

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS
ALIMENTOS

Sarah Bianca Soares da Silva

**Uso do ultrassom em sal e aplicação em peito de
frango**

Santa Maria, Brasil, RS

2020

Sarah Bianca Soares da Silva

**Uso do ultrassom em sal e aplicação em peito de
frango**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade
Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e
Tecnologia dos Alimentos.

Orientador (a): Prof^ª Dr^ª. Rosa Cristina Prestes Dornelles

Co-orientador: Prof^ª Dr^ª Mari Silvia Rodrigues de Oliveira

Santa Maria, Brasil, RS

2020

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Silva, Sarah Bianca Soares
Uso do ultrassom em sal e aplicação em peito de frango
/ Sarah Bianca Soares Silva.- 2020.
65 p.; 30 cm

Orientadora: Rosa Cristina Prestes Dornelles
Coorientadora: Mari Silvia Rodrigues de Oliveira
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2020

1. Redução de sódio 2. Ultrassom 3. Peito de frango 4.
Histologia 5. características I. Prestes Dornelles,
Rosa Cristina II. Rodrigues de Oliveira, Mari Silvia
III. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

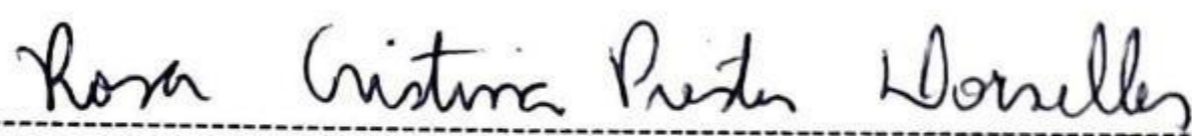
Declaro, SARAH BIANCA SOARES SILVA, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Tese) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Sarah Bianca Soares da Silva

USO DO ULTRASSOM EM SAL E APLICAÇÃO EM PEITO DE FRANGO

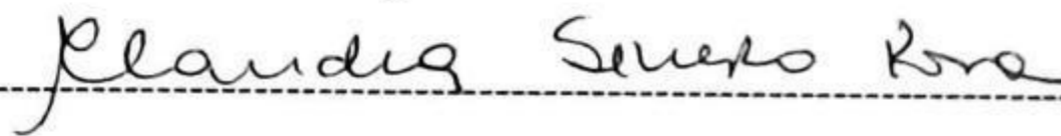
Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Aprovado em 11 de março de 2020:

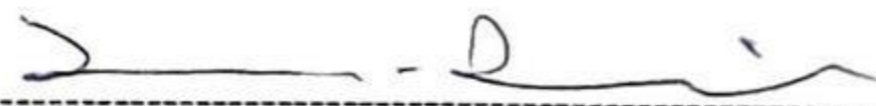


Rosa Cristina Prestes Dornelles Dr^a. (UFSM)

(Presidente/Orientador)



Claudia Severo da Rosa Dr^a (UFSM)



Ivo Mottin Demiate Dr. (UEPG)

Santa Maria, Brasil, RS

2020

Aos meus pais pelo apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado uma nova oportunidade de fazer o que amo e por colocar em meu caminho tantas pessoas especiais.

Aos meus queridos pais Luciane e Alex, minha Irma Sabrina, meu amado sobrinho Nicolas e minha avó Vera por terem me ajudado nos momentos difíceis e por todo o apoio, paciência, amor, confiança e motivação. Amo e amarei eternamente vocês!

Aos meus amigos Luan, Joana, Mauricio, Andrine e Felipe que mesmo longe me ajudaram a superar os obstáculos.

Agradeço a minha orientadora, Professora Rosa Cristina Prestes Dornelles, por compartilhar comigo seus conhecimentos, pelas orientações, e por ter me dado a oportunidade de fazer o mestrado tendo ela como minha orientadora.

A Professora Marina Venturini Copetti, por ter-me incentivado a fazer a prova de mestrado e me apoiado tanto na graduação como na pós.

À CAPES pela auxílio financeiro

A empresa Aurora e Carrer por terem doado os peitos de frango e a empresa Diana pela doação dos sais.

“Não é na ciência que está a felicidade, mas na aquisição da ciência”. (Edgar Allan Poe)

RESUMO

O sal está presente diariamente na alimentação como ingrediente na maioria dos alimentos processados e o seu alto consumo está relacionado a algumas doenças. O consumo diário dos brasileiros ultrapassa as 5 gramas do limite indicado pela Organização Mundial de Saúde. Visando buscar uma alternativa para a redução do consumo diário de sal o trabalho tem como objetivo modificar a morfologia do sal convencional, com diferentes granulometrias, com a aplicação do ultrassom para aumentar a intensidade de sabor salgado, e assim reduzindo a quantidade de sal adicionado diariamente nas indústrias e nos domicílios. Pesquisas realizadas atualmente indicam que o ultrassom é uma metodologia promissora e que garante modificações benéficas para produtos e subprodutos da indústria. Neste trabalho quatro sais foram tratados por ultrassom a 40kHz, sal churrasco (grosso), especial (comum), granulado e microsais. Estes sais tratados e não tratados foram analisados por microscopia óptica, onde os grânulos apresentaram diversas modificações tanto na estrutura quanto no tamanho. Posteriormente estes sais foram adicionados em meio peito de frango onde ocorreram análise das características físico-químicas, tecnológicas, avaliação histológica, análise microbiológica, de acordo com a legislação, análise de sódio e análise sensorial do meio peito de frango. Medias foram realizadas e comparadas com teste de tukey, para verificar se houve diferença entre as amostras. Os resultados encontrados indicaram que a aplicação do sal não causou diferença significativa entre a maioria das amostras nas características físico-químicas, tecnológicas. Alguns sais apresentaram melhores modificação na morfologia, resultados positivos na análise sensorial e redução na quantidade de sódio, indicando assim que o uso de ultrassom no sal pode acarretar na redução de sódio em meio peito de frango sem causar efeitos negativos na sensorial pelos consumidores.

Palavras-chave: sensorial, redução, saúde.

ABSTRACT

Salt is present daily in the diet as an ingredient in most processed foods and its high consumption is related to some diseases. The daily consumption of Brazilians exceeds 5 grams of the limit indicated by the World Health Organization. Aiming to seek an alternative to reduce daily salt consumption, the work aims to modify the morphology of conventional salt, with different granulometries, with the application of the ultrasound to increase the salty flavor intensity, and thus reducing the amount of salt added daily in industries and households. Research currently carried out indicates that ultrasound is a promising methodology and guarantees beneficial modifications for products and by-products in the industry. In this work, four salts were treated by ultrasound at 40kHz, barbecue (coarse), special (common), granulated and microsal salt. These treated and untreated salts were analyzed by optical microscopy, where the granules showed several changes in both structure and size. Subsequently, these salts were added in half a chicken breast where analysis of the physico-chemical and technological characteristics, histological evaluation, microbiological analysis, according to the legislation, sodium analysis and sensory analysis of the chicken breast half occurred. Measurements were performed and compared with the tukey test, to verify if there was a difference between the samples. The results found indicated that the application of the salt did not cause significant difference between the majority of the samples in the physicochemical, technological characteristics. Some salts showed better changes in morphology, positive results in sensory analysis and reduction in the amount of sodium, thus indicating that the use of ultrasound in salt can result in the reduction of sodium in half a chicken breast without causing negative effects on the sensory by consumers.

Keywords: sensory, reduction, health, morphology, alternative.

ARTIGO 1

Figura 1: Imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 50 μ m.....	36
Figura 2: Imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 100 μ m e 300 μ m	37
Figura 3: Imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 50 μ m e 100 μ m.	38
Figura 4: Imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 300 μ m e 1mm.	39

ARTIGO 2

Figura 1: Resultados histológicos de meio peito de frango	63
Figura 2: Resultados da análise sensorial	67

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 - Objetivos do ultrassom.....	19
Quadro 2 – Cenário de consumo de sódio no Brasil, para produtos de frango	21

ARTIGO 2

Tabela 1: Resultados microbiológicos.....	59
Tabela 2: Resultados das análises físico-químicas	60
Tabela 3: Resultados dos testes tecnológicos	61
Tabela 4: Resultado da análise de textura	62
Tabela 5: Condições operacionais para determinação de Na por ICP OES	65
Tabela 6: Resultados para a determinação de sódio em amostras de frango por ICP OES.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

Aw - atividade de água

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CRA - Capacidade de Retenção de Água

g - gramas

IAL - Instituto Adolfo Lutz

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

KCl - cloreto de potássio

MEV - Microscopia eletrônica de varredura

mL – mililitro

NaCl - sódio

OMS - Organização Mundial de Saúde

pH - Potencial Hidrogeniônico

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	08
LISTA DE TABELAS.....	09
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
OBJETIVOS GERAIS.....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO DA LITERATURA	15
SAL.....	15
REDUÇÃO DE SAL	17
ULTRASSOM	19
FRANGO	21
4. DESENVOLVIMENTO.....	23
ARTIGO 1	23
ARTIGO 2	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	68
6. REFERÊNCIAS	69

1. INTRODUÇÃO

O consumo diário de sódio do brasileiro é mais do que o dobro que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda, pois segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF2008-2009), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o consumo diário médio de sódio no Brasil chega a 12 gramas (g), porém o máximo recomendado diariamente é de 5 g de sal. Nesse sentido a OMS recomenda uma redução do consumo de sódio diário proporcionando desta forma benefícios à saúde e a diminuição de doenças associadas a sua ingestão em excesso, como, hipertensão, elevando também um aumento o risco de acidentes vasculares, cerebrais e doenças vasculares fatais (He & MacGregor, 2010). Assim, a redução do cloreto de sódio nos produtos cárneos tornou-se, portanto, um importante campo de pesquisa (Zhang et al., 2017).

Portanto, a redução do teor de cloreto de sódio implica em grandes mudanças nos produtos, como, alterações de textura, diferenças no sabor, diminuição da retenção de umidade (rendimento) e aparência geral do produto (Armenteros et al., 2009).

Nas indústrias existem diferentes estratégias para reduzir o teor de sódio (NaCl), adicionado aos produtos (Aaslyng et al., 2014). Entre as estratégias substituir todo ou parte do NaCl, por outros sais de cloreto (KCl, CaCl₂ e MgCl₂) (De Almeida et al., 2015); tais como fosfatos (Ruusunen et al., 1999); com ingredientes (Ruusunen et al., 2003); com novas técnicas de processamento ou modificações dos processos (Kang et al., 2014); e combinações de quaisquer abordagens citadas.

O uso do ultrassom nas indústrias de produtos cárneos também esta sendo utilizado para a redução de sódio, durante a salga, o que pode ocasionar uma melhor distribuição de sal na carne, proporcionando uma maior percepção sensorial do sal, mesmo quando o conteúdo total de NaCl é menor (Alarcon-Rojo et al., 2015). Vários estudos, a respeito do ultrassom, relatam que a tecnologia pode ser útil para acelerar e intensificar a extração e difusão de sódio e, assim, reduzir o tempo de processamento (Cárcel, et. al., 2012). Porém, a técnica tem suas limitações, como o aumento da sensibilidade e reduzir força de cisalhamento dos produtos, ou gerar mudanças microestruturais no tecido ou ainda aumentar a atividade enzimática (Alarcon-Rojo et al., 2018). O que torna a aplicação da técnica nos produtos uma limitação, porém o uso (desta técnica nos sais) pode ser um grande avanço na redução de sódio nos alimentos, pois a morfologia dos cristais de sais não só influenciam na solubilização, mas também na aderência em alimentos sólidos.

A aplicação do ultrassom no sal tem como objetivo principal a modificação dos cristais de sal, para melhorar a aderência, solubilização, heterogeneidade e distribuição, permitindo assim uma redução na quantidade de este nos produtos.

Com isso observa-se que a técnica deve ser utilizada de forma correta, pois no alimento pode resultar na mudança de aspectos físico-químicos dos mesmos, o que intensifica a relevância do trabalho, que visa tratar o sal com ultrassom, para que posteriormente sejam aplicados nos alimentos assim sem ocasionar mudanças nos produtos e sim na morfologia dos cristais destes sais, resultando em uma maior absorção e distribuição, reduzindo assim o teor de sal nos alimentos.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo foi modificar diferentes tipos de sais com diferentes granulometrias com a aplicação do ultrassom, com o objetivo de aumentar a intensidade de sabor, reduzindo assim a quantidade utilizada deste ingrediente no peito de frango.

