

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 05/10/2023.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Halissom Clever Sanches

**Caracterização de propriedades físicas do leite de diferentes
espécies: ferramenta para aplicação de ultrassom**

São José do Rio Preto
2022

Halissom Clever Sanches

**Caracterização de propriedades físicas do leite de diferentes
espécies: ferramenta para aplicação de ultrassom**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Barretto Penna

Coorientador: Prof. Dr. Javier Telis Romero

São José do Rio Preto
2022

S211c

Sanches, Halissom Clever

Caracterização de propriedades físicas do leite de diferentes espécies: ferramenta para aplicação de ultrassom / Halissom Clever Sanches. -- São José do Rio Preto, 2022

77 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Ana Lúcia Barretto Penna

Coorientador: Javier Telis Romero

1. Leite. 2. Modelagem matemática. 3. Processos térmicos. 4. Viscosidade. 5. Calor específico. 6. Campo acústico. 7. Acidez. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Penna, Ana Lúcia Barretto. III. Romero, Javier Telis. IV. Título.

CDU –

Halissom Clever Sanches

**Caracterização de propriedades físicas do leite de diferentes
espécies: ferramenta para aplicação de ultrassom**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Comissão Examinadora

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Barretto Penna

Universidade Estadual Paulista (UNESP) - São José do Rio Preto/SP
Orientador

Prof.^a Dr.^a Raquel Guttierres Gomes

Universidade Estadual de Maringá (UEM) – Maringá/PR

Prof. Dr. Marcos Alexandre Polizelli

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB) – Barretos/SP

São José do Rio Preto
05 de outubro de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço pelas diversas formas de contribuição neste trabalho e na minha formação, as seguintes pessoas: à minha mãe Vanderli Bartolomei Sanches, ao meu pai Ademir Sanches, à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Barretto Penna, ao meu coorientador Prof. Dr. Javier Telis Romero, a todos professores do programa de pós-graduação da Engenharia e Ciência de Alimentos que tive a oportunidade de participar das aulas, a todos alunos e amigos do curso que tive a oportunidade da troca de ideias que contribuíram com este trabalho, à administração da Unesp que suporta o programa de pós graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos e, por fim, aos amigos externos à Unesp que contribuíram com grande incentivo.

RESUMO

O leite é um produto importante na alimentação humana devido a seu elevado valor nutricional, e utilizado como ingrediente em diversos tipos de alimentos. Diferentes processos industriais são aplicados ao leite para consumo como leite fluido, assim como para a fabricação de diversos derivados, tais como queijos, leites fermentados, manteiga, leites concentrados e desidratados, entre outros. Esses processos são essenciais para garantir segurança e qualidade ao produto final. O conhecimento das propriedades termofísicas dos alimentos, tal como o calor específico e viscosidade, são necessários para o dimensionamento de projetos térmicos, bem como a determinação do campo acústico em processos que envolvam o uso do ultrassom (US). Este trabalho objetivou determinar o calor específico e a viscosidade de leite de quatro diferentes espécies (vaca, búfala, cabra e ovelha) em uma ampla faixa de temperatura (1 – 90°C), propor um modelo matemático para descrever os dados experimentais, comparar os modelos obtidos com as equações tradicionais, determinar o campo acústico, assim como testar o efeito da aplicação de US ao leite cru recém ordenhado, para as espécies de vaca e cabra, a fim de analisar a conservação. A composição química do leite foi determinada para verificar sua influência no calor específico e na viscosidade. O calor específico aumentou com a temperatura e é maior para leite com baixos teores de sólidos e de lipídeos. Os modelos polinomiais de primeira e segunda ordem melhor se ajustaram aos dados experimentais do calor específico em função da temperatura. A viscosidade do leite das diferentes espécies foi descrita pela Lei de Newton e a influência da temperatura na viscosidade foi descrita pela equação de Arrhenius. O campo acústico foi determinado para potências nominais de 300, 500 e 700W, com eficiência decrescente à medida que se aumentou a potência nominal, de 18,8 a 12,9%. O leite de cabra apresentou valores mais altos de eficiência comparado ao leite de vaca, provavelmente em função da estrutura dos glóbulos de gordura. Os teores de lipídeos e de proteínas e a acidez titulável foram determinados para verificar a ação do US, imediatamente após tratamento e após 7 dias sob refrigeração. Nas condições estudadas, US alterou as características do leite, evidenciado pelo aumento da acidez, que aumentou em potências mais elevadas. Estudos adicionais, incluindo uma maior diversidade de análises se fazem necessários para melhor entendimento do aumento da acidez com a aplicação de US.

Palavras-chave: Leite. Modelagem matemática. Processos térmicos. Viscosidade. Calor específico. Campo acústico. Acidez.

ABSTRACT

Milk is an important product in human nutrition due to its high nutritional value, and it has been used as an ingredient in several types of food. Different industrial processes are applied to milk for consumption as fluid milk, as well as to the manufacture of various dairy products, such as cheese, fermented milk, butter, concentrated and dehydrated milk, among others. These processes are essential to guarantee the safety and quality of the final product. The knowledge of thermophysical properties of foods, such as specific heat and viscosity, are necessary for the design of thermal projects, as well as the determination of the acoustic field in processes involving the use of ultrasound (US). This study aimed to determine the specific heat and viscosity of milk from four different species (cow, buffalo, goat and sheep) over a wide temperature range (1 - 90°C), to propose a mathematical model to describe the experimental data, to compare the obtained models with the traditional equations, as well as determining the acoustic field and testing the effect of US applying to freshly milked raw milk, for cow and goat species, in order to evaluate its preservation. The chemical composition of milk was determined to verify its influence on specific heat and viscosity. The specific heat increased with temperature and it is higher for milk with low solids and lipids. The first and second order polynomial models best fit the experimental data of specific heat as a function of temperature. The milk viscosity from different species was described by Newton model and the influence of the temperature in the viscosity was described by Arrhenius equation. The acoustic field was determined for nominal input power of 300, 500 and 700W, with efficiency from 18.8 to 12.9%, decreasing as the nominal input power increased. The goat milk showed higher values of efficiency than in cow's milk, probably due to its structure of fat globules. Analysis of lipids and protein content, and acidity were determined to verify the action of US, immediately after US treatment and after 7 days under refrigeration. Under the studied conditions, US altered the milk's characteristics, as evidenced by the increase in acidity, which increased in higher power. Further studies, including a greater diversity of analyzes are necessary for a better understanding of the increase in acidity with US.

