados para aumentar a força iônica do meio e a solubilidade das proteínas miofibrilares (CHOE et al., 2018). Os emulsificantes são adicionados a estes produtos para melhoria da coesão e da textura do produto final a ser empanado (MOURTZINOS, 2005). Para potencializar essas propriedades emulsificantes, estudos foram compilados para a utilização de ondas de ultrassom no processo da formulação da emulsão cárnea.

O uso do ultrassom na indústria alimentícia está relacionado com o fato de ser uma tecnologia limpa, rápida, não invasiva, não destrutiva e precisa (ALARCON-ROJO; ET AL., 2019);(FRANCISCO J. BARBA et al., 2019);(SENA VAZ LEÃES et al., 2020). É fundamentado como ondas ultrassônicas classificadas em alta frequência (2-20 MHz) e baixa intensidade ( $< 1 \text{ W cm}^{-2}$ ) ou baixa frequência (20 a 100 kHz) e alta intensidade (10-1000  $\text{W cm}^{-2}$ ), que permite, romper enlaces intermoleculares próprio da cavitação, devido aos níveis de potência elevados (LI et al., 2014). Os efeitos químicos provocados pela cavitação ocorrem a partir do fenômeno acústico de cavitação, ou seja, a formação e crescimento seguido do colapso implosivo de bolhas de gás no meio que liberam grandes quantidades de energia em forma de temperatura, pressão, forças de cisalhamento localizadas e produção de micro jatos (FLORES et al., 2018). Estes exercem efeitos mecânicos com resultado de desintegrar células, desnaturar enzimas, modificar propriedades físico-químicas e melhorar a qualidade durante o processamento (PIYASENA; MOHAREB; MCKELLAR, 2003);(CHEMAT; ZILL-E-HUMA; KHAN, 2011);(CORRÊA et al., 2015).

O processo de elaboração dos produtos cárneos empanados implica, fundamentalmente, nas operações de redução de tamanho (moagem) da carne, mistura, moldagem, recobrimento através de um sistema de cobertura específico, pré-fritura, cozimento e congelamento. O processo de moagem visa diminuir a dureza, subdividindo a matéria-prima em pequenas porções, incrementando a área superficial e facilitando assim a disposição das proteínas miofibrilares, já o processo de mistura visa colocar em contato os ingredientes (formulação do produto final) aumentar a área superficial e a ruptura da fibra muscular, favorecendo assim, a liberação dos componentes intracelulares. Se não ocorrer a extração de proteínas, não ocorrerá união, resultando em um produto inconsistente (ALBERT et al., 2009). Contudo, se houver moagem ou homogeneização em excesso, a massa também não formará boa emulsão. As operações de mistura



melhoram a qualidade sensorial e as propriedades funcionais dos alimentos, pois aumentam a uniformidade destes, tornando-os mais homogêneos para a distribuição dos componentes. A etapa de moldagem é realizada prensando a massa dentro de um molde. A moldagem pode ser realizada aplicando altas pressões sobre um bloco da mistura cárnea previamente congelada (MOURTZINOS, 2005).

Os sistemas de cobertura tradicionais são compostos de pré-enfarinhamento (*predust*), líquido ou solução de empanamento (*batter*) e farinhas de cobertura (*breaders / breadings*). Nem sempre nesta ordem e nem sempre com todos esses componentes, os sistemas podem ser combinados de diferentes formas e cada composto vai conferir uma determinada funcionalidade (THOMAS; ANJANEYULU; KONDAIAH, 2006). O processo da fritura é sempre realizado na indústria, mas pode ocorrer também na casa do consumidor final. Na indústria as peças empanadas com defeitos tais como deslocamento da capa de cobertura (capa solta), rachaduras na cobertura e/ou pontos sem cobertura de empanamento, são eliminadas. Porém, há um risco grave de que alguns destes defeitos ocorram na casa do consumidor na hora do preparo para o consumo, pois a capa de cobertura pode “estourar” devido ao seu deslocamento no momento da fritura “espirrando” óleo quente, que pode atingir a pessoa que está preparando as tirinhas empanadas podendo ocasionar queimaduras graves, ou seja, além de gerar descontentamento ao consumidor, o coloca em risco de acidente doméstico.