Objetivos específicos

- Submeter as amostras de sais, especial, churrasco, granulado e microsais ao tratamento com ultrassom;
- Avaliar as alterações ocasionadas pelo ultrassom através da microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- Aplicar os sais obtidos em peito de frango;
- Avaliar as características físico-químicas dos peitos de frango;
- Avaliar as características tecnológicas do peito de frango;
- Realizar análises microbiológicas dos peitos de frango;
- Avaliar as características sensoriais dos peitos de frango.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3. REVISÃO DE LITERATURA

Sal

O sal tem e teve grande importância ao longo da história, através de registros da humanidade, pois há cerca de 5.000 anos, os chineses descobriram que o sal podia ser utilizado para a preservação dos alimentos, permitindo assim o estoque de alimentos, reduzindo desta forma a necessidade dos povos de migrar, o que ajudou na fixação permanente de grupos de indivíduos e no desenvolvimento de comunidades (He & MacGregor, 2009).

No passado o sal foi grande influenciador do pensamento, cultura, estilo de vida humano, chamado de “ouro branco” era motivo de grandes discussões de autoridades e pode ser comparável ao que o petróleo representa hoje, porém ao longo dos anos o sal se tornou substância facilmente disponível e de fácil acesso a todos (Ritz, 1996). Antigamente foi utilizado como moeda, sendo vendido a peso de ouro, dando origem a palavra salário (Araújo et al., 2012)

No Brasil, somente no século 17, com a expansão da pecuária e a mineração do ouro aumentando, a Coroa, não podendo mais suprir a demanda, permitiu o uso do sal brasileiro, que até então era importado de Portugal, que possuía suas salinas. As primeiras salinas artificiais do Brasil começaram a funcionar depois da independência. Nos períodos Neolítico e Industrial a adição de sal nos alimentos causou uma elevação de cerca de 400% na ingestão de sódio (Cordain, et. al., 2005).

Porém, com a chegada da refrigeração, o sal não necessitava mais ser utilizado como conservante causando assim o declínio de sua ingestão. Todavia o consumo retornou a aumentar devido à ingestão de alimentos processados com adição de sal, esta quantidade atualmente equivale a 9 a 12 g por dia na maioria dos países (He et al., 2009).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) a recomendação de quantidade ingerida não pode passar de 5 g de sal diária. A principal fonte de ingestão de sódio pelo brasileiro é o “Sal de Cozinha”, sendo que grande parte da sua ingestão acontece em nos domicílios e uma parte na alimentação fora do lar.

O iodo é um micronutriente essencial para o homem, tem como função, no organismo, ser utilizado na síntese dos hormônios tireoidianos. Ambos com papéis importantes no crescimento físico, neurológico e na manutenção do fluxo normal de energia (principalmente na manutenção do calor do corpo). A deficiência deste micronutriente pode causar

cretinismo em crianças (retardo mental grave e irreversível), surdez, anomalias congênitas e bócio (hipertrofia da glândula tireoide) (Dos Santos & Afonso, 2013). Em virtude das doenças causadas pela deficiência de iodo na população em 1953 foi promulgada a primeira Lei (nº 1.944, de 14 de agosto de 1953) obrigando a iodação do sal para consumo humano no Brasil, dando ao sal um grande papel na saúde pública, sendo por meio das mesmas supridas as necessidades de iodo. Atualmente, o sal deve possuir entre 15 e 45 mg de iodo a cada quilo de produto, conforme o que estabelece a Resolução RDC nº 23, de 24 de abril de 2013, para a erradicação dos efeitos nocivos à saúde causados pela deficiência do iodo (ANVISA; 2013). O Decreto 75.697, de 6 de maio de 1975 refere-se aos padrões de qualidade do sal destinado ao consumo humano, sendo proibido adicionar aditivos alimentares, como, agentes antiaglomerantes porém a adição de algas e ervas aromáticas são permitidos pela legislação.

O sódio é de grande importância para o organismo humano, pois mantém diversas funções, e é um soluto primário de fluidos extracelulares, contribuindo para vários processos como a regulação da pressão sanguínea e osmótica, transporte de água e nutrientes através das células, e transmissão de impulsos nervosos (Cruz et al., 2011). Porém, o excesso de sódio tem sido associado a doenças, como, hipertensão, doença cardiovascular e acidente vascular cerebral, além de doença renal e câncer gástrico, entre outros (D'Elia et al., 2012).

O sal pode ser obtido de duas principais maneiras, como, sal marinho e sal gema (Codex Alimentarius Commission, 1997). O sal marinho é proveniente da água do mar, enquanto que o sal gema é obtido de minas subterrâneas que foram submersas pela água do mar onde formam um depósito salino ao secarem (Araújo, et. al., 2012). As tecnologias para realizar a mineração só surgirão na Idade Média (Fani, 2013).

A principal forma de obtenção do sal marinho no Brasil é por evaporação solar e a vácuo. As principais regiões de obtenção de sal marinho são em salinas, localizadas nos estados do Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Ceará e Piauí. Já as reservas de sal gema, estão localizadas nos estados do Espírito Santo, Sergipe, Alagoas e Bahia (DNPM, 2014).

A água do mar possui vários sais dissolvidos e o principal é o NaCl, com cerca de 3,5% em massa. Isso significa que, em média, existem 35 gramas de NaCl (sal) dissolvido em cada litro de água. O sal comum necessita ser submetido a algumas etapas para obtenção, como tratamentos químicos para a retirada de minerais, cristalização da salmoura, secagem, peneiramento e a adição de iodo e antiaglutinantes.

Os cristais de sal são tipicamente cúbicos, às vezes octaédricos, incolores ou brancos, e solúveis em água, podendo conter várias quantidades de minerais, substâncias orgânicas,

argila, líquidos e gases (Drake & Drake, 2011; Kraus & Hunt, 1920). A retirada dos minerais é necessária, pois os mesmos podem afetar a qualidade, sabor e coloração do sal (Insumos LTDA, 2013; DaCol, 2013).

Na indústria de alimentos o sal (NaCl) tem grande importância, pois é usado para a preservação garantindo uma vida útil maior, reduzindo a atividade de água (A_w), limitando o crescimento microbiano, ocasionando efeito sobre a formação das estruturas, além do uso como um realçador de sabor nos alimentos (Desmond, 2006). Portanto, a adição de sal desempenha um papel decisivo na estrutura e no rendimento após o processamento diminuindo a exsudação de purga ou fluido (Doyle & Glass, 2010). A multifuncionalidade do sal ressalta desafios tecnológicos sobre sua redução mantendo a qualidade e os aspectos dos produtos (Tamm et al., 2013).

Redução de sal

O consumo diário de sódio do brasileiro é mais do que o dobro que a Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda, pois segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF2008-2009), do IBGE, o consumo diário médio de sódio no Brasil chega a 12 gramas, porém o máximo recomendado diariamente é de 5 g de sal. Nesse sentido a OMS recomenda uma redução do consumo de sódio diário proporcionando desta forma benefícios à saúde e a diminuição de doenças associadas a sua ingestão em excesso.

Este excesso tem sido associado às doenças, como, hipertensão, elevando também um aumento o risco de acidentes vasculares, cerebrais e doenças vasculares fatais (He & Mac Gregor, 2010). A utilização em excesso também está sendo associado a outros problemas de saúde, como, câncer de estômago e doenças renais (Sloan, 2010). Assim, a redução do cloreto de sódio nos produtos cárneos tornou-se, portanto, um importante campo de pesquisa (Zhang et al., 2017).

O Ministério da Saúde (2018), desenvolveu o Plano Nacional para Redução do Sódio em Alimentos Processados, composto por acordos voluntários com as indústrias. Este plano surge como uma estratégia para a população brasileira reduzir a ingestão de sal diariamente para 5 gramas. O responsável pela aplicação do plano é o ministério da saúde, por meio de medidas educativas e sensibilizadoras, medidas informativas ao consumidor, por aumento da oferta de alimentos saudáveis, como também por meio da articulação com o setor produtivo de alimentos para a redução voluntária dos teores de sódio em alimentos processados e ultraprocessados. De acordo com o plano foram estabelecidos acordos voluntários com as

entidades representantes da indústria alimentícia, sendo firmados termos de compromisso entre estas e o Ministério da Saúde.

A redução de sal já é bastante conscientizada em outros países, onde a educação sobre os rótulos para a população é bem declarada. No Reino Unido consumo de sal pela população foi reduzido cerca de 1 g por dia entre 2003 e 2008. As abordagens criadas pelos governos de outros países foram bem sucedidas onde incluíam várias abordagens como a conscientização do consumidor, rotulagem e reformulação de produtos (Webster et al., 2011), sendo semelhante com o plano de redução presente no Brasil. Uma das grandes estratégias adotadas por outros países é a redução gradual ano a ano.

O sal é um dos ingredientes mais usados na culinária domiciliar como nas indústrias alimentícias, tornando sua redução difícil. O cloreto de sódio é um importante ingrediente para as indústrias de produtos cárneos, pois afeta várias propriedades funcionais destes alimentos, aspectos físico-químicos e é também essencial para o sabor destes produtos (Terrel, 1983). Portanto, a redução do teor de cloreto de sódio implica em grandes mudanças nos produtos, como, alterações de textura, diferenças no sabor, diminuição da retenção de umidade (rendimento) e aparência geral do produto (Armenteros et al., 2009). Portanto a redução dos níveis de NaCl, poderiam resultar na redução do prazo de validade do produto e redução da segurança (Sofos, 1986).

Nas indústrias existem diferentes estratégias para reduzir o teor de sódio (NaCl), adicionados aos produtos (Aaslyng et al., 2014). Entre as estratégias substituir todo ou parte do NaCl, por outros sais de cloreto (KCl, CaCl₂ e MgCl₂) (De Almeida et al., 2015); tais como fosfatos (Ruusunen et al., 1999); com ingredientes (Ruusunen et al., 2003); com novas técnicas de processamento ou modificações dos processos (Kang et al., 2014); reforçadores de sal, ingredientes que não têm gosto salgados, mas tornam o receptor de sal mais sensível (Kilcast e den Ridder, 2007; Beauchamp & Stein, 2008; Dotsch et al., 2009), taxa de dissolução de cristais de sal a partir de produtos baseados no tamanho, forma e tamanho do cristal (Shepherd et al., 1989; Jensen et al., 2008; Kilcast & den Ridder, 2007), e combinações de quaisquer abordagens citadas.

Ultrassom

O ultrassom é uma tecnologia inovadora que faz uso de fenômenos físicos e químicos que são fundamentalmente diferentes comparados com aqueles aplicados na extração convencional, técnicas de processamento ou preservação (Chemat, et. al., 2011). A tecnologia

de ultrassom baseia-se nas ondas sonoras que têm frequência acima do limite de audição para

humanos (> 20 kHz) (O'Sullivan, Park & Beevers, 2016) e é considerado seguro, não tóxico e favorável ao meio ambiente (Kentish&Ashokkumar, 2011). Hoje temos acesso a três tipos de banhos ultrassônicos. O banho ultrassônico comum, clássico, funciona com apenas uma frequência, geralmente 40 kHz. O segundo tipo é com uma unidade de multifrequências, que opera utilizando, simultaneamente, transdutores ultrassônicos com frequências diferentes, 25 e 40 kHz, na parte inferior e na lateral, respectivamente. O terceiro tipo de banho ultrassônico corresponde ao mais avançado em termos de tecnologia (Cichoski et al., 2019; Santos, Loderiro e Capelo-Martínez, 2009).

Os métodos de ultrassom dispõem de uma rede de vantagens em uma grande gama de alimentos, em termos de produtividade, rendimento e seletividade, tempo de processamento, qualidade aprimorada, redução de perigos químicos e físicos, e é ambientalmente aceitável (Chemat, et. al, 2011). No quadro 1 pode-se observar alguns dos objetivos do ultrassom.

Quadro 1 - Objetivos do ultrassom.

Objetivo	Princípio de método de ultrassom	Vantagens	Alimentos
Cozimento	Transferência de calor uniforme	Menor tempo; Melhora a qualidade organoléptica; Melhora a transferência de calor	Carne e vegetais.
Atomização de secagem	Transferência de calor uniforme	Menor tempo; Melhora a qualidade organoléptica; Melhora a transferência de calor	Produtos desidratados (frutas, legumes).
Desgaseificação	Fenômeno de compressão-rarefação	Menos tempo Melhorando a higiene	Chocolate Produtos fermentados (cerveja).
Filtração	Vibrações	Menor tempo;	Líquidos (sucos).

		Melhora a filtração	
Oxidação	Fenômeno de cavitação	Menor tempo	Álcoois (vinho, uísque).
Emulsificação	Fenômeno de cavitação	Menor tempo; Estabilidade da emulsão	Emulsões (ketchup, maionese).