Keywords: Milk. Mathematical modeling. Thermal processes. Viscosity. Specific heat. Acoustic field. Acidity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de utilização dos diferentes efeitos do ultrassom em produtos lácteos.	21
Figura 2 – Classificação do comportamento reológico de fluidos.	28
Figura 3 – Ekomilk M.	35
Figura 4 - DSC 8000, Perkin Elmer.	36
Figura 5 - Reômetro rotacional modelo ARG2, TA Instruments.....	40
Figura 6 - Processador ultrassônico VCX 1500.....	40
Figura 7 - Esquema do experimento para medidas de campo acústico.....	41
Figura 8 - Temopar modelo Penta III.....	42
Figura 9 – A) Arranjo experimental para tratamento de leite com ultrassom; B) Detalhe lateral dos sensores de temperatura; C) Detalhe frontal dos sensores de temperatura e da Sonda de Ultrassom.....	43
Figura 10 – Calor específico do leite de diferentes espécies, em função da temperatura. Os pontos representam o valor médio dos dados obtidos experimentalmente, enquanto as linhas contínuas representam o melhor modelo matemático.	48
Figura 11 – Viscosidade do leite de vaca em função da temperatura, sendo os quadrados vazios os valores experimentais e a linha vermelha os valores obtidos pela equação ajustada.....	55
Figura 12 – Viscosidade do leite de búfala em função da temperatura, sendo círculos sólidos os valores experimentais e a linha vermelha os valores obtidos pela equação ajustada.....	55
Figura 13 – Viscosidade do leite de cabra em função da temperatura, sendo quadrados sólidos os valores experimentais e a linha vermelha os valores obtidos pela equação ajustada.....	56
Figura 14 – Viscosidade do leite de ovelha em função da temperatura, sendo os círculos vazios os valores experimentais e a linha vermelha os valores obtidos pela equação ajustada.....	56

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Maiores produtores de leite no Mundo, em 2020 (FAO, 2020).	16
Quadro 2 - Os dez maiores produtores de leite de vaca, em 2020 (FAO, 2020).	16
Quadro 3 - Os dez maiores produtores de leite de búfala, em 2020 (FAO, 2020).	16
Quadro 4 - Os dez maiores produtores de leite de cabra, em 2020 (FAO, 2020).	16
Quadro 5 - Os dez maiores produtores de leite de ovelha, em 2020 (FAO, 2020).	16
Quadro 6 – Equações preditivas para calor específico dos principais componentes dos alimentos ($0 \leq T \leq 150^\circ$).	26
Tabela 1 - Variáveis e níveis de variação.	43
Tabela 2 – Composição química do leite de diferentes espécies (g/100 g de amostra).	44
Tabela 3 – Calor específico (C_p , J.kg ⁻¹ .°C ⁻¹) de leite de diferentes espécies, em diferentes temperaturas.	46
Tabela 4 – Modelos polinomiais empíricos para calor específico de leite de diferentes espécies, em função da temperatura.	47
Tabela 5 – Comparação entre o modelo matemático e equações de Choi e Okos (1986) para o calor específico em leite de vaca e búfala. EMR: erro médio relativo.	49
Tabela 6 – Comparação entre o modelo matemático e equações de Choi e Okos (1986) para o calor específico em leite de cabra e ovelha. EMR: erro médio relativo.	49
Tabela 7 – Viscosidade média (μ , mPa.s) de leite de diferentes espécies, em diferentes temperaturas (°C).	50
Tabela 8 – Comparação dos modelos reológicos para leite de vaca.	51
Tabela 9 – Comparação dos modelos reológicos para leite de búfala.	51
Tabela 10 – Comparação dos modelos reológicos para leite de cabra.	52
Tabela 11 – Comparação dos modelos reológicos para leite de ovelha.	52
Tabela 12 – Parâmetros estatísticos da Lei de Newton.	53
Tabela 13 – Parâmetros estatísticos das equações que relacionam a Viscosidade e a Temperatura, com os dados obtidos pela Lei de Newton.	54
Tabela 14 – Leite de Vaca, derivada da temperatura em função do tempo (dT/dt) para cada potência de ultrassom aplicada.	57
Tabela 15 – Leite de Cabra, derivada da temperatura em função do tempo (dT/dt) para cada potência de ultrassom aplicada.	57
Tabela 16 – Potência acústica e eficiência em função da potência nominal aplicada pela sonda, para cada espécie de leite.	58
Tabela 17 – Teor de lipídeos (%) do leite no dia dos tratamentos (D+0) e sete dias após os tratamentos (D+7).	59
Tabela 18 – Teor de proteínas (%) do leite no dia dos tratamentos (D+0) e sete dias após os tratamentos (D+7).	60

Tabela 19 – Acidez titulável (°D) do leite no dia dos tratamentos (D+0) e sete dias após os tratamentos (D+7). 62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemistry</i>
CCS	contagem de células somáticas
C_p	calor específico
DCC	delineamento central composto
DE	densidade energética
DIC	delineamento inteiramente casualizado
D_s	potência térmica
DSC	<i>Differential Scanning Calorimetry</i> ou Calorimetria Diferencial de Varredura
dT/dt	taxa de aquecimento
E_a	energia de ativação
EMR	erro médio relativo
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
m	massa de líquido
P	erro médio relativo
P_{acústica}	potência acústica
R	constante universal dos gases (8,3145 J.mol ⁻¹ .K ⁻¹)
R²	coeficiente de determinação
R_{Adj}²	coeficiente de determinação ajustado
RQME	raiz do erro quadrático médio
T	temperatura
UHT	<i>Ultra High Temperature</i> ou Ultra Alta Temperatura
US	Ultrassom
W_s	massa da amostra
X_i	fração mássica do componente <i>i</i>
χ²	coeficiente de determinação reduzido