A solução tecnológica proposta para este problema, neste caso, são a produção de produtos empanados chamados industrialmente de Tirinhas Empanadas, é muito importante para beneficiar as empresas processadoras deste produto pela redução dos custos com ressarcimentos, na recuperação de clientes antigos e angariação de novos clientes. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do ultrassom no aumento da estabilidade de tirinhas empanadas durante a etapa de fritura, uma tecnologia inovadora que apresenta inúmeros efeitos benéficos quando aplicado à carnes, desde aumento da maciez, controle microbiológico e estabilizante de emulsões.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas carne mecanicamente separada de aves (CMS) doada por uma empresa produtora de embutidos cárneos, coxas e sobrecoxas desossadas de frango adquiridas no comércio local, farinhas de cobertura (*predust*, *batter* e *breeding*) doados por uma empresa produtora de tirinhas empanadas e os demais ingredientes, inclusive o óleo de milho utilizado para a fritura estavam disponíveis no Laboratório de Tecnologia de Carnes da UTFPR, Campus Medianeira.

A emulsão foi elaborada com carnes congeladas e água/gelo em um mini cutter a temperatura de 0 a 4 °C. Após elaborada a emulsão foi colocada em sacos de polipropileno (15,5 x 10,0 cm) soldados utilizando a seladora a vácuo. As emulsões embaladas foram colocadas no centro do banho ultrassônico uma por vez (Elmasonic P 120H, Singen, Alemanha) e sonicadas com diferentes combinações de frequência, potência e modo de aplicação do ultrassom (Tabela 1).

Para determinar a estabilidade da emulsão foi utilizada a metodologia modificada descrita por PINTON et al., (2019). Foi avaliado o efeito do cozimento em banho-maria em duas etapas, a primeira a 60 °C por 20 minutos e a segunda a 95 °C por 20 minutos. Posteriormente, as amostras foram resfriadas com gelo. O líquido liberado após o resfriamento foi vertido em uma proveta de 10 mL e o volume medido para cada amostra.

Dos 9 ensaios, foi escolhida a emulsão sonicada com frequência 37 kHz e potência 60% durante 30 minutos para a elaboração das tirinhas empanadas, que foi a emulsão que apresentou maior estabilidade. As tirinhas empanadas foram elaboradas seguindo os procedimentos realizados industrialmente, sendo submetidas as etapas de empanamento *predust*, *batter*, *breeding*, pré-fritura, congelamento e cozimento.



Tabela 1. Condições de ultrassom aplicadas à emulsão.

Ensaio	Frequência (kHz)	Potência (%)	Modo US
1	80	60	-
2	37	60	-
3	37	60	Sweep
4	37	60	Degas
5	37	60	Pulso
6	37	50	-
7	37	50	Pulso
8	37	40	-
9	37	30	-

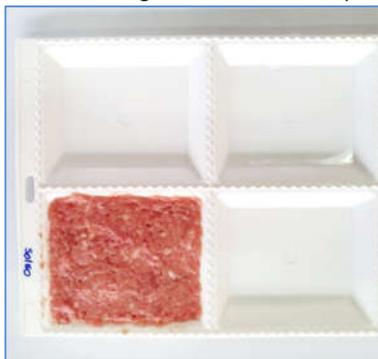
Fonte: Autoria própria (2021).

Foram aplicadas 6 diferentes formulações de tirinhas empanadas, diferindo apenas na quantidade de emulsão cárnea, submetidas a condições do ultrassom (37kHz frequência e 60% potência) e seus respectivos controles.