Além dos diversos objetivos que o ultrassom tem na indústria de alimentos, referentes a seu mecanismo de ação e métodos, também está sendo utilizado com outros objetivos, pois a sua aplicação também se destaca por ter a propriedade de inativar e destruir microrganismos (Gaoet al., 2014), usando a tecnologia de altafrequência (Awad et al.,2012), também atua nas propriedades físicas, químicas ou bioquímicas dos alimentos através da cavitação acústica, que pode liberar grandes quantidades de energia (Gallego-Juarez et al., 2010), pode ser usado com o objetivo de modificar as propriedades funcionais de diferentes proteínas alimentares como alternativa aos métodos tradicionais de processamento de alimentos. Pode ser usado para modificar o tamanho das partículas, reduzindo a viscosidade e melhorando as propriedades gelificantes das soluções de concentrados proteicos de soro de leite (Chandrapala et al., 2011).

O ultrassom está sendo considerado um método emergente e tem grande potencial de controle, melhorando e acelerando os processos sem prejudicar a qualidade dos alimentos, se aplicado de forma coerente (Awad, et al.,2012). Desta forma é utilizado também por ser uma tecnologia verde, "Green Food Processing", usado para garantir a alta qualidade e a produção de alimentos seguros (Chemat, et al., 2017).

O uso do ultrassom nas indústrias de produtos cárneos também está sendo utilizado para a redução de sódio, durante a salga, o que pode ocasionar uma melhor distribuição de sal na carne, proporcionando uma maior percepção sensorial do sal, mesmo quando o conteúdo total de NaCl é menor (Alarcon-Rojo, et al., 2015). A possibilidade de uma tecnologia de cura rápida com o aumento da taxa de absorção de sal, poderia trazer benefícios como a redução do teor de NaCl na solução de salmoura, maior controle sobre o amolecimento enzimático e sobre danos estruturais de alimentos salgados (Tao & Sun, 2015). Vários estudos, a respeito do ultrassom, relatam que a tecnologia pode ser útil para acelerar e intensificar a extração e

difusão de sódio e, assim, reduzir o tempo de processamento (Cárcel, et al., 2012). Porém, a

técnica tem suas limitações, o uso do ultrassom com intervalo de tempo, exposição e intensidade de sonificação altos, pode aumentar a sensibilidade e reduzir força de cisalhamento dos produtos, ou gerar mudanças microestruturais no tecido ou ainda aumentar a atividade enzimática (Alarcon-Rojos et al., 2018). O que torna a aplicação da técnica nos produtos uma limitação, porém o uso (desta técnica nos sais) pode ser um grande avanço na redução de sódio nos alimentos, pois a morfologia dos cristais de sais não só influenciam na solubilização, mas também na aderência em alimentos sólidos.

Frango

Nos últimos anos o consumo de carne de frango tem aumentado consideravelmente em diversas partes do mundo, enquanto o consumo *per capita* deverá crescer continuamente (FAO, 2014), provavelmente devido a mudanças tanto da alimentação como também pelo seu baixo preço, suas características nutricionais (por exemplo, baixo teor de gordura), atributos organolépticos (Ananget al., 2010; Barbut, 2002; RadhaKrishnan et al., 2014), facilidade no preparo e rapidez aumentando assim a disponibilidade de outros produtos processados com a matéria prima de frango (Fletcher, 2002).

No quadro 2 é possível observar o cenário do consumo de sódio no Brasil, através de um estudo elaborado com base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), dando enfoque para produtos de frango e ao consumo de sódio.

Quadro 2 - Cenário do consumo de sódio no Brasil, para produtos de frango.

Alimento	Aquisição Alimentar Domiciliar Per Capita Anual Brasil (kg)	Incidência de Sódio (mg/100g)	Categoria do Alimento
Dorso do frango	0,137	82,00	Semi-elaborado
Frango abatido (inteiro)	7,788	82,00	Semi-elaborado
Miúdos de frango	0,153	76,00	Semi-elaborado
Peito de frango	1,523	82,00	Semi-elaborado
Ovo de galinha	3,201	134,78	Semi-elaborado

Coxa de frango	1,587	82,00	Semi-elaborado
Asa de frango	0,46	82,00	Semi-elaborado
Frango empanado (nuggets)	0,174	704,38	Industrializado
Caldo de galinha em tablete	0,045	200,79	Industrializado
Sal de cozinha	2,478	0,972	Sal
Sal grosso	0,387	0,152	Sal
Sal refinado	2,085	0,818	Sal

O peito de frango é um produto de grande comercialização e que tem aumentado a sua taxa de consumo. Desta forma, as indústrias sempre buscam melhorar e aprimorar o seu produto, umas das formas para tornar este produto mais saboroso é fazer o uso da marinação, que no peito de frango tem como um dos objetivos melhorar o rendimento do produto, funcionalidade e qualidade sensorial (Smith & Acton, 2010), tornando-se parte integrante do processo produtivo nas indústrias avícolas devido ao aumento de consumidores, varejistas e demanda de alimentos prontos para o consumo (Alvarado & Sams, 2004).

A técnica culinária tem como objetivo tradicional amaciar, melhorar o sabor e a suculência (Lemos, Nunes & Viana, 1999). Os consumidores marinam principalmente a carne por imersão em marinada líquida o que permite a penetração do sal através da difusão, porém necessita de um longo tempo de imersão (Yusop, et al., 2010), nas indústrias o marinado é uma solução mais complexa de água, sal, polifosfatos, aromas e outros ingredientes, podendo ser por imersão, mistura, *tumbling* ou injetando sobre o produto (Smith & Acton, 2015), neste caso o cloreto de sódio, polifosfato e açúcares são considerados ingredientes importantes das marinadas (Barbanti & Pasquini; 2005). Cada método de marinagem compreende diferentes mecanismos de entrada de ingredientes que quando cuidadosamente otimizados, resultam em um produto marinado de sucesso. Injeção marinada é talvez o método mais utilizado porque permite a dosagem de uma quantidade exata de salmoura usando agulhas ou sondas, assegurando a padronização dos produtos e otimizando o tempo (Xargayo, et al., 2001). Manipulação física, *tumbling*, favorece a penetração da marinada e distribuição na carne pela extração de proteínas solúveis em sal, quebrando o complexo actomiosina, actina e miosina, que promovem a coesão durante o processamento térmico (Alvarado & Mc Kee, 2007).

4. DESENVOLVIMENTO

Artigo1

Cloreto de sódio tratado com ultrassom como uma alternativa para redução de sódio.

Artigo em fase final para ser submetido à revista Ciência Rural

(Artigo nas normas da revista)

Cloreto de sódio tratado com ultrassom como uma alternativa para redução de sódio.

Sodium chloride treated with ultrasound as an alternative for sodium reduction.

Sarah Bianca Soares da Silva^{II}, Rosa Cristina Prestes Dornelles^{II}

RESUMO

Este estudo teve como objetivos avaliar os efeitos do ultrassom nos grânulos de sal (NaCl) na sua morfologia. Foram utilizados quatro tipos diferentes de sais com diferentes granulometrias, churrasco (sal grosso) (C), granulado (G), especial(E), microsál (M). As amostras preparadas serão os 4 tipos de sais não tratados (C1, G1, E1, M1) e 4 sais tratados (C2, G2, E2, M2), totalizando 8 amostras de sal, que foram diluídas com e então aplicado o ultrassom com potência de 40kHz, temperatura entre $\pm 45-50^{\circ}\text{C}$ por 45 minutos, após foram colocadas em bandejas de alumínio e levadas para a estufa a 105°C , com circulação de ar, até estar totalmente seco (± 48 horas) e armazenados em sacos plásticos em seguida analisado por microscopia eletrônica de varredura. De acordo com as imagens tida é possível averiguar que o tratamento do sal por ultrassom modifica as estruturas dos grânulos de sal assim aumentando a área de superfície, podendo aumentar sua intensidade, solubilização e interação com o alimento.

Palavras-chave: redução, sal, ultrassom, modificação, intensidade.

^IUniversidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Ciência e Tecnologia em Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande, RS, Brasil. E-mail: sarahbianca.ss@bol.com. Autor para correspondência.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of ultrasound on salt granules (NaCl) on their morphology. Four different types of salts with different particle size, barbecue (C), granulate (G), special (E), microsals (M) were used. As prepared packages will be the 4 unused text types (C1, G1, E1, M1) and 4 text types (C2, G2, E2, M2), totaling 8 salt versions, which were diluted with and most used or ultrasound. 40 kHz, 45-50 ° C for 45 minutes, then placed in aluminum trays and brought to a 105 ° C circulating oven until completely dry (\pm 48 hours) and used in followed by scanning electron microscopy analysis. According to images, it is possible to determine which ultrasound treatment modifies the structures of the salt granules, according to the surface area, increasing its intensity, solubilization and interaction with the food.

Key words: reduction, salt, ultrasound, alteration, intensity.

INTRODUÇÃO

O sal pode ser obtido de duas principais maneiras, como, sal marinho e sal gema (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 1997). O sal marinho é proveniente da água do mar, obtida por evaporação da água enquanto que o sal gema é obtido de minas subterrâneas que foram submersas pela água do mar onde formam um depósito salino ao secarem (ARAÚJO, et al., 2012). Os cristais de sal são tipicamente cúbicos, às vezes octaédricos, incolores ou brancos, e solúvel em água. Mas o sal também pode conter várias quantidades de minerais, substâncias orgânicas, argila, líquidos e gases (DRAKE & DRAKE, 2011; KRAUS & HUNT, 1920).

A estrutura dos cristais de sal são de grande importância, pois ditam a velocidade da percepção de sal e diversos perfis de tempo-intensidade (JENSEN, et al., 2011). Embora o grande

interesse e preocupação com a redução de sódio, não houve muitos estudos diretamente com o tamanho dos cristais de sal, o que pode ser uma importante variável para redução de sódio.

Na ciência de alimentos a liberação de sabor é muito estudada (BOLAND, et al., 2004), porem em grande parte dos estudos são realizados na matriz alimentar, pois a liberação de sabor também é afetada por, textura dos alimentos (LUBBERS, 2006), natureza e propriedades físico-químicas do sabor compostos orgânicos (VOILLEY & SOUCHON, 2006), e parâmetros da fisiológica oral (BUETTNER, et al., 2002). A percepção de sódio ocorre quando a saliva com sódio é significativamente maior do que a saliva em repouso (DELWICHE e O'MAHONY, 1996). De forma geral o sódio é percebido pelas células receptoras presentes na língua, os íons de sódio passam através do íon específico de sódio levando à despolarização, transdução neural através de vias nervosas para o núcleo do trato solitário, onde os neurônios fazem sinapse em a base do cérebro e depois ainda sinapse para ligar para o córtex frontal através do tálamo. A especificidade de perceber o sabor do sal torna seus sais alternativos menos eficazes e por isso a redução de sódio é necessária sem modificar a percepção, abordando a sua disponibilidade ou entrada de sódio (RAMA, et al., 2013).

O uso do ultrassom nas indústrias, também tem como objetivo a redução de sódio, durante a salga, o que pode ocasionar uma melhor distribuição de sal na carne, proporcionando uma maior percepção sensorial do sal, mesmo quando o conteúdo total de NaCl é menor (ALARCON-ROJO, et al., 2015). A possibilidade de uma tecnologia de cura rápida com o aumento da taxa de absorção de sal, poderia trazer benefícios como a redução do teor de NaCl na solução de salmoura, maior controle sobre o amolecimento enzimático e sobre danos estruturais de alimentos salgados (TAO & SUN, 2015). Vários estudos, a respeito do ultrassom, relatam que a tecnologia pode ser útil para acelerar e intensificar a extração e difusão de sódio e, assim, reduzir o tempo de processamento (CÁRCEL et al., 2012). Porém, a técnica tem suas limitações, o uso do ultrassom com intervalo de tempo, exposição e intensidade de sonificação altos, pode aumentar a sensibilidade e reduzir força

de cisalhamento dos produtos, ou gerar mudanças microestruturais no tecido ou ainda aumentar a atividade enzimática (ALARCON-ROJO et al., 2018). O que torna a aplicação da técnica nos produtos uma limitação, porém o uso (desta técnica nos sais) pode ser um grande avanço na redução de sódio nos alimentos, pois a morfologia dos cristais de sais não só influenciam na solubilização, mas também na aderência em alimentos sólidos.