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
$\Delta H_{\text{fusão}}$	variação de entalpia
°C	grau celsius
μ	viscosidade Newtoniana
μL	microlitro
μ_{pl}	viscosidade plástica
cm	centímetro
CO₂	dióxido de carbono
Hz	Hertz
J/g	joule por grama
J/mL	joule por mililitro
K	Kelvin
kg/cm²	quilograma por centímetro quadrado
kHz	quilo-hertz
kJ	quilo-joule
mcal/s	mili-calorias por segundo
mg	miligrama
min	minuto
mL	mililitro
mm	milímetro
mW	mili-watt
n	índice de comportamento
Pa	Pascal
s	segundo
W	Watt
W/cm²	watt por centímetro quadrado
γ	taxa de deformação
θ	taxa de aquecimento
κ	índice de consistência
σ	tensão de cisalhamento
σ_0	tensão residual
ϕ_i	constante empírica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. Leite e processos de conservação	15
2.2. Características de leite de diferentes espécies animais	18
2.3. Uso de ultrassom em produtos lácteos	20
2.4. Propriedades Físicas	24
2.4.1. Calor específico	25
2.4.2. Viscosidade e parâmetros reológicos.....	27
2.4.3. Campo acústico	32
3. OBJETIVOS	33
3.1. Objetivos gerais	33
3.2. Objetivos específicos	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1. Obtenção e caracterização das matérias primas.....	34
4.2. Composição química do leite de diferentes espécies	35
4.3. Determinação do calor específico e modelagem matemática	36
4.4. Determinação dos parâmetros reológicos e modelagem matemática	38
4.5. Determinação do campo acústico e modelagem matemática	40
4.6 Aplicação de ultrassom em leite.....	42
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1. Composição química do leite de diferentes espécies	44
5.2. Calor específico e modelagem matemática	45
5.3. Parâmetros reológicos e modelagem matemática	50
5.4. Campo acústico e modelagem matemática	56
5.5. Aplicação de US em leite.....	59
6. CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICE A.....	77
APÊNDICE B.....	77

1. INTRODUÇÃO

O leite é um dos alimentos mais consumidos no mundo, fazendo parte da base da alimentação dos seres humanos, seja leite puro, através de seus derivados ou como matéria prima para diversos alimentos. Para cada região do globo, leite de diferentes espécies se destacam, sendo leite de vaca o principal; leite de cabra, leite de búfala e leite de ovelha também se destacam, dependendo da região, condições climáticas e hábitos alimentares. Devido à grande importância desse alimento na cadeia alimentar, intensos e constantes estudos são fundamentais, a fim de possibilitar melhores e mais eficientes formas de aproveitamento deste importante alimento.

As características físicas do leite têm grande importância em vários estudos: i) para o dimensionamento de equipamentos industriais no processamento de leite e derivados, desde a ordenha na fazenda até o consumo final pelo ser humano, incluindo as etapas de transporte, conservação, transformação, embalagem, etc., onde pequenas variações de temperatura devem ser levadas em consideração para que não se modifiquem as características finais desejadas; ii) no emprego de novas tecnologias de conservação, tais como processos não-térmicos (ultrassom, alta pressão hidrostática, campo elétrico pulsado, entre outras), iii) assim como para obter alterações da estrutura física (redução dos glóbulos de gordura, emulsificação, alteração da viscosidade, cristalização no caso de sorvetes, etc.), ampliando as possibilidades de uso das tecnologias já tradicionalmente executadas na indústria láctea.

Dentre as novas tecnologias para conservação e processamento de alimentos, o uso do ultrassom (US) de alta potência e baixa frequência, tem se mostrado uma opção interessante na alteração da estrutura física e microbiota do leite, quando usado como matéria prima para produção de diversos derivados, como iogurtes, queijos, leite fermentado, sorvetes, manteigas, leite em pó, leite condensado, entre outros.

Os estudos de aplicação de US em leite são dos mais variados, desde objetivando a conservação das propriedades do leite sem tratamento térmico, até alterações das propriedades físico-químicas e microbiológicas para produção de iogurtes, que resultam na redução do tempo de fermentação e melhora na qualidade do produto final.

Quando o leite ou seus derivados são tratados com US, a determinação do campo acústico também se torna importante para o entendimento de como a energia liberada pela sonda de US se propaga no meio, sendo um parâmetro crucial para o projeto de equipamentos e definição das condições de processo.

Neste contexto, estudos mais detalhados e precisos dos parâmetros físicos de leite de diferentes espécies, tais como vaca, cabra, búfala e ovelha, são necessários

6. CONCLUSÕES

O calor específico do leite foi influenciado significativamente pela temperatura e pela composição das diferentes espécies de leite. Houve aumento do calor específico com o aumento da temperatura. O calor específico foi maior para leite com baixos teores de sólidos e de lipídeos. Na modelagem matemática, os modelos de primeira e de segunda ordem melhor se ajustaram aos dados experimentais, sendo o modelo linear para o leite de búfala e de ovelha, e o modelo parabólico para o leite de vaca e de cabra. Tanto a equação preditiva, quanto as equações de Choi e Okos (1986) foram adequadas para estimar o calor específico do leite de diferentes espécies.

A viscosidade do leite das quatro espécies (vaca, búfala, cabra e ovelha), modelados matematicamente, apresentou comportamento newtoniano na faixa de temperatura estudada. A viscosidade do leite variou com a temperatura, sendo decrescente e constante com o aumento da temperatura; a equação de Arrhenius foi a que melhor descreveu esta relação.