- 1) 100% emulsão não tratada – ENT;
- 2) 100% emulsão sonicada tratada – EST;
- 3) 75% emulsão sonicada tratada e 25% carne – E75T;
- 4) 75% carne e 25% emulsão sonicada tratada – E25T;
- 5) 50% emulsão sonicada e 50% carne – E50T;
- 6) 50% de emulsão não tratada e 50% carne – ENT50.

Após a mistura dos ingredientes, a massa foi espalhada em uma forma retangular, ficando com uma espessura homogênea de 0,5 cm, coberta com um filme de polietileno e levada ao congelador (Figura 1). Posteriormente, a massa congelada foi cortada de forma uniforme, para cada ensaio. Seguidamente, as tirinhas foram empanadas de forma tradicional, sendo passadas primeiramente no *predust*, em seguida o *batter* e por último o *breadcrumbing*. Após o empanamento as tirinhas empanadas seguiram para a pré-fritura em óleo vegetal a 180 °C durante aproximadamente 1 minuto. Realizada a pré-fritura, as tirinhas empanadas foram embaladas, congeladas e armazenadas a – 18 °C, para avaliações posteriores.

Figura 1. Enformagem das tirinhas empanadas.



Fonte: Autoria própria (2021).

Posterior ao congelamento, para simulação do preparo do produto domesticamente, metade das tirinhas empanadas produzidas foram fritas em óleo vegetal e a metade foi assada em forno elétrico, ambas até atingirem a temperatura interna de 80 °C. Foram realizadas as análises de atividade de água (aw)



(medidor de atividade de água Aqualab TE) e Análise de Perfil de Textura que analisa a tensão de cisalhamento, dureza, coesividade, elasticidade, mastigabilidade (Texturômetro Universal TATX-2i).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os melhores resultados de estabilidade da emulsão, foram os tratamentos com frequência de 37 kHz e 60% de potência e 37 kHz e 50% de potência, que estão representados na tabela 2 e 3. Os outros testes (37 kHz e 60% de potência modo *Sweep*; 37 kHz e 60% de potência modo *Degas*; 37 kHz e 50% de potência modo *Pulso*; 37 kHz e 40% de potência; 37 kHz e 40% de potência modo *Pulso*; 37 kHz e potência 30%; 80 kHz e potência 60%) não diferenciaram significativamente do controle.

Tabela 2. Resultado da estabilidade da emulsão tratada em banho ultrassônico (37 kHz e 60% de potência).

Tempo de tratamento (min)	Líquido total liberado incluindo gordura (mL)		
	Amostra 1	Amostra 2	Média
0	4,6	4,2	4,4
10	4,6	5,0	4,8
20	3,2	3,6	3,4
30	3,0	2,4	2,7

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 3. Resultado da estabilidade da emulsão tratada em banho ultrassônico (37 kHz e 60% de potência).

Tempo de tratamento (min)	Líquido total liberado incluindo gordura (mL)		
	Amostra 1	Amostra 2	Média
0	4,1	4,4	4,2
10	2,5	3,8	3,1
20	2,8	3,0	2,9
30	2,6	2,2	2,4

Fonte: Autoria própria (2021).

Nota-se que nos maiores tempos de tratamentos de ultrassom houve a menor perda de líquidos da emulsão, ou seja, maior estabilidade. Isto pode ser, devido a maior capacidade de retenção de água ocasionada pelo efeito da cavitação. O ultrassom é capaz de potencializar estes processos, ao modificar a estrutura das proteínas miofibrilares, expondo as cadeias laterais dos aminoácidos polares e apolares, propiciando a ligação entre a água e a gordura (PINTON et al., 2019).

O uso de menor potência é importante devido à redução de gasto de energia. Portanto, 60% de potência foi decidida por ter de fato a comparação de todos os modos de trabalho do Sonificador (*Degas*, *Sweep* e *Pulso*) e por ter obtido uma melhor eficiência, deste modo toda a elaboração dos empanados de frango foram submetidas a essas condições.