As modificações na estrutura dos cristais poderia resultar em sais com maior intensidade, pois haveria maior liberação do sabor salino aumentando a intensidade nos alimentos. A taxa de dissolução dos cristais de sal é afetada por parâmetros como, tamanho, forma e morfologia, efeitos textuais como dureza / fragilidade do produto alimentar e dos cristais de sal afim de causar estimulação máxima na entrada e dissolução de sal ou íons de sódio tanto dos alimentos quanto do sal, na forma pura, para as papilas gustativas (BUSCH, YONG, & GOH, 2013).

O objetivo principal deste estudo foi verificar a modificação dos cristais de diferentes tipos de sais pelo uso de ultrassom. Tendo como interesse aumentar a intensidade de sabor de sal e reduzir a quantidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Serão selecionados 4 tipos diferentes de sais com diferentes granulometrias, fornecidos pela empresa Diana (Curitiba, PR), churrasco (sal grosso) (C), granulado (G), especial(E), microsals (M). As amostras preparadas serão os 4 tipos de sais não tratados (C1, G1, E1, M1) e 4 sais tratados (C2, G2, E2, M2), totalizando 8 amostras de sal.

Tratamento das amostras

Cada sal foi colocado em diferentes beakers (1000mL), 25g em média, e adicionado 250mililitro (mL) de água em temperatura ambiente, a diluição dos sais foi de forma manual até não

restar nenhum cristal visível. Após as diluições foram colocados em tubos falcon (50mL), e levados para o ultrassom com banho-maria.

O ultrassom com potência de 40kHz, temperatura entre $\pm 45-50\text{C}^\circ$ por 45 minutos. Após o tratamento foram colocados em bandejas de alumínio e levados para a estufa a 105C° , com circulação de ar, até estar totalmente seco (± 48 horas). Foram armazenados em sacos plásticos e em uma caixa, para manter o produto seco e protegido da umidade ambiente.

Microscopia eletrônica de varredura (MEV) do sal

As 8 amostras (C1, C2, G1, G2, E1, E2, M1, M2), serão analisadas pelo MEV Quanta 650 FEG (Marca FEI, com sistemas de microanálise Quantax, marca Bruker, e de análises de imagens: MLA- Mineral LiberationAnalyser foram coletadas as partes mais finas das amostras, dispersada pequenas quantidades sobre uma fita dupla-face de carbono colada sobre um *stub*. Para a análise ao MEV o material precisa ser condutor, por isso os *stubs* devem ser recobridos com uma camada de cerca de 100nm de carbono pelo método da evaporação. No MEV foi utilizado alto vácuo, aceleração de elétrons (HV) de 10kV, detector de elétrons retro espalhados (BSED), spot 3, distância de trabalho (WD) de 13mm.

RESULTADOS E DISCUÇÕES

Os formatos dos cristais de sal são cúbicos com ângulos bem definidos. O tamanho pode variar conforme os padrões de qualidade e identidade como, grosso (tamanho do cristal > 3 mm), fino (tamanho do cristal entre 1 e 3 mm) e extra-fino (cristal de tamanho < 1 mm) (GALVIS-SÁNCHEZ, A. C, et al., 2013).

Tipicamente os cristais de sal são formados pela evaporação da salmoura, depende das suas condições de evaporação e processamento pode-se obter diferentes variedades de tamanho de cristais, forma e morfologia (BARRINGER, 2006). Como exemplo a evaporação em uma panela a vácuo resulta em uma forma cúbica concêntrica dos cristais, já o processo de alberger, método onde a evaporação é mecânica e usa uma panela de evaporação aberta e energia a vapor, resulta em uma pirâmide quadrilátera e oca (BARRINGER, 2006). Os resultados mostrados nas imagens obtidas pelo MEV indicam que houve mudanças nas estruturas quando tratadas com o ultrassom.

As amostras “C” que seria o sal com maior granulometria comparado com os outros sais abordados no trabalho tem granulometria semelhante a do sal grosso, comparando as imagens (figura 1) das amostras tratadas e não tratadas, C1 e C2 respectivamente, pode-se observar que a aderência de grânulos minúsculos entre ambos diminuiu em sua superfície, C2 teve uma redução no diâmetro quando comparado com o C1, no C2 foram observadas ondulações e maior números de formas cúbicas imperfeitas com aglomerados secundários quando comparados com os grânulos do C1. Já o C1 é mais simples, apresenta formas mais simples cúbicas e sua superfície mais suave do que os cristais C2.

A área de superfície dos cristais “C” é aumentada consideravelmente, para as indústrias de sal e alimentos este aumento da área de superfície é favorável, pois ocasiona uma maior solubilização e maior interação com alimento. Uma distribuição heterogênea de sal nos produtos permite que sua absorção no alimento seja uniforme, permitindo assim um menor teor sem reduzir a percepção do sabor salino (EMORINE et al., 2013).

Os grânulos de sal denominados especiais, “E”, são conhecidos no mercado como, sal refinado, tendo granulometria menor quando comparados com os grânulos do sal “C” e maiores do que o sal “M”. Os grânulos de “E” quando observados (figura 2) entre os tratados e não tratados, “E1 e E2”, verificou-se que a presença de grânulos minúsculos entre os cristais se manteve em

maiores quantidade quando comparados com os grânulos de “C”. Os cristais de “E2” se uniram em formas cúbicas irregulares, onde se agregaram formando grânulos únicos e de grande complexibilidade, diferente dos grânulos de “E1” e de “C1 e C2”, ainda em algumas partes destes aglomerados é visualizado a presença de partes laminares em sua estrutura. Estes grânulos mais complexos apresentam maiores orifícios entre as estruturas e aberturas, que aumentam a dissolução e solubilidade dos grânulos.

Os grânulos de sal de E2 resultaram em estruturas, com maiores acessos a saliva, pois apresentaram maiores fendas e rachaduras nos cristais. Cristais de sal se dissolvem mais rápido devido a partículas mais baixas ou formas mais ocas, e acessíveis a saliva, resultam no sabor desejado com menor tempo e quantidade em pastas de carne e pipoca (JENSEN, SMITH, MEDO, SCHILMOELLER, & JOHNSON, 2008; SHEPHERD, WHARF & FARLEIGH, 1989). Quando um produto é ingerido, o sódio e íons de cloreto são liberados na boca; esta taxa de liberação depende da estrutura e da composição do alimento ingerido, bem como a mastigação e salivação (NEYRAUD, PRINZ, & DRANSFIELD, 2003), o que indica que quando maior a acessibilidade de saliva nos cristais maior a percepção será a percepção de sabor do sal na boca.

Os resultados dos grânulos de “G” (figura 3), quando comparados entre eles, “G1 e G2” apresentam em sua circunferência formas craqueladas, irregulares, no G2 ainda pode-se observar ondulações nos cristais diferente do G1 que é mais regular, simples e padronizado seus cristais. Os cristais quando visualizados em tamanho de 1mm revela que o tamanho dos cristais teve uma grande diminuição no seu tamanho. Como relatado por FAN (1991), o sal distribuído uniformemente no exterior de cereais fornece sabor instantâneo após o consumo do cereal. Em batatas chips, tamanhos menores de cristais de sal resultaram em uma percepção maior de salinidade em experimentos de tempo-intensidade (KILCAST & DEN RIDDER, 2007), mas o impacto sobre o consumo ainda não foi determinado (KILCAST, 2008).

Micro sal, “M”, apresenta em sua forma natural um tamanho bem menor que os grânulos de sal “E”, se observado a olho nu é quase um pó, seus grânulos são leves e bem pequenos. Os granulos de “M2” apresentaram (figura 4), maiores aglomerações cúbicas e irregulares de diferentes tamanhos, resultando em granulos complexos ao contrario aos granulos de “G2” que não apresentaram aglomerados. O micro sal na sua forma in natura é muito pequena e de acordo com os resultados, pode-se observar um crescimento em seu tamanho, na forma de aglomerados cúbicos.

Os sais C2, E2 e G2, apresentaram menor diâmetro quando comparados com sua forma anterior, C1, E1 e G1. De acordo com RAMA et al. (2013), a máxima intensidade de sódio foi percebida em amostras de batatas fritas contendo a menor fração de sal, pois tinham cristais menores que a outra amostra de batatas apresentada. Os cristais de sal de menores fornecem uma maior salinidade e maior número de cristais de sal disponíveis para a percepção. O tamanho dos cristais também teve efeito sobre outro estudo realizado por MILLER e BARRINGER (2002), onde o revestimento e intensidade do sal foram maiores em pipocas salgadas com cristais menores.

Como mostrado em nosso trabalho o ultrassom pode ser um mecanismo importante para a modificação da morfologia dos cristais de sal. Formas aglomeradas, laminares e altamente complexas tendem a produzir maior intensidade de sal e liberação mais rápida do que cristais cúbicos simples.

CONCLUSÃO

Em geral todos os cristais de sal tratados com ultrassom apresentaram mudanças em suas estruturas cristalinas ainda não relatados na literatura, o que indica que o ultrassom influenciou nas estruturas dos cristais de sal, fora o M2 as outras amostras diminuíram consideravelmente em relação a sua forma sem tratamentos, em todas as amostras tratadas com ultrassom seus cristais

resultaram em formas mais complexas e com maior número de fendas entre as estruturas formadas.

Cada tipo de cristal observado no trabalho apresentou uma estrutura diferente entre si e entre as outras se comparado. O sal E2 tem maior área de contato, pois apresenta maior número de fendas e entradas para a saliva, podendo aumentar sua solubilidade e assim a intensidade quando ingeridos e assim diminuindo a quantidade de sal utilizado. Os sais que tinham maior granulometria antes do tratamento com ultrassom, C e G, quando tratados apresentaram menor granulometria resultando em uma maior área de superfície, proporcionando uma melhor heterogeneidade quando aplicado aos alimentos.

Os sais tratados com ultrassom resultaram em estruturas novas e com maior área de superfície, podendo aumentar sua intensidade, solubilização e interação com o alimento. Pode se concluir que o ultrassom influenciou nas estruturas resultando em estruturas mais complexas, maior número de fendas, maior área de superfície, aumentando a solubilidade e interação com o alimento, o que pode ocasionar uma maior intensidade na percepção do sabor salgado e assim uma redução na quantidade de sal utilizada.

AGRADECIMENTO(S)

A empresa Diana por doar os diferentes tipos de sais e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Não há conflitos de interesse a declarar

REFERÊNCIAS

ALARCON-ROJO, A. D., JANACUA, H., RODRIGUEZ, J. C., PANIWNKY, L., & MASON, T. J. (2015). Power ultrasound in meat processing. **Meat Science**, 107, 86e93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.015>

et al. / **Trends in Food Science & Technology** 59 (2017) 70e78

ARAUJO, N. G. C.; SOUSA, D. S.; MUSSE, N. S.; Sal marinho: o ouro branco do Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., Palmas, 2012.

BARRINGER, S. (2006). Coating snack foods. In Y. H. Hui (Ed.), **Handbook of food science, technology and engineering** (pp. 169). Florida, USA: CRC Press.

BOLAND, A. B., BUHR, K., GIANNOULI, P., & VAN RUTH, S. M. (2004). Influence of gelatin, starch, pectin and artificial saliva on the release of 11 flavour compounds from model gel systems. **Food Chemistry**, 86, 401–411.

BUETTNER, A., BEER, A., HANNIG, C., SETTLES, M., & SCHIEBERLE, P. (2002). Physiological and analytical studies on flavor perception dynamics as induced by the eating and swallowing process. **Food Quality and Preference**, 13, 497–504.

BUSCH, J. L. H. C., YONG, F. Y. S., & GOH, S. M. (2013). Sodium reduction: Optimizing product composition and structure towards increasing saltiness perception. **Trends in Food Science & Technology**, 29(1), 21–34. doi:10.1016/j.tifs.2012.08.005

CÁRCEL, J. A., GARCÍA-PÉREZ, J. V., BENEDITO, J., & MULET, A. (2012). Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. **Journal of Food Engineering**, 110(2), 200–207.

Codex Alimentarius Commission (1997). Codex standard for food grade salt. Codex Stan 150-1985 Rev. 1-1997.