Nas condições experimentais, o campo acústico não foi influenciado pela posição da sonda de aplicação de US. À medida que se aumentou a potência nominal do US, a eficiência no campo acústico diminuiu. O leite de cabra apresentou melhor eficiência de aplicação da potência nominal, comparado ao leite de vaca.

Com a aplicação de US no leite nas condições experimentais, não houve um efeito de conservação esperado, uma vez que houve aumento indesejável da acidez titulável após aplicação de US e intensificado após 7 dias de estocagem sob refrigeração. Quanto maior a potência nominal do US, maior o teor de acidez, resultando valores em desacordo com os requisitos para consumo humano de leite.

REFERÊNCIAS

- AADIL, R. M.; ZENG, X.-A.; HAN, Z.; SUN, D.-W. Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 3, p. 3201–3206, 2013.
- ABESINGHE, A. M. N. L.; ISLAM, N.; VIDANARACHCHI, J. K.; PRAKASH, S.; SILVA, K. F. S. T.; KARIM, M. A. Effects of ultrasound on the fermentation profile of fermented milk products incorporated with lactic acid bacteria. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 90, p. 1–14, 2019.
- ABU-JDAYIL, B.; MOHAMEED, H. Experimental and modelling studies of the flow properties of concentrated yogurt as affected by the storage time. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 52, n. 4, p. 359–365, 2002.
- ALATALO, D.; HASSANIPOUR, F. An experimental study on human milk rheology: behavior changes from external factors. **Fluids**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 42, 2020.
- ALMANZA-RUBIO, J. L.; GUTIÉRREZ-MÉNDEZ, N.; LEAL-RAMOS, M. Y.; SEPULVEDA, D.; SALMERON, I. Modification of the textural and rheological properties of cream cheese using thermosonicated milk. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 168, p. 223–230, 2016.
- AMARAL, G. V.; SILVA, E. K.; CAVALCANTI, R. N.; CAPPATO, L. P.; GUIMARAES, J. T.; ALVARENGA, V. O.; ESMERINO, E. A.; PORTELA, J. B.; SANT'ANA, A. S.; FREITAS, M. Q.; SILVA, M. C.; RAICES, R. S. L.; MEIRELES, M. A. A.; CRUZ, A. G. Dairy processing using supercritical carbon dioxide technology: theoretical fundamentals, quality and safety aspects. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 64, p. 94–101, 2017.
- AMATAYAKUL, T.; HALMOS, A. L.; SHERKAT, F.; SHAH, N. P. Physical characteristics of yoghurts made using exopolysaccharide-producing starter cultures and varying casein to whey protein ratios. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 40–51, 2006.
- AOAC INTERNATIONAL. **Official Method of Analysis**. 18. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2005.
- ARCHER, D. G. Thermodynamic properties of synthetic sapphire ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), standard reference material and the effect of temperature-scale differences on thermodynamic properties. **Journal of Physical and Chemical Reference Data**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 1441–1453, 1993.
- ARVANITOYANNIS, I. S.; KOTSANOPOULOS, K. V.; SAVVA, A. G. Use of ultrasounds in the food industry—Methods and effects on quality, safety, and organoleptic characteristics of foods: a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 109–128, 2017.
- ARZENI, C.; MARTÍNEZ, K.; ZEMA, P.; ARIAS, A.; PÉREZ, O. E.; PILOSOFF, A. M. R. Comparative study of high intensity ultrasound effects on food proteins functionality. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 108, n. 3, p. 463–472, 2012.

ASTM INTERNATIONAL. **E1269-11**: Standard Test Method for Determining Specific Heat Capacity by Differential Scanning Calorimetry. West Conshohocken: ASTM International. 2011. 6 p.

AWUAH, G. B.; RAMASWAMY, H. S.; ECONOMIDES, A. Thermal processing and quality: principles and overview. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 584–602, 2007.

BARBA, F. J.; ZHU, Z.; KOUBAA, M.; SANT'ANA, A. S.; ORLIEN, V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: a review. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 49, p. 96–109, 2016.

BARUKČIĆ, I.; LISAK JAKOPOVIĆ, K.; HERCEG, Z.; KARLOVIĆ, S.; BOŽANIĆ, R. Influence of high intensity ultrasound on microbial reduction, physico-chemical characteristics and fermentation of sweet whey. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s. l.], v. 27, p. 94–101, 2015.

BERMÚDEZ-AGUIRRE, D.; MOBBS, T.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Ultrasound Applications in Food Processing. In: FENG, H.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.; WEISS, J. (org.). **Food Engineering Series**. New York: Springer, 2011. p. 65–105.

BHARGAVA, N.; MOR, R. S.; KUMAR, K.; SHARANAGAT, V. S. Advances in application of ultrasound in food processing: a review. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 70, p. 105293, 2021.

BIENVENUE, A.; JIMÉNEZ-FLORES, R.; SINGH, H. Rheological properties of concentrated skim milk: importance of soluble minerals in the changes in viscosity during storage. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 86, n. 12, p. 3813–3821, 2003.

BIENVENUE, Annie; JIMÉNEZ-FLORES, R.; SINGH, H. Rheological properties of concentrated skim milk: influence of heat treatment and genetic variants on the changes in viscosity during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 51, n. 22, p. 6488–6494, 2003.

BRANCO, I.G. **Suco de laranja concentrado: comportamento reológico a baixas temperaturas**. Orientador: Carlos Alberto Gaspareto. 1995. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, edição 62, publicado em 30/03/2017, p. 14, 2017.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 68**: Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2006. 141 p.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 76**: Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e Leite Pasteurizado Tipo A. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2018. 5 p.

CANTU-LOZANO, D.; VIGANÓ, J.; LASSMAN, A. A.; VALLEJO CANTU, N. A.; TELIS-ROMERO, J. Sorption isotherms and drying kinetics of grapefruit seeds. **Acta Scientiarum Technology**, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 717–723, 2013.

CASTRO, A. L. de. **Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dos concretos de alto desempenho**. Orientador: Jefferson Liborio. 2007. 302 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia dos Materiais) - Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CASTRO, A. G.; DIOGO, A. C.; COVAS, J. A. **Reologia e suas aplicações industriais**. 1. ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2001. 462 p.