Nas figuras 2 e 3 já pode-se notar diferença como desprendimento da capa de cobertura e quebra do empanamento quando comparados as tirinhas empanadas elaborados com a formulação ENS e com a ES. Observa-se que as tirinhas empanadas não tratadas apresentam nitidamente defeitos na capa de cobertura, o que não ocorre nas tirinhas empanadas elaborados com a emulsão sonicada.

Com as tirinhas empanadas cortadas também podemos visualizar a diferença entre esses dois tratamentos (Figura 4). Observa-se que houve desprendimento da cobertura da tirinha empanada elaborado com ENS, enquanto a ES a capa de cobertura se mostra aderida a carne.

Figura 2. Emulsão não sonicada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 3. Emulsão sonicada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 4. (a) Emulsão não sonicada e (b) Emulsão sonicada.



Fonte: Autoria própria (2021).

A boa aparência do empanado reflete no consumidor para que volte a fazer adesão deste produto, os aspectos sensoriais descritos por (SCHUSH A. F et al., 2019) em empanados tais como: manutenção de aroma e sabor, custo, espessura da cobertura, funcionalidade, textura, sabor, apelo visual e diferenciação entre os produtos, destaca a importância de um bom empanamento, e o método de empanamento foi realizado da mesma forma nos dois tratamentos, evidenciando que o ultrassom modificou a estrutura do empanado.

As tirinhas empanadas foram comparadas quanto ao perfil de textura, os resultados estão apresentados na figura 6.

Observou-se que as tirinhas empanadas ES50 apresentou maior dureza (força que necessita para causar deformação na amostra), repercutindo também na coesividade (extensão que o alimento pode ser deformado antes da ruptura), na elasticidade (taxa que o alimento que sofreu deformação volta a sua condição original) e mastigabilidade (energia requerida para desintegrar o alimento até a deglutição).

Figura 6. Perfil de textura.



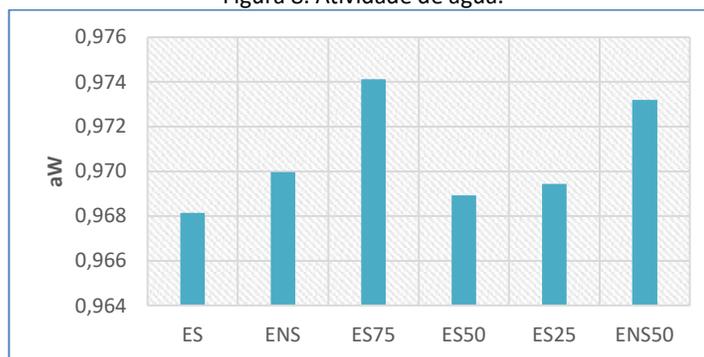
Fonte: Autoria própria (2021).



Evidenciou-se uma melhor ligação ou uniformidade do tirinhas empanada resultando em maior força para mastigação, essa conformidade pode vir em resposta das propriedades de gelificação induzidas pelo calor das proteínas musculares que são em grande parte responsáveis pela estabilização da gordura e da água nos produtos de carne triturados, influenciando nas propriedades de textura e consequentemente de retenção de água de produtos cárneos emulsionados, o que reflete em mudanças devido ao aquecimento e resfriamento.

A formulação ES apresentou menor valor para a dureza e coesividade, uma vez que sua estrutura é mais maleável, porém sua elasticidade e mastigabilidade demonstraram-se devido a sua conformação elástica por propriedades emulsificantes das proteínas que destacam dois efeitos: (a) decréscimo substancial da tensão superficial devido à adsorção da proteína na interface água-óleo e (b) formação de barreira estrutural, eletrostática e mecânica capaz de opor-se à desestabilização das gotículas emulsionadas. A formulação ES75 apresentou resultados bem próximos da formulação ES25, apenas diferindo na mastigabilidade, a diferença apresentada se deve a quantidade maior de carne na formulação sendo necessário tempo superior para mastigar a amostra e reduzi-la a consistência para deglutição.