- DELWICHE, J. and O'MAHONY, M. 1996. Changes in secreted salivary sodium are sufficient to alter salt taste sensitivity: Use of signal detection measures with continuous monitoring of the oral environment. **Physiol. Behav.** 59, 605–611.
- DRAKE, S. L., & DRAKE, M. A. (2011). Comparison of salty taste and time intensity of sea and land salts from around the world. **Journal of Sensory Studies**, 26, 25–34
- EMORINE, M., SPTIER, C., THOMAS-DANGUIN, T., & SALLES, C. (2013). Heterogeneous salt distribution in hot snacks enhances saltiness without loss of acceptability. **Food Research International**, 51, 641–647.
- FAN, S.T. (1991). Ready-to-eat cereal of reduced sodium content and method of preparation. U.S. Patent 4988521.
- FREGLY, M. J. (1981). Sodium and potassium. **Annual Review of Nutrition**, 1, 69e93.
- GALVIS-SÁNCHEZ, A. C., LOPES, J. A., DELGADILLO, I., & RANGEL, A. O. S. S. (2013). Sea Salt. **Comprehensive Analytical Chemistry**, 719–740. doi:10.1016/b978-0-444-59562-1.00026-8
- JENSEN, M., SMITH, G., FEAR, S., SCHILMOELLER, L., & JOHNSON, C. (2008). Seasoning and method for seasoning a food product while reducing dietary sodium intake. US Patent 2008/0003344
- KILCAST, D. (2008). Cutting sodium. **Prepared Foods**, January, 1e5.
- KILCAST, D., & DEN RIDDER, C. (2007). Sensory Issues in reducing salt in food products. In D.Kilcast, & F. Angus (Eds.), *Reducing salt in foods Practical strategies* (pp. 201e220). Cambridge: **Woodhead Publishing**.

LUBBERS, S. (2006). Texture–aroma interactions. In A. Voilley, & P. Etie´vant (Eds.), **Flavour in food** (pp. 327–344). Cambridge, UK: CRC Press.

NEYRAUD, E., PRINZ, J., & DRANSFIELD, E. (2003). NaCl and sugar release, salivation and taste during mastication of salted chewing gum. **Physiology & Behavior**, 79, 731e737

PIONNIER, E., CHABANET, C., MIOCHE, L., LE QUE´RE´, J. L., & SALLES, C. (2004). In vivo aroma release during eating of a model cheese: relationships with oral parameters. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 52, 557–564.

RAMA, R., CHIU, N., CARVALHO DA SILVA, M., HEWSON, L., HORT, J., & FISK, I. D. (2013). Impact of Salt Crystal Size on in-Mouth Delivery of Sodium and Saltiness Perception from Snack Foods. **Journal of Texture Studies**, 44(5), 338–345. doi:10.1111/jtxs.12017

TAO, Y., & SUN, D.-W. (2015). Enhancement of food processes byultrasound: **A review. CriticalReviews in Food Science andNutrition**, 55(4), 570e594. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2012.667849>.

VELLA, D., MARCONE, M., & DUIZER, L. M. (2012). Physical and sensory properties of regional sea salts. **Food Research International**, 45, 415–421.

VOILLEY, A., & SOUCHON, I. (2006). Flavour retention and release from the food matrix: an overview. In A. Voilley, & P. Etie´vant (Eds.), **Flavour in food** (pp. 117–132). Cambridge, UK: CRC Press.

C1 (não tratado)

C2 (tratado)

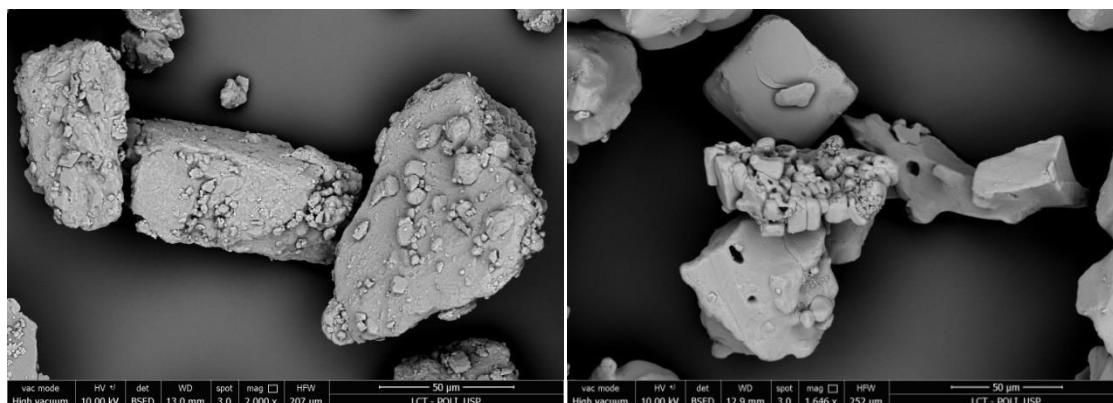


Figura 1: imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 50µm. Ao lado esquerdo as imagens de grânulos de sal sem a aplicação do ultrassom e ao lado direito as imagens dos grânulos de sal que foram submetidos ao ultrassom.

M1 (não tratado)

M2 (tratado)

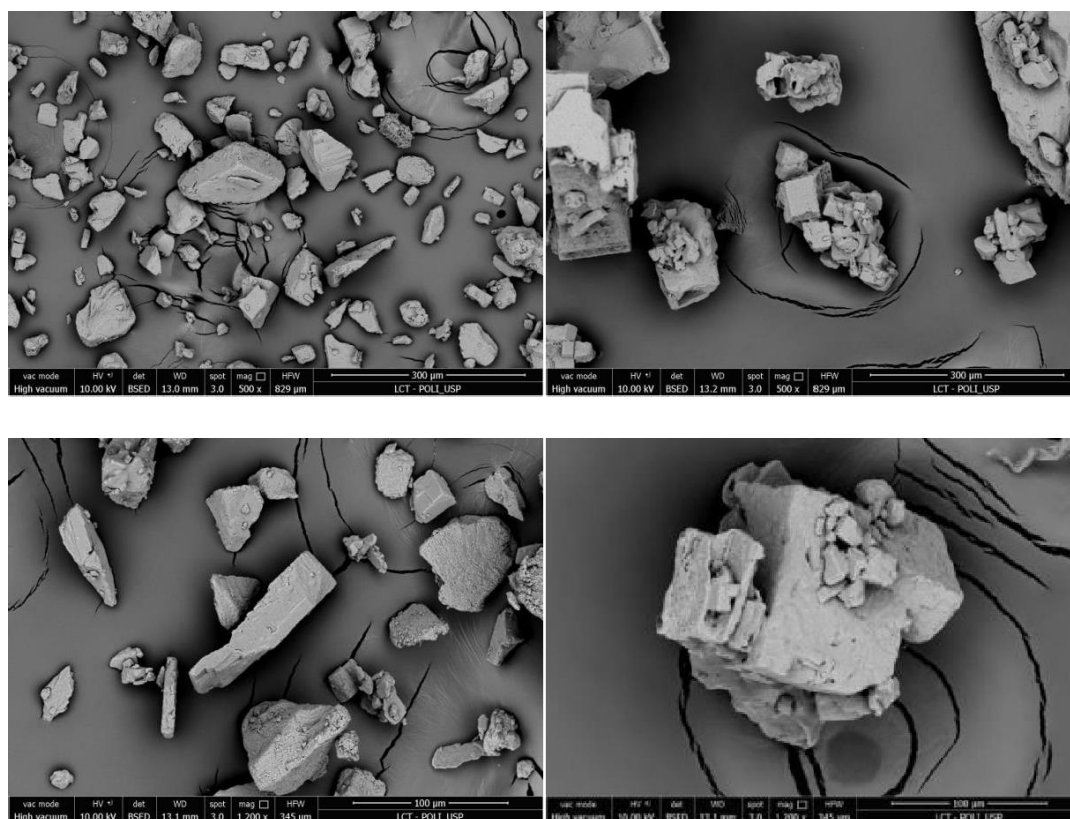


Figura 2: imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 100µm e 300µm. Ao lado esquerdo as imagens de grânulos de sal sem a aplicação do ultrassom e ao lado direito as imagens dos grânulos de sal que foram submetidos ao ultrassom.

E1 (não tratado)

E2 (tratado)

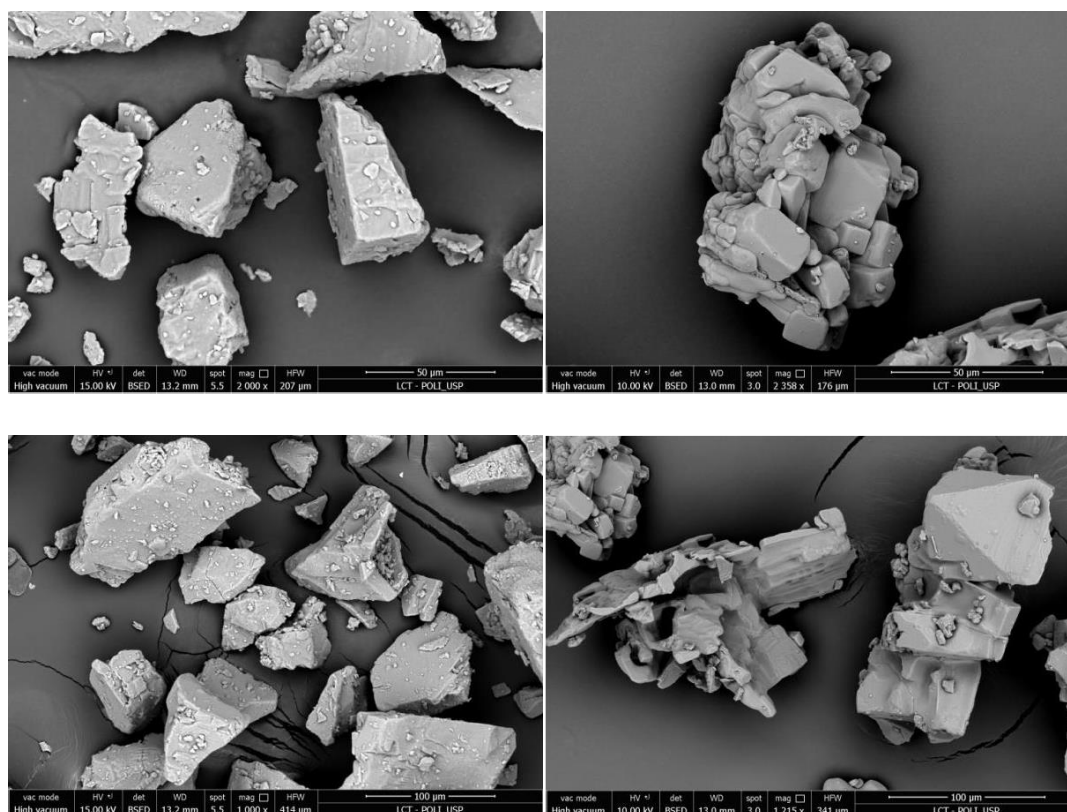


Figura 3: imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 50µm e 100µm. Ao lado esquerdo as imagens de grânulos de sal sem a aplicação do ultrassom e ao lado direito as imagens dos grânulos de sal que foram submetidos ao ultrassom.

G1 (não tratado)

G2 (tratado)

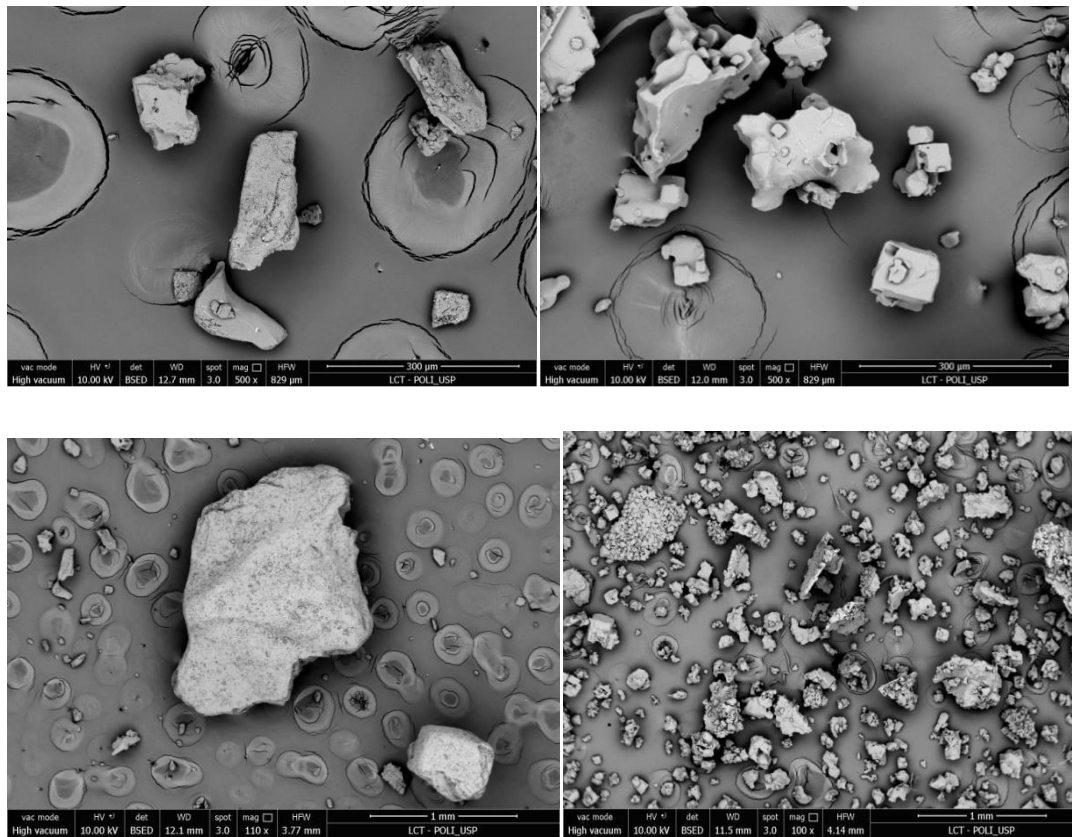


Figura 4: imagens comparadas com tamanhos iguais de ampliação de 300µm e 1mm. Ao lado esquerdo as imagens de grânulos de sal sem a aplicação do ultrassom e ao lado direito as imagens dos grânulos de sal que foram submetidos ao ultrassom.