CHANDRAPALA, J.; MARTIN, G. J. O.; ZISU, B.; KENTISH, S. E.; ASHOKKUMAR, M. The effect of ultrasound on casein micelle integrity. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 95, n. 12, p. 6882–6890, 2012.

CHANDRAPALA, Jayani; OLIVER, C.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonics in food processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 975–983, 2012.

CHANDRAPALA, Jayani; ZISU, B.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. The effects of high-intensity ultrasound on the structural and functional properties of α -Lactalbumin, β -Lactoglobulin and their mixtures. **Food Research International**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 940–943, 2012.

CHANDRAPALA, J.; ZISU, B.; PALMER, M.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. Effects of ultrasound on the thermal and structural characteristics of proteins in reconstituted whey protein concentrate. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 951–957, 2011.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M.K. Applications of ultrasound in food technology: processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 813–835, 2011.

CHIA, J.; BURROW, K.; CARNE, A.; MCCONNELL, M.; SAMUELSSON, L.; DAY, L.; YOUNG, W.; BEKHIT, A. E. D. A. Minerals in Sheep Milk. In: WATSON, R. R.; COLLIER, R. J.; PREEDY, V. R. (org.). **Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease**. Cambridge: Academic Press, 2017. p. 345–362.

CHOI, Y.; OKOS, M. R. Effects of temperature and composition on thermal properties of foods. **Journal of Food Process and Applications**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 93–101, 1986.

CHOULIARA, E.; GEORGOGIANNI, K. G.; KANELLOPOULOU, N.; KONTOMINAS, M. G. Effect of ultrasonication on microbiological, chemical and sensory properties of raw, thermized and pasteurized milk. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 307–313, 2010.

COSTA, A. R. da. **Propriedades termofísicas, reológicas e interfaciais de leite e soro bovino concentrados em evaporador a vácuo**. Orientadora: Jane Sélia dos Reis Coimbra. 2014. 61 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

COSTA, H. C. B.; SILVA, D. O.; VIEIRA, L. G. M. Physical properties of açai-berry pulp and kinetics study of its anthocyanin thermal degradation. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 239, p. 104–113, 2018.

CRUZ, A. G.; OLIVEIRA, C. A. F.; ZACARCHENCO, P. B.; CORASSIN, C. H. **Química, Bioquímica, Análise Sensorial e Nutrição no Processamento de Leite e Derivados**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. 304 p.

CUI, P.; YANG, X.; LIANG, Q.; HUANG, S.; LU, F.; OWUSU, J.; REN, X.; MA, H. Ultrasound-assisted preparation of ACE inhibitory peptide from milk protein and establishment of its in-situ real-time infrared monitoring model. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 62, p. 104859, 2020.

DAHROUD, B. D.; MOKARRAM, R. R.; KHIABANI, M. S.; HAMISHEHKAR, H.; BIALVAEI, A. Z.; YOUSEFI, M.; KAFIL, H. S. Low intensity ultrasound increases the fermentation efficiency of *Lactobacillus casei* subsp. *casei* ATTC 39392. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 86, p. 462–467, 2016.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DARROS-BARBOSA, R.; BALABAN, M. O.; TEIXEIRA, A. A. Temperature and Concentration Dependence of Heat Capacity of Model Aqueous Solutions. **International Journal of Food Properties**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 239–258, 2003.

DE CASTILHOS, M. B. M.; BETIOL, L. F. L.; DE CARVALHO, G. R.; TELIS-ROMERO, J. Experimental study of physical and rheological properties of grape juice using different temperatures and concentrations. Part I: Cabernet Sauvignon. **Food Research International**, [s. l.], v. 100, p. 724–730, 2017.

DE CASTILHOS, M. B. M.; BETIOL, L. F. L.; DE CARVALHO, G. R.; TELIS-ROMERO, J. Experimental study of physical and rheological properties of grape juice using different temperatures and concentrations. Part II: Merlot. **Food Research International**, [s. l.], v. 105, p. 905–912, 2018.

DELGADO JÚNIOR, I. J.; SIQUEIRA, K. B.; STOCK, L. A. **Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa, 2020. v. 122. 17 p.

DEMIRDÖVEN, A.; BAYSAL, T. The use of ultrasound and combined technologies in food preservation. **Food Reviews International**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 1–11, 2009.

DIAS, R. S.; BALTHAZAR, C. F.; CAVALCANTI, R. N.; SOBRAL, L. A.; RODRIGUES, J. F.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; RIBEIRO, A. P. B.; GRIMALDI, R.; SANT'ANNA, C.; ESMERINO, E. A.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Nutritional, rheological and sensory properties of butter processed with different mixtures of cow and sheep milk cream. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 46, p. 101564, 2022.

DITCHFIELD, C.; TADINI, C. C.; SINGH, R. K.; TOLEDO, R. T. Velocity and temperature profiles, heat transfer coefficients and residence time distribution of a temperature dependent Herschel–Bulkley fluid in a tubular heat exchanger. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 76, n. 4, p. 632–638, 2006.

EGAWA, E. Y. **Caracterização térmica e reológica de blendas de glicerol:colágeno tipo I de diferentes tecidos**. Orientadora: Ana Maria de Guzzi Plepis. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência – Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

EMBRAPA. **Anuário Leite 2020**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2020. 53 p.

EVANGELISTA, R. R.; SANCHES, M. A. R.; DE CASTILHOS, M. B. M.; CANTÚ-LOZANO, D.; TELIS-ROMERO, J. Determination of the rheological behavior and thermophysical properties of malbec grape juice concentrates (*Vitis vinifera*). **Food Research International**, [s. l.], v. 137, n. 109431, p. 109431, 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crops and livestock products**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 3 mar. 2022.