Figura 8. Atividade de água.



Fonte: Autoria própria (2021).

Também foram avaliados quanto a atividade de água que está disposto na figura 8 abaixo. Nota-se que com o tratamento do de ultrassom obteve-se tirinhas empanadas com menor índice de água livre, um aspecto positivo, uma vez que o empanado de frango pode reter água contribuindo para a suculência da carne deixando de ter água livre para água ligada no alimento.

## CONCLUSÃO

A utilização do ultrassom com o objetivo de produzir tirinhas de frango íntegras durante o preparo irá auxiliar empresas da região, diminuindo custos com ressarcimentos, conquista de novos clientes, recuperação de antigos clientes e fidelização na marca desses. São necessários mais testes para implementar em grande escala industrial, este trabalho contribui positivamente para este cenário.

## AGRADECIMENTOS

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Medianeira e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa para realização deste trabalho, e para a Central Analítica Multiusuário de Medianeira (CEANMED) pela disponibilidade dos equipamentos.



## REFERÊNCIAS

- ALARCON-ROJO, A. D.; ET AL. Ultrasound and meat quality: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 55, p. 369–382, set. 2019.
- ALBERT, A. et al. Adhesion in fried battered nuggets: Performance of different hydrocolloids as preducts using three cooking procedures. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 5, jul. 2009.
- BHOSALE, S. S. et al. Quality Evaluation of Functional Chicken Nuggets Incorporated with Ground Carrot and Mashed Sweet Potato. **Food Science and Technology International**, v. 17, n. 3, 7 jun. 2011.
- CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, jul. 2011.
- CHOE, J. et al. Application of winter mushroom powder as an alternative to phosphates in emulsion-type sausages. **Meat Science**, v. 143, set. 2018.
- CORRÊA, J. L. G. et al. **INFLUENCE OF ULTRASOUND PRETREATMENT ON CONVECTIVE DRYING OF PINEAPPLE**. Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Anais...**São Paulo: Editora Edgard Blücher, fev. 2015.
- FLORES, D. R. M. et al. Application of ultrasound in chicken breast during chilling by immersion promotes a fast and uniform cooling. **Food Research International**, v. 109, jul. 2018.
- FRANCISCO J. BARBA et al. **Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds**. [s.l.] Elsevier, 2019.
- LI, K. et al. Use of High-Intensity Ultrasound to Improve Functional Properties of Batter Suspensions Prepared from PSE-like Chicken Breast Meat. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, n. 12, p. 3466–3477, 2014.
- MOURTZINOS, I. Protein interactions in comminuted meat gels containing emulsified corn oil. **Food Chemistry**, v. 90, n. 4, maio 2005.
- PINTON, M. B. et al. Ultrasound: A new approach to reduce phosphate content of meat emulsions. **Meat Science**, v. 152, n. October 2018, p. 88–95, 2019.
- PIYASENA, P.; MOHAREB, E.; MCKELLAR, R. C. Inactivation of microbes using ultrasound: a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 87, n. 3, nov. 2003.
- SCHUSH A. F et al. **Chicken nuggets packaging attributes impact on consumer purchase intention**. [s.l.: s.n.]. v. 2061
- SENA VAZ LEÃES, Y. et al. Ultrasound and basic electrolyzed water: A green approach to reduce the technological defects caused by NaCl reduction in meat emulsions. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 61, 1 mar. 2020.
- SUDERMAN, D. R. Effective Use of Flavorings and Seasonings in Batter and Breading Systems. In: **Batters and Breadings in Food Processing**. [s.l.] Elsevier, 2011.
- THOMAS, R.; ANJANEYULU, A. S. R.; KONDAIAH, N. Quality and shelf life evaluation of emulsion and restructured buffalo meat nuggets at cold storage (4±1°C). **Meat Science**, v. 72, n. 3, mar. 2006.