DESENVOLVIMENTO

Artigo 2

Avaliação de meio peito de frango adicionado de sal tratado por ultrassom.

Artigo em fase final para ser submetido à revista Ciência Rural

(Artigo nas normas da revista)

Avaliação de meio peito de frango adicionado de sal tratado por ultrassom.

Evaluation of half chicken breast added with ultrasound-treated salt.

Sarah Bianca Soares da Silva^{II}, Rosa Cristina Prestes Dornelles^{II}

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do sal tratado por ultrassom em peito de frango. Quatro tipos de sais foram tratados por ultrassom e posteriormente adicionadas em peitos de frango. Foi realizada análises físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensorial de peito de frango adicionado de sal tratado por ultrassom e comparados com peito de frango adicionado de sal padrão, sem tratamento por ultrassom. As análises físico-químicas, tecnológicas e microbiológicas obtiveram resultados positivos, e sem grande mudança entre as amostras. Resultados encontrados na análise sensorial e análise de sódio foi possível verificar que as amostras UC e UE apresentaram uma elevação na sua intensidade de sabor salgado e redução de sódio. Assim pode-se considerar que o sal tratado por ultrassom pode ser uma alternativa para pessoas com hipertensão na redução de sódio.

Palavras-chave: redução, ultrassom, sensorial, sódio.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of salt treated by ultrasound on chicken breast. Four types of salts were treated by ultrasound and later added to chicken breasts. Physical-chemical,

technological, microbiological and sensorial analyzes of chicken breast added with salt treated by ultrasound were performed and compared with chicken breast added with standard salt, without ultrasound treatment. The physical-chemical, technological and microbiological analyzes obtained positive results, and without great change between the samples. Results found in the sensory analysis and sodium analysis it was possible to verify that the UC and UE samples showed an increase in their salty flavor intensity and sodium reduction. Thus, it can be considered that salt treated by ultrasound may be an alternative for people with hypertension in reducing sodium.

Keywords: reduction, ultrasound, sensory, sodium.

INTRODUÇÃO

O consumo excessivo de sódio atualmente é um dos grandes problemas para a saúde, no entanto, a pressão para reduzir ainda mais o sódio na dieta ressurgiu e aumentou a demanda por alimentos com menos sódio. As agências governamentais, indústrias e consumidores estão cada vez mais preocupados com o alto teor de sódio dos alimentos (GUÁRDIA, GUERRERO, GELABERT, GOU e ARNAU, 2006).

O elevado consumo diário de sal pode ser prejudicial à saúde dos consumidores. Uma das enfermidades associadas a este consumo é a hipertensão arterial, contraída através da ingestão constante de alimentos com altos teores de sódio (POLLONIO, 2009). Assim, a organização mundial da saúde recomenda que a ingestão de sódio seja <2 g (<5 g sal) por dia para evitar riscos à saúde (OMS, 2012).

Porém o sal, cloreto de sódio, é utilizado na indústria não só para o sabor como também para garantir propriedades sensoriais, capacidade de retenção de água, na textura e estabilidade

microbiana entre outras propriedades. Sendo estes atributos a grande dificuldade das indústrias para reduzir o sal nos produtos, pois podem afetar negativamente as propriedades sensoriais e a aceitabilidade do consumidor (AASLYNG, VESTERGAARD, & KOCH, 2014; TO BIN, O'SULLIVAN, HAMILL e KERRY, 2012).

Para a redução do teor de sódio são adotadas algumas estratégias como usar alguns substituintes do cloreto de sódio (NaCl), dentre os quais o cloreto de potássio (KCl) é o mais comum, porem confere sabor amargo ao paladar (DE ALMEIDA, MONTES-VILLANUEVA, PINTO, SALDAÑA e CONTRERAS-CASTILLO, 2016; INGUGLIA et al., 2017). Além disso, em países como o Brasil, o uso de KCl não está especificado na legislação para a fabricação de produtos à base de carne (ANVISA, 2012).

Neste contexto abordagens voltadas a morfologia dos cristais vem sendo estudada. RIOS-MERA et al. (2019) sugeriram que é possível reduzir o NaCl em mais de 30% em hambúrgueres sem afetar suas propriedades sensoriais usando NaCl com tamanho reduzido, (RIOS-MERA et al., 2019). O uso de NaCl com morfologias de baixa circularidade, como planos / piramidais (QUILAQUEO, DUIZER & AGUILERA, 2015) vem sendo uma ótima alternativa devido ao seu processamento fácil e de baixo custo. Alguns estudos destacaram essa estratégia, de redução do sódio, em batatas fritas (sal <425 µm, RAMA et al., 2013), biscoitos de queijo (sal de 1,5 a 15 µm, MONCADA et al., 2015) e patê (sal <250 µm, SHEPHERD, WHARF e FARLEIGH, 1989).

Esta alternativa foi estuda no presente trabalho onde teve como objetivo avaliar possíveis mudanças nas características físico químicas, microbiológicas e sensoriais de peito de frango adicionado de sal tratado por ultrassom.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA (PEITO DE FRANGO)

Os peitos de frango foram doados pela Cooperativa Central Aurora Alimentos e pela Carrer alimentos. Os peitos de frango foram recebidos e congelados, após recebimento foram imediatamente colocados em um ultra freezer até sua utilização.

TRATAMENTO DOS SAIS

Serão selecionados quatro tipos diferentes de sais com diferentes granulometrias, fornecidos pela empresa Diana (Curitiba, PR): churrasco (sal grosso), granulado, especial, microsais.

Cada sal será colocado em diferentes beakers (1000mL), 25gramas em média, em seguida adicionado 250mL de água em temperatura ambiente, a diluição dos sais será de forma manual, até não restar nenhum cristal. Após as diluições foram colocados em tubos falcon (50mL), e levados para o ultrassom com banho-maria.

O ultrassom modelo Q3.8/40A (Ultronique), com frequência de 40kHz, temperatura entre $\pm 45-50^{\circ}\text{C}$ por 45 minutos. Após o tratamento foram colocados em cápsulas de porcelana e levados para a estufa a 105°C até estar totalmente seco, ± 48 horas foram necessárias.

ELABORAÇÃO DO PRODUTO

Os peitos de frango foram descongelados em geladeira ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) convencional por 48 horas, após o descongelamento dos peitos de frango foram colocadas em uma misturadeira semi-industrial por 2 minutos, com 10% de água e 1,8% de sal. Para cada tipo de sal foi realizado duas repetições e acondicionadas em sacos plásticos diferentes para posteriores análises microbiológicas, físico químicas, tecnológicas e sensorial e posteriormente congelados em ultra freezer.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Para a realização das análises, as amostras foram trituradas em multiprocessador até ocorrer à homogeneização. As determinações de umidade, proteína, extrato lipídios e cinzas (AOAC, 1996), foram realizadas em triplicata.

pH

O pH foi medido em um peagâmetro, sendo este tomado: no produto cru, em triplicata. O método utilizado é descrito pela Instrução Normativa nº20, de 21 de julho de 1999 do MAPA (BRASIL, 1999).

ANÁLISES TECNOLÓGICAS

Foram realizadas amostras tecnológicas, como, perda por exudado, capacidade de retenção de água e perda por cocção. A determinação de perda por exsudação foi realizada de acordo com metodologia descrita por RASMUSSEN e ANDERSON (1996), onde cerca de 50g de amostra in natura crua e descongelada onde foram suspensas por um fio de náilon e colocadas em sacos plásticos inflados, por um período de 48 horas à temperatura de 2 °C. A determinação da porcentagem de perda por exsudação foi realizada pela diferença entre o peso final e peso inicial, conforme a equação abaixo:

$$\% \text{Perda por Exudado} = (\text{Peso final} - \text{Peso inicial}) \times 100 / \text{Peso inicial}$$

A capacidade de retenção de água (CRA) foi analisada de acordo com método descrito por HAMM (1961), onde são utilizados ± 2 g de amostra cortados em um único pedaço e colocados entre dois papéis de filtro e duas pedras de mármore submetido à pressão por um peso de 10 kg durante cinco minutos. Posteriormente as amostras foram novamente pesadas para determinação da CRA, expressa em porcentagem, de acordo com o a equação a seguir:

$$(\text{Peso final} \times 100) / \text{Peso inicial} = \text{CRA}$$

Perdas de peso por cozimento foi realizada de acordo com HONIKEL (1987), onde o peito de frango foi cortado em cubos onde tinham pesos e tamanhos semelhantes, foi então embalados e cozidos em banho-maria a 85°C durante 30 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, as amostras foram novamente pesadas e a perda de peso foi calculada por diferença entre os pesos inicial e final, expressa em porcentagem, de acordo com a equação:

$$(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}.$$

ANÁLISE DE SÓDIO

Para a determinação de sódio, as amostras foram previamente decompostas utilizando sistema de aquecimento com radiação micro-ondas (modelo Go-Anton Paar, Áustria) equipado com 12 frascos de PTFE com capacidade para 50 mL. Para o procedimento de digestão, massas de cerca de 250,0 mg de amostra foram decompostas com 6 mL de HNO₃ (65%, 1,4 kg L⁻¹, 14,4 mol L⁻¹, Vetec) previamente purificado em sistema de destilação abaixo do ponto de ebulição (modelo duoPUR2.01E, SubboilingDistillation System, Milestone). O programa de irradiação do forno de micro-ondas consistiu de *i*) rampa de 10 min até atingir 200 °C, permanecendo nesta temperatura por 10 min. Após o resfriamento, as amostras decompostas foram transferidas para frascos de polipropileno e avolumadas a 25 mL com água ultrapura.

A determinação de Na foi feita em um espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (modelo Optima 4300 DV, PerkinElmer, EUA) com vista axial e aquisição simultânea de sinal. O equipamento de ICP OES é equipado com tocha de quartzo com tubo injetor de alumina (2 mm d.i.), nebulizador do tipo GemCone e câmara de nebulização ciclônica. O plasma foi gerado utilizando Ar (99,998%, White Martins). As

condições operacionais para a determinação de sódio por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP OES) estão mostradas na Tabela 4 e os resultados para as determinações de sódio estão mostrados na Tabela 5.

ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa n° 62 (BRASIL, 2003) seguindo os padrões estabelecidos pela ANVISA (BRASIL, 2001). As análises foram realizadas no Laboratório de microbiologia da UFSM, campus de Santa Maria. Foi realizada análise de Coliformes a 45°C (NMP/g), realizada antes da análise sensorial.

PREPARO DO PEITO DE FRANGO

O Peito de frango foi descongelado em geladeira convencional por 48 horas á 2°C, após o descongelamento foram assados em fornos convencionais, por 45 minutos a 250°C. Após serem assados e resfriados os peitos de frango foram envolvidos em papel alumínio e acondicionados na geladeira para análise sensorial. Horas antes da análise sensorial os peitos de frango foram retirados da geladeira e cortados em cubos e mantidos no forno elétrico para serem servidos quentes.