FELIGINI, M.; BONIZZI, I.; BUFFONI, J. N.; COSENZA, G.; RAMUNNO, L. Identification and quantification of α_{s1} , α_{s2} , β , and κ -caseins in water buffalo milk by reverse phase-high performance liquid chromatography and mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 57, n. 7, p. 2988–2992, 2009.

FOX, P. F. The major constituents of milk. In: SMIT, G. (org.). **Dairy Processing: Improving Quality**. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd, 2003. p. 5–41.

GARCIA, R. V.; TRAVASSOS, A. E. R. General aspects of goat milk: a review. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [s. l.], v. 67, n. 386, p. 81–88, 2012.

GHOSH, S. Thermosonication as an upcoming technology in the dairy industry: an overview. **Advances in Dairy Research**, [s. l.], v. 05, n. 03, 2017.

GRATÃO, A. C. A.; BERTO, M. I.; SILVEIRA JÚNIOR, V. Reologia do açúcar líquido invertido: influência da temperatura na viscosidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 652–656, 2004.

GUIMARÃES, B.; POLACHINI, T. C.; AUGUSTO, P. E. D.; TELIS-ROMERO, J. Ultrasound-assisted hydration of wheat grains at different temperatures and power applied: Effect on acoustic field, water absorption and germination. **Chemical Engineering and Processing - Process Intensification**, [s. l.], v. 155, p. 108045, 2020.

GÜLSEREN, İ.; GÜZEY, D.; BRUCE, B. D.; WEISS, J. Structural and functional changes in ultrasonicated bovine serum albumin solutions. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 173–183, 2007.

GUT, J. A. W.; SONG, T. W. Transferência de calor por condução e convecção. *In*: TADINI, C. C.; NICOLETTI, V. R.; MEIRELLES, A. J. A. (org.). **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. p. 325–353.

HASSAN, M.; ALI, S.; AICH, W.; KHLISSA, F.; AYADI, B.; KOLSI, L. Transport pattern of Non-Newtonian mass and thermal energy under two diverse flow conditions by using modified models for thermodynamics properties. **Case Studies in Thermal Engineering**, [s. l.], v. 29, p. 101714, 2022.

HEMAR, Y.; XU, C.; WU, S.; ASHOKKUMAR, M. Size reduction of “reformed casein micelles” by high-power ultrasound and high hydrostatic pressure. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 63, p. 104929, 2020.

HU, J.; SARI, O.; EICHER, S.; RIJA RAKOTOZANAKAJY, A. Determination of specific heat of milk at different fat content between 1°C and 59°C using micro DSC. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 90, n. 3, p. 395–399, 2009.

HUANG, G.; CHEN, S.; DAI, C.; SUN, L.; SUN, W.; TANG, Y.; XIONG, F.; HE, R.; MA, H. Effects of ultrasound on microbial growth and enzyme activity. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 37, p. 144–149, 2017.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>. Acesso em: 8 abr. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas/brasil/2020>. Acesso em: 7 abr. 2022.

INDUMATHI, A. S.; SUJATHA, G.; BASKARAN, D.; DHANALAKSHMI, B.; SARAVANA PANDIAN, A. S. Inactivation of alkaline phosphatase and shelf life extension of milk processed by hurdle technology. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [s. l.], v. 7, n. 07, p. 3278–3281, 2018.

JALILZADEH, A.; HESARI, J.; PEIGHAMBARDoust, S. H.; JAVIDIPOUR, I. The effect of ultrasound treatment on microbial and physicochemical properties of Iranian ultrafiltered feta-type cheese. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 7, p. 5809–5820, 2018.

JULIANO, P.; TORKAMANI, A. E.; LEONG, T.; KOLB, V.; WATKINS, P.; AJLOUNI, S.; SINGH, T. K. Lipid oxidation volatiles absent in milk after selected ultrasound processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 2165–2175, 2014.

JUMAH, R. Y.; SHAKER, R. R.; ABU-JDAYIL, B. Effect of milk source on the rheological properties of yogurt during the gelation process. **International Journal of Dairy Technology**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 89–93, 2001.

KILBRIDE, P.; RULL, M. V.; TOWNSEND, A.; WILSON, H.; MORRIS, J. Shear-thickening fluids in biologically relevant agents. **Biorheology**, [s. l.], v. 56, n. 1, p. 39–50, 2019.

KRISTO, E.; BILIADERIS, C. .; TZANETAKIS, N. Modelling of rheological, microbiological and acidification properties of a fermented milk product containing a probiotic strain of *Lactobacillus paracasei*. **International Dairy Journal**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 517–528, 2003.

LANNES, S. C. da S.; MEDEIROS, M. L.; AMARAL, R. L. Formulação de “chocolate” de cupuaçu e reologia do produto líquido. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas / Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 463–469, 2002.

LEWIS, M. J. **Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., 1993. 512 p.

LIU, Y.; ZHANG, F. Changes of antibiotic resistance genes and gut microbiota after the ingestion of goat milk. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 105, n. 6, p. 4804–4817, 2022.

LOPEZ, P.; BURGOS, J. Lipoxigenase inactivation by manothermosonication: effects of sonication on physical parameters, pH, KCl, sugars, glycerol, and enzyme concentration. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 43, n. 3, p. 620–625, 1995.

LOPEZ, P.; BURGOS, J. Peroxidase stability and reactivation after heat treatment and manothermosonication. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 451–455, 1995.

MACEDO, M. P.; WECHSLER, F. S.; RAMOS, A. de A.; AMARAL, J. B. do; SOUZA, J. C. de; RESENDE, F. D. de; OLIVEIRA, J. V. de. Composição físico-química e produção do leite de búfalas da raça Mediterrâneo no oeste do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s. l.], v. 30, n. 3 suppl 1, p. 1084–1088, 2001.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The thin-layer drying characteristics of garlic slices. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 75–97, 1996.

MAGENIS, R. B.; PRUDENCIO, E. S.; AMBONI, R. D. M. C.; CERQUEIRA JUNIOR, N. G.; OLIVEIRA, R. V. B.; SOLDI, V.; BENEDET, H. D. Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. **International Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 41, n. 5, p. 560–568, 2006.

MANZOOR, M. F.; ZENG, X.-A.; RAHAMAN, A.; SIDDEEG, A.; AADIL, R. M.; AHMED, Z.; LI, J.; NIU, D. Combined impact of pulsed electric field and ultrasound on bioactive compounds and FT-IR analysis of almond extract. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 56, n. 5, p. 2355–2364, 2019.

MARCHESINI, G.; BALZAN, S.; MONTEMURRO, F.; FASOLATO, L.; ANDRIGHETTO, I.; SEGATO, S.; NOVELLI, E. Effect of ultrasound alone or ultrasound coupled with CO₂ on the chemical composition, cheese-making properties and sensory traits of raw milk. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s. l.], v. 16, p. 391–397, 2012.

MARCHESINI, G.; FASOLATO, L.; NOVELLI, E.; BALZAN, S.; CONTIERO, B.; MONTEMURRO, F.; ANDRIGHETTO, I.; SEGATO, S. Ultrasonic inactivation of microorganisms: a compromise between lethal capacity and sensory quality of milk. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s. l.], v. 29, p. 215–221, 2015.

MARGULIS, M. .; MARGULIS, I. . Calorimetric method for measurement of acoustic power absorbed in a volume of a liquid. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 343–345, 2003.

MARTINS, M. J. N.; GUIMARÃES, B.; POLACHINI, T. C.; TELIS-ROMERO, J. Thermophysical properties of carbohydrate solutions: correlation between thermal and transport properties. **Journal of Food Process Engineering**, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 1–15, 2020.

MASON, T. J. Sonochemistry and sonoprocessing: the link, the trends and (probably) the future. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 10, n. 4–5, p. 175–179, 2003.

MCLAUGHLIN, C. P.; MAGEE, T. R. A. The determination of sorption isotherm and the isosteric heats of sorption for potatoes. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 35, n. 3, p. 267–280, 1998.

MCMINN, W. A. M. Thin-layer modelling of the convective, microwave, microwave-convective and microwave-vacuum drying of lactose powder. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 72, n. 2, p. 113–123, 2006.

MCSWEENEY, P. L. H.; FOX, P. F. **Advanced Dairy Chemistry**. 4. ed. Boston: Springer US, 2013. v. 1A. 548 p.

MEHDITABAR, H.; RAZAVI, S. M. A.; JAVIDI, F. Influence of pumpkin puree and guar gum on the bioactive, rheological, thermal and sensory properties of ice cream. **International Journal of Dairy Technology**, [s. l.], v. 73, n. 2, p. 447–458, 2020.

MÉNARD, O.; AHMAD, S.; ROUSSEAU, F.; BRIARD-BION, V.; GAUCHERON, F.; LOPEZ, C. Buffalo vs. cow milk fat globules: size distribution, zeta-potential, compositions in total fatty acids and in polar lipids from the milk fat globule membrane. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 120, n. 2, p. 544–551, 2010.

MERLIN JUNIOR, I. A.; SANTOS, J. S.; COSTA, L. G.; COSTA, R. G.; LUDOVICO, A.; REGO, F. C. de A.; SANTANA, E. H. W. Sheep milk: physical-chemical characteristics and microbiological quality. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, [s. l.], v. 65, n. 3, p. 193–198, 2015.

- MIANO, A. C.; DA COSTA PEREIRA, J.; MIATELO, B.; AUGUSTO, P. E. D. Ultrasound assisted acidification of model foods: kinetics and impact on structure and viscoelastic properties. **Food Research International**, [s. l.], v. 100, p. 468–476, 2017.
- MINIM, L. A.; COIMBRA, J. S. R.; MINIM, V. P. R.; TELIS-ROMERO, J. Influence of temperature and water and fat contents on the thermophysical properties of milk. **Journal of Chemical & Engineering Data**, [s. l.], v. 47, n. 6, p. 1488–1491, 2002.
- MISHRA, K.; KOHLER, L.; KUMMER, N.; ZIMMERMANN, S.; EHRENGRUBER, S.; KÄMPF, F.; DUFOUR, D.; NYSTRÖM, G.; FISCHER, P.; WINDHAB, E. J. Rheology of cocoa butter. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 305, p. 110598, 2021.
- MORAND-FEHR, P.; FEDELE, V.; DECANDIA, M.; LE FRILEUX, Y. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 68, n. 1–2, p. 20–34, 2007.
- MORENO, E.; DIALAMI, N.; CERVERA, M. Modeling of spillage and debris floods as Newtonian and viscoplastic Bingham flows with free surface with mixed stabilized finite elements. **Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics**, [s. l.], v. 290, p. 104512, 2021.
- MORISON, K. R.; PHELAN, J. P.; BLOORE, C. G. Viscosity and non-newtonian behaviour of concentrated milk and cream. **International Journal of Food Properties**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 882–894, 2013.
- MUNIR, M.; NADEEM, M.; QURESHI, T. M.; LEONG, T. S. H.; GAMLATH, C. J.; MARTIN, G. J. O.; ASHOKKUMAR, M. Effects of high pressure, microwave and ultrasound processing on proteins and enzyme activity in dairy systems — a review. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s. l.], v. 57, p. 102192, 2019.
- NADAR, S. S.; RATHOD, V. K. Ultrasound assisted intensification of enzyme activity and its properties: a mini-review. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 33, n. 9, p. 170, 2017.
- NETO, F. S. P. P.; DE CASTILHOS, M. B. M.; TELIS, V. R. N.; TELIS-ROMERO, J. Effect of ethanol, dry extract and reducing sugars on density and viscosity of Brazilian red wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 95, n. 7, p. 1421–1427, 2014.
- NUDDA, A.; ATZORI, A. S.; CORREDDU, F.; BATTACONE, G.; LUNESU, M. F.; CANNAS, A.; PULINA, G. Effects of nutrition on main components of sheep milk. **Small Ruminant Research**, [s. l.], v. 184, p. 106015, 2020.
- O'DONNELL, C. P.; TIWARI, B. K.; BOURKE, P.; CULLEN, P. J. Effect of ultrasonic processing on food enzymes of industrial importance. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 21, n. 7, p. 358–367, 2010.
- OLIVEIRA, J. M. de. **Caracterização do exopolissacarídeo produzido por Mesorhizobium loti semia 816 a partir de glicerol residual**. 2017. 87 f. - Universidade Federal do Rio Grande, [s. l.], 2017.