ANÁLISE SENSORIAL

Foi aplicado um teste discriminativo de comparação pareada unilateral onde foram apresentados quatro pares de amostras de peitos de frango em cubos, onde deveriam comparar entre o peito de frango aplicado com sal padrão e o peito de frango adicionado de sal tratado por ultrassom em suas respectivas fichas para análise. As amostras foram apresentadas aos avaliadores codificadas, com uma bolacha água e sal e um copo de água para alternar entre os

pares de amostras, cada par foi identificado com algarismos de três dígitos onde o avaliador deveria analisar os pares de amostra e indicar na ficha recebida qual dos peitos de frango tinha o atributo salgado mais intenso (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). As análises sensoriais foram realizadas por 100 julgadores ao acaso e não treinados recrutados entre estudantes, funcionários e professores da Universidade Federal de Santa Maria (Brasil), com idades entre 16 e 57 anos entre homens e mulheres. Este protocolo de estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSM (CAAE: 12849219.9.0000.5346) e todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido concordando em participar voluntariamente das análises sensoriais.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi feita a média das triplicatas de cada repetição e suas medias submetidas à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey com nível de significância de 95% ($p < 0,05$), utilizando o programa Statistic® 7.0 (STATSOFT Inc.).

RESULTADO E DISCUSSAO

MICROBIOLÓGICOS

De acordo com a com as exigências da RDC n°12, sobre padrões microbiológicos para alimentos, para o caso de carnes resfriadas, ou congeladas, "in natura", de aves (BRASIL, 2001), os resultados microbiológicos estão apresentados na tabela 1. Para avaliar qualidade microbiológica dos filés de peito de frango utilizados no experimento, foram realizadas análises de Coliformes a 45°C (NMP/g), de acordo com a RDC n°12. Os resultados apresentados indicam que de acordo com a legislação, para carnes resfriadas ou congeladas de

aves in natura, a contagem máxima permitida para Coliformes a 45°C para uma amostra representativa de cinco unidades é de 1x10⁴ NMP/g. Observa-se então que a contagem obtida dos cortes foi inferior ao valor máximo permitido, provando que a carne utilizada apresentava qualidade microbiológica satisfatória.

FÍSICO-QUIMICO

Como podemos observado na tabela 2 são apresentados os valores de proteínas, cinzas, umidade e pH. As amostras UC e PC obtiveram diferença significativa na quantidade de proteínas e lipídios, que deve ser devido a diferenças entre as matérias primas (peito de frango), que podem ocorrer devido a diferença entre raças, tipo de alimentação, manejo nutricional, abate dos animais e o uma das maiores diferenças nesse trabalho a forma de preparo dos cortes cárneos para a comercialização (MIYAGUSKU, LUCIANA, 2008). O conteúdo de cinzas obteve diferença significativa entre a amostra UM e PM indicando uma redução na quantidade minerais na amostra, As amostras de umidade não apresentaram diferença significativa entre elas e seus resultados são coerentes com estudo realizado por BUENO (2008) de 73,34%, nas amostras controle, LEONEL (2008) 71,38- 72,44 e pela União brasileira de Avicultura (2007) de 75%. Os valores de pH também não apresentaram diferença significativa em nenhuma das amostras e seus valores são aproximados com valores encontrados por PORTO (2000) com pH de 6,0 e 6,11 por CLUFF, M., (2017).

TECNOLÓGICOS

Conforme pode ser verificado na tabela 3 não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos para os parâmetros de capacidade de retenção de água, perda por exsudado e perda por cocção. Indicando que independentemente do tipo de sal não terá efeito na

propriedades tecnológicas do peito de frango.

SENSORIAL

Os resultados foram observados de acordo com o Instituto Adolfo Lutz, onde os resultados são baseados no número de julgamentos totais versus o número de julgamentos corretos. Se o número de julgamentos corretos for maior ou igual ao valor tabelado de conclui-se que existe diferença significativa entre as amostras ao nível de probabilidade correspondente. Com um número total de 100 julgadores (100%) e 5% de probabilidade, acima do valor tabelado de 59 acertos resulta em diferença sensorial na intensidade de sal dos peitos com sal tratado por ultrassom e sal padrão (sem tratamento) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Na imagem 1 podemos observar que as amostras UE e UC tiveram diferença perceptível sensorialmente para avaliadores quando comparados com os PE e PC respectivamente. Já as amostras UG e UM não mostraram diferença sensorial entre PG e PM respectivamente. Indicando que para os sais com maiores granulometrias (UE e UC) a intensidade do sal é mais elevada, indicando que quando menor o diâmetro maior a interação com a saliva ao contrário do que acabou de ser observado os sais UG e UM que tinham suas granulometrias menores do que quando tratadas por ultrassom (PG e PM) assim quando tratadas por ultrassom seu diâmetro foi aumentado resultando numa menor percepção de sabor salgado quando comparadas com suas estruturas anteriores PG e PM.

DETERMINAÇÃO DE SÓDIO

Na tabela 5 podemos observar que entre a amostra UG obteve um aumento na quantidade de sódio se comparado com a sua forma padrão, PG, porem na análise sensorial a amostra com mais intensidade de sabor salgado foi a PG, indicando que para sais com diâmetros maiores como, sal grosso, o tratamento de ultrassom diminui a intensidade do sabor e aumenta a quantidade de sódio.

As amostras UE e UC obtiveram menor quantidade de sódio quando compradas com PE e PC, porem na análise sensorial as amostras EU e UC apresentaram maior intensidade de sabor salgado.

Diferentes das amostras UE e UC a amostra UM não obteve maior intensidade de sabor salgado na análise sensorial e uma quantidade bem menor de sódio do que a amostra de PM, porem em estudos realizados por THIEL, et. al (2016) foram testadas diferentes quantidades 1,5%, 1,1% e 0,9% de microsal e como resultado obteve que o microsal conferiu sabor salgado a todas as amostras e teve grande aceitação pelos consumidores. O microsal na sua forma padrão tem uma grande intensidade de sabor salgado e grande quantidade de sódio, como pode ser observado, assim houve uma dificuldade para elevar sua intensidade quando tratado por ultrassom.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos podemos considerar que o tratamento por ultrassom não afeta negativamente as características microbiológicas, físico químicas e propriedades tecnológicas do peito de frango. O tratamento por ultrassom nos sais ocasionou nas amostras UC e UE uma elevação da intensidade de sabor salgado e a redução da quantidade de sódio. Podendo ser uma alternativa para a redução de sódio nos produtos e uma alternativa para pessoas com hipertensão.

REFERÊNCIAS

Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., & Koch, A. G. (2014). The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. **Meat Science**, 96(1), 47–55.

and fat levels on the sensory and physicochemical quality of frankfurters. **Meat Science**, 92(4),659–666

ANVISA (2012). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Teor de sódio dos alimentos processados. Access in <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+t%C3%A9cnico+n%C2%BA+50%2C+de+2012/1bd1f41c-4a57-42aa9f000f92c27b818f>, Accessed date: 27 December 2018.

BRASIL, Ministério da saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico Sobre Os Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial. Brasília, DF. 10 de janeiro de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura, em conformidade ao anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados no Sistema de Laboratório Animal do Departamento de Defesa Animal. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 jul. 1999. n.54-E, Seção 1, p. 10-24. Disponível em: <www.in.gov.br>.

Bueno, Pedro Henrique Salgado- Efeito da radiação gama e do tipo de embalagem sobre as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de peito de frango refrigerado / Pedro Henrique Salgado Bueno. – 2008. 59p. : il.

De Almeida, M. A., Montes-Villanueva, N. D., Pinto, J. S. S., Saldaña, E., & ContrerasCastillo, C. J. (2016). Sensory and physicochemical characteristics of low sodium salami. **Scientia Agropecuaria**, 73, 347–355. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0096>

Guàrdia, M. D., Guerrero, L., Gelabert, J., Gou, P., & Arnau, J. (2006). Consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. **Meat Science**, 73, 484–490. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.01.009>.

Inguglia, E. S., Zhang, Z., Tiwari, B. K., Kerry, J. P., & Burgess, C. M. (2017). Salt reduction strategies in processed meat products – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 59, 70–78. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.016>.

Karppanen, H., & Mer vaala, E. (2006). Sodium intake and hypertension. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 49(2), 59–75.

Leonel, Fábio Roberto, 2008 - Irradiação e qualidade da carne de frango congelada e embalada a vácuo/ Fábio Roberto Leonel. – Jaboticabal, 2008.

Miyagusku, Luciana - A Influência da radiação ionizante (60Co) na manutenção da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de cortes de coxa e filé de peito de frango acondicionado em diferentes sistemas de embalagens / Luciana Miyagusku. – Campinas, SP: 2008.

Moncada, M., Astete, C., Sabliov, C., Olson, D., Boeneke, C., & Kayanush, J. A. (2015). Nano spray-dried sodium chloride and its effects on the microbiological and sensory characteristics of surface-salted cheese crackers. **Journal of Dairy Science**, 98, 5946–5954. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9658>.

POLLONIO, M. A. R. Redução de sódio em produtos cárneos processados. Anais do V Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes. São Paulo, 2009. p. 115 – 122.

Quilaqueo, M., Duizer, L., & Aguilera, J. M. (2015). The morphology of salt crystals affects the perception of saltiness. **Food Research International**, 76, 675–681. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.004>.

Rama, R., Chiu, N., Da Silva, M. C., Hewson, L., Hort, J., & Fisk, I. D. (2013). Impact of salt crystal size on in-mouth delivery of sodium and saltiness perception from snack foods. **Journal of Texture Studies**, 44, 338–345. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12017>.

Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., & Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. **Food Research International**, 121, 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>.

S. R. THIEL, M. M. SCHMIDT, R. C. P. DORNELLES, A. R. VIDAL, R. O. MELLO, J. BARIN, A. P. KEMPKA. Análise sensorial de peito de frango marinado com redução de sódio usando microsal. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Alimentos. X CIGR Section IV Internacional Technical Symposium. 24 a 27 de outubro de 2016, FAURGS- Gramado/RS.

Shepherd, R., Wharf, S. G., & Farleigh, C. A. (1989). The effect of a surface coating of table salt of varying grain size on perceived saltiness and liking for pâté. **International Journal of Food Science & Technology**, 24, 333–340. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb00652.x>.

Tobin, B. D., O'Sullivan, M. G., Hamill, R. M., & Kerry, J. P. (2012). Effect of varying salt

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Relatório final PDP TC 015/06: adequação de informações nutricionais de carne de frango. Campinas. SP, 2007a. 31p.

WHO (2012). Guideline: Sodium intake for adults and children. Geneva, Switzerland: World Health Organization.

Tabela 1: resultados microbiológicos.

Amostra	Coliformes 35°C (NMP/g)	Coliformes 45°C (NMP/g)
PC	9.3 X 10 ¹ ; 9.3 X 10 ¹	<3.0; 3.6
PE	<3.0; <3.0	<3.0; <3.0
PG	9.3 X 10 ¹ ; 4.3 X 10 ¹	3.6; < 3,0
PM	2.3 X 10 ¹ ; 2.3 X 10 ¹	<3.0; <3.0
UC	9.2; 9.2	<3.0; <3.0
EU	2.3 X 10 ¹ ; 4.3 X 10 ¹	<3.0; <3.0
UG	<3.0; <3.0	<3.0; <3.0
UM	<3.0; <3.0	<3.0; <3.0

Tabela 2: resultados físico químico.

Amostra	Proteína	Cinzas	Umidade	Lipídios	pH
UC	19,26027 ^a	1,711868 ^a	72,26144 ^a	3,264046 ^a	6,010000 ^a
PC	17,53085 ^b	2,463744 ^a	73,44391 ^a	1,165780 ^b	6,078333 ^a
UG	11,63133 ^a	2,127499 ^a	68,82253 ^a	1,357502 ^a	6,080000 ^a
PG	13,49738 ^a	2,805982 ^a	71,63712 ^a	4,455975 ^a	6,146667 ^a
UE	15,08103 ^a	2,452576 ^a	78,23418 ^a	3,428918 ^a	6,011667 ^a
PE	15,46122 ^a	2,369704 ^a	75,99292 ^a	1,749094 ^a	6,113333 ^a
UM	18,04833 ^a	1,347334 ^b	71,28070 ^a	5,323176 ^a	6,106667 ^a
PM	17,31680 ^a	2,650505 ^a	76,29997 ^a	1,355474 ^a	6,196667 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 3 resultados tecnológicos:

Amostras	Cocção	CRA	Exsudado
UC	23,23093 ^a	31,16209 ^a	3,629347 ^a
PC	23,40236 ^a	15,67552 ^a	3,327366 ^a
UG	23,19684 ^a	25,24200 ^a	2,602266 ^a
PG	17,05569 ^a	30,49128 ^a	3,466959 ^a
UE	22,14483 ^a	30,88423 ^a	3,487143 ^a
PE	24,49467 ^a	24,80446 ^a	3,309655 ^a
UM	26,90376 ^a	30,83092 ^a	3,875325 ^a
PM	22,27912 ^a	22,80090 ^a	2,982833 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam uma diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

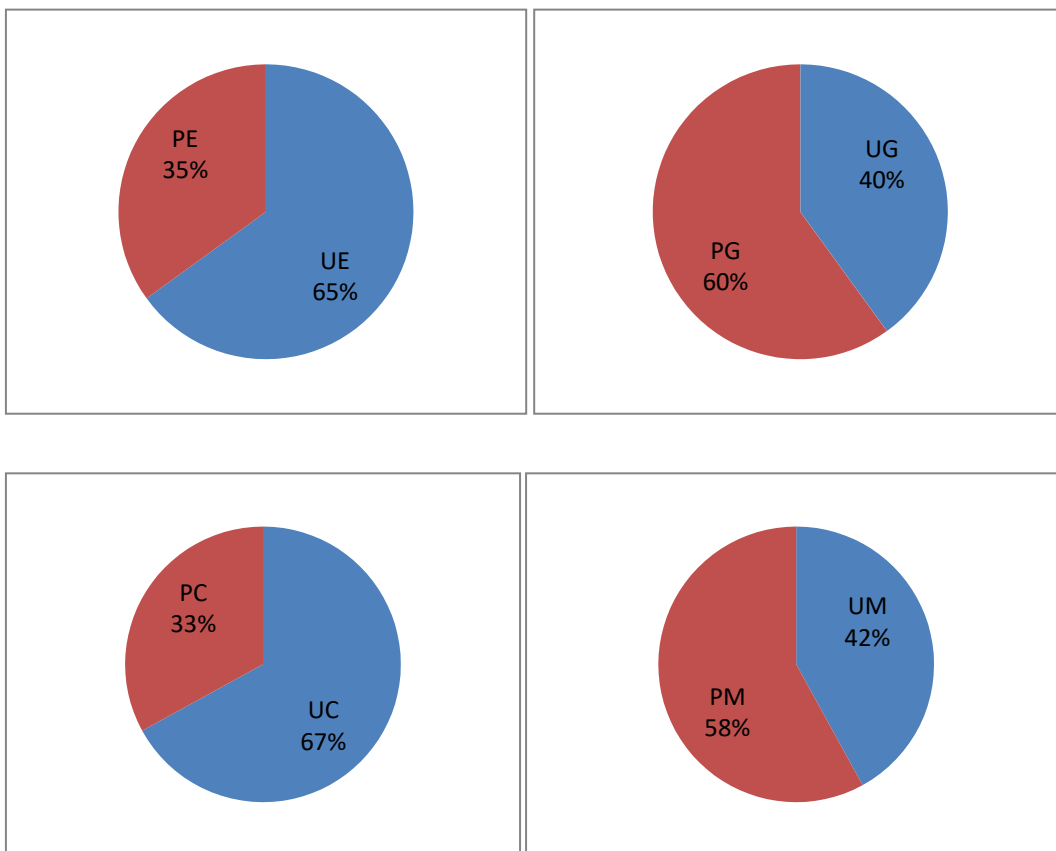
Tabela 4. Condições operacionais para determinação de Na por ICP OES.

ICP OES	Condições
Potência de radiofrequência, W	1400
Vazão de gás principal, L min ⁻¹	15
Vazão de gás auxiliar, L min ⁻¹	0,20
Vazão de gás de nebulização, L min ⁻¹	0,70
Comprimento de onda monitorado, nm	Na (589,592)

Tabela 5. Resultados para a determinação de sódio em amostras de frango por ICP OES (média \pm desvio padrão, n = 3).

Amostras	Sódio ($\mu\text{g g}^{-1}$)
PE	13431 \pm 939
EU	12915 \pm 679
PM	24160 \pm 1897
UM	8995 \pm 416
PC	13458 \pm 948
UC	13371 \pm 602
PG	9561 \pm 503
UG	12969 \pm 610
MP	451 \pm 19

Imagem1: análise sensorial.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre os resultados podemos verificar que o sal especial quando tratado por ultrassom (E2) teve maior área de contato, pois apresenta maior número de fendas e entradas para a saliva. Quando os sais foram aplicados ao peito de frango, não demonstraram diferenças significativas nas as características microbiológicas, físico químicas e propriedades tecnológicas do peito de frango. O teor de sódio teve uma redução nas amostras UC e EU, principalmente.

Podemos concluir que dentre os sais tratados e aplicados o sal especial (E2) teve importantes modificações na sua estrutura que causaram a redução de sódio quando aplicado ao peito de frango (UE) e não afetou significativamente as características de qualidade do peito de frango. Sendo assim o sal especial quando tratado obteve destaque entre os outros sais. Podendo ser uma alternativa para a redução de sódio nos produtos e uma alternativa para pessoas com hipertensão.

REFERÊNCIAS

- A.D. ALARCON-ROJO, L.M. CARRILLO-LOPEZ, R. REYES-VILLAGRANA, M. HUERTA-JIMÉNEZ, I.A. GARCIA-GALICIA, **Ultrasound and meat quality: A Review**, *Ultrasonics Sonochemistry* (2018), doi: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.09.016>
- AASLYNG, M. D., VESTERGAARD, C., & KOCH, A. G. (2014). **The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdogs, sausages, bacon, ham and salami**. *Meat Science*, 96(1), 47–55.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. Resolução RDC n° 23, de 24 de abril de 2013. **Dispõe sobre teor de iodo no sal destinado a consumo humano**. Diário Oficial União. 25 abr. 2013; Seção 1:55
- ALARCLARCON-ROJO, A. D., JANACUA, H., RODRIGUEZ, J. C., PANIWNKYK, L., & MASON, T. J. (2015). **Power ultrasound in meat processing**. *Meat Science*, 107, 86e93.

[http:// 76 E.S. Inguglia et al. / Trends in Food Science & Technology 59 \(2017\) 70e78 dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.015](http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.04.015)

ARAUJO, N. G. C.; SOUSA, D. S.; MUSSE, N. S.; **Sal marinho: o ouro branco do Rio Grande do Norte.** In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., Palmas, 2012.

ARMENTEROS, M.; ARISTOY, M. C.; BARAT, J. M.; TOLDRÁ, F. **Biochemical changes in dry-cured lo in salted with partial replacements of NaCl by KCl.** Food Chemistry, v. 117, p. 627 – 633, 2009.

CÁRCEL, J. A., GARCÍA-PÉREZ, J. V., BENEDITO, J., & MULET, A. (2012). **Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound.** Journal of Food Engineering, 110(2), 200–207.

CHEMAT, F., ZILLI-E-HUMA, & KHAN, M. K. (2011). **Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction.** Ultrasonics Sonochemistry, 18(4), 813–835. doi:10.1016/j.ultsonch.2010.11.023.

CICHOSKI, A. J.; SILVA, M. S.; LEÃES, Y. S. V.; BRASIL, C. C. B.; MENEZES, C. R.; BARIN, J. S.; WAGNER, R.; CAMPAGNOL, P. C. B. **Ultrasound: A promising technology to improve the technological quality of meat emulsions.** Meat Science, v.149, p. 150 – 155, 2019.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION (1997). **Codex standard for food grade salt.** Codex Stan 150-1985 Rev. 1-1997.

CORDAIN L, EATON S. B, SEBASTIAN A, MANN N, LINDBERG S, WATKINS B. A. **Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century.** Am J Clin Nutr. 2005;81(2):341-54.

CRUZ, A. G., FARIA, J. A. F., POLLONIO, M. A. R., BOLINI, H. M. A., CELEGHINI, R. M. S., GRANATO, D. (2011). **Cheese with reduced sodium content: effects on functionality, public health benefits and sensory properties.** Trends in Food Science & Technology, 22, 276–291.

DE ALMEIDA, M. A., VILLANUEVA, N. D. M., RIBEIRO, F. A., FADDA, S. G., PINTO, J. S. S., & CONTRERAS CASTILLO, C. J. (2015). **Sensory acceptability of partial replacement of sodium chloride by potassium chloride and calcium chloride in production**

of sal amiwithlow sodium. Meat Science, 101, 104–105.

- D'ELIA, L., ROSSI, G., IPPOLITO, R., CAPPuccio, F. P., & STRAZZULLO, P. (2012). **Habitual salt in take an drisk of gastric cancer: a meta-analysis of prospectivestudies.** *ClinicalNutrition*, 31, 489–498.
- DESMOND, E. (2006). **Reducing salt: A challenge for the meat industry.** *Meat Science*, 74,188–196.
- DNPM, Sumário Mineral. Brasília, **Brasil:** Departamento Nacional de Produção Mineral, 2014.
- DOS SANTOS, V. M.; AFONSO, J. C. **Iodo. Quím. nova esc.**, v. 35, n. 4, p. 297-298, 2013
- DOYLEe, M. E., & GLASS, K. A. (2010). **Sodium reduction and its effecton foodsafety, food quality, andhuman health.** *Food Science andFoodSafety*, 9, 44–56.
- DRAKE, S. L., & DRAKE, M. A. (2011). **Comparison of saltytaste and time intensity of sea and land salts froma round the world.** *Journal of Sensory Studies*, 26, 25–34.
- FANI, MÁRCIA. **Substituição de sódio nos alimentos.** *Food Ingredients Brasil*, São Paulo, n. 25. p.37-45, 2013.
- HE F J, MAC GREGOR G A. (2010). **Reducing population saltintake worldwide: From evidenceto implementation.** *Progress in Cardiovascular Diseases*, 52(5), 363–382. http://www.sallebre.com.br/main.php?g_ct=producao
- HE F J, MAC GREGOR G A. **A comprehensive reviewon salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes.** *J Hum Hypertens*. 2009;23(6):363-84.
- IBEGE - **Cenário do consumo de sódio no Brasil:** Estudo elaborado com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Abia Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação, São Paulo.
- INSUMOS LTDA. **O sal: o mais antigo agente antimicrobiano.** *Aditivos Ingredientes*. 2013. Disponível: <http://aditivosingredientes.com.br/artigos/ingredientes-funcionais/sal-o-mais-antigo-agente-antimicrobiano>. Acesso em 26 de Setembro de 2018.
- KANG, Z., WANG, P., XU, X., ZHU, C., Li, K., & ZHOU, G. (2014). **Effect of beating processing, as a means of reducing salt content in frankfurters: A physico-chemicaland Raman spectroscopicstudy.** *Meat Science*, 98(2), 171–177.

KENTISH, S., & ASHOKKUMAR, M. (2011). **The physical and chemical effects of ultrasound.** In H. Feng, G. Barbosa-Cánovas, J. Weiss (Eds.), *Ultrasound Technologies for Food and Bioprocessing* (pp. 1-2). New York: Springer Science + Business Media.

O'SULLIVAN, J., PARK, M., BEEVERS, J. (2016). **The effect of ultrasound upon the physico-chemical and emulsifying properties of wheat and soy protein isolates.** *Journal of Cereal Science*, 69, 77–84.

RITZ E. **The history of salt** - aspects of interest to the nephrologist. *Nephrol Dial Transplant*. 1996;11(6):969-75.

RUUSUNEN, M., SAKKA-TIRKKONEN, M., & PUOLANNE, E. (1999). **The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked 'bologna-type' sausages.** *Journal of Sensory Studies*, 14(2), 265–270.

RUUSUNEN, M., VAINIOPAA, J., PUOLANNE, E., LYLÄ, M., LAHTEENMAKI, L., NIEMISTO, M., & AHVENAINEN, R. (2003). **Effect of sodium citrate, arboxymethyl cellulose and carrageenan levels on quality characteristics of low-salt and low-fat bologna type sausages.** *Meat Science*, 64(4), 371–381

SANTOS, H. M.; LONDERO, C.; CAPELO-MARTÍNEZ, J. C. The power of ultrasound, In: *Ultrasound in Chemistry, Analytical Applications*, Portugal, Wiley-VCH Verlag GmbH Co. KGaA, 2009, cap. 01, p. 01 – 15.

TAMM, A., BOLUMAR, T., BAJOVIC, B., TOEPFL, S., & HEINZ, V. (2013). **Salt reduction in cooked ham by using high pressure processing.** Poster presented at the International Congress of Meat Science and Technology (ICOMST), 18–23 August 2013. Izmir: Turkey.

ZHANG, W., NAVEENA, B. M., JO, C., SAKATA, R., ZHOU, G., BANERJEE, R., et al. (2017). **Technological demands of meat processing – an Asian perspective.** *Meat Science*, 132, 35e44