OLIVEIRA, S. M.; GRUPPI, A.; VIEIRA, M. V.; MATOS, G. S.; VICENTE, A. A.; TEIXEIRA, J. A. C.; FUCIÑOS, P.; SPIGNO, G.; PASTRANA, L. M. How additive manufacturing can boost the bioactivity of baked functional foods. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 294, p. 110394, 2021.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnología de alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 280 p.

ORTEGA-RIVAS, E.; SALMERÓN-OCHOA, I. Nonthermal food processing alternatives and their effects on taste and flavor compounds of beverages. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 54, n. 2, p. 190–207, 2014.

PASQUEL, A. Gomas: Utilização e aspectos reológicos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 33, n. 1, p. 86-87, 1999.

PENNA, A. L.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. Relation between quality and rheological properties of lactic beverages. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 49, n. 1, p. 7–13, 2001.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J. de M.; DE FIGUEIRÊDO, R. M. F. Comportamento reológico de mel da abelha uruçú (*Melipona scutellaris*, L.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [s. l.], v. 5, n. 2, 2003.

POLACHINI, T. C.; BETIOL, L. F. L.; BASTOS, M. G.; TELIS, V. R. N.; DE SOUZA, A. C.; TELIS-ROMERO, J. Density, thermal expansion coefficient, and rheological behaviour of meat extract under different temperatures and solids concentrations. **The Canadian Journal of Chemical Engineering**, [s. l.], v. 94, n. 5, p. 988–994, 2016.

POLACHINI, T. C.; BETIOL, L. F. L.; BASTOS, M. G.; TELIS, V. R. N.; TELIS-ROMERO, J. Boiling point and specific heat of meat extract. **International Journal of Food Properties**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 1–11, 2017.

POLACHINI, Tiago Carregari; CARVALHO, G. R. de; TELIS-ROMERO, J. Determination of acoustic fields in acidic suspensions of peanut shell during pretreatment with high-intensity ultrasound. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, [s. l.], v. 34, n. 2, p. 385–394, 2017.

POLACHINI, T. C.; HERNANDO, I.; MULET, A.; TELIS-ROMERO, J.; CÁRCEL, J. A. Ultrasound-assisted acid hydrolysis of cassava (*Manihot esculenta*) bagasse: Kinetics, acoustic field and structural effects. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 70, p. 105318, 2021.

POLACHINI, T. C.; MULET, A.; TELIS-ROMERO, J.; CÁRCEL, J. A. Acoustic fields of acid suspensions containing cassava bagasse: influence of physical properties on acoustic attenuation. **Applied Acoustics**, [s. l.], v. 177, p. 107922, 2021.

POVEY, M. J. W.; MCCLEMENTS, D. J. Ultrasonics in food engineering. Part I: introduction and experimental methods. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 217–245, 1988.

PULINA, G.; MILÁN, M. J.; LAVÍN, M. P.; THEODORIDIS, A.; MORIN, E.; CAPOTE, J.; THOMAS, D. L.; FRANCESCONI, A. H. D.; CAJA, G. Invited review: Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 101, n. 8, p. 6715–6729, 2018.

QAISER, A. A.; NAZAR, R.; ANJUM, M.; SAEED, A.; ZEESHAN, M.; TAHIR, B.; MUZAFFAR, M.; JAMEEL, N. Effects of composition, temperature and shear rate on chocolate milk rheology: an empirical modeling approach incorporating yield behavior. **International Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 17, n. 7, p. 561–569, 2021.

RASO, J.; MAÑAS, P.; PAGÁN, R.; SALA, F. J. Influence of different factors on the output power transferred into medium by ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 157–162, 1999.

RODRÍGUEZ, J. J.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; GUTIÉRREZLÓPEZ, G. F.; DORANTES-ALVÁREZ, L.; YEOM, H. W.; ZHANG, Q. H. An update on some key alternative food processing technologies: microwave, pulsed electric field, high hydrostatic pressure, irradiation, and ultrasound. *In*: GUTIERREZ-LOPEZ, G. F.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. (org.). **Food Science and Food Biotechnology**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2003. p. 279–312.

ROSELLI, L.; CICIA, G.; CAVALLO, C.; DEL GIUDICE, T.; CARLUCCI, D.; CLODOVEO, M. L.; DE GENNARO, B. C. Consumers' willingness to buy innovative traditional food products: the case of extra-virgin olive oil extracted by ultrasound. **Food Research International**, [s. l.], v. 108, p. 482–490, 2018.

SALEHI, F. Physicochemical characteristics and rheological behaviour of some fruit juices and their concentrates. **Journal of Food Measurement and Characterization**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 2472–2488, 2020.

SÁNCHEZ-ROMERO, M. A.; GARCÍA-CORONADO, P.; RIVERA-BAUTISTA, C.; GONZÁLEZ-GARCÍA, R.; GRAJALES-LAGUNES, A.; ABUD-ARCHILA, M.; RUIZ-CABRERA, M. A. Experimental data and predictive equation of the specific heat capacity of fruit juice model systems measured with differential scanning calorimetry. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 86, n. 5, p. 1946–1962, 2021.

SCUDINO, H.; SILVA, E. K.; GOMES, A.; GUIMARÃES, J. T.; CUNHA, R. L.; SANT'ANA, A. S.; MEIRELES, M. A. A.; CRUZ, A. G. Ultrasound stabilization of raw milk: microbial and enzymatic inactivation, physicochemical properties and kinetic stability. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 67, p. 105185, 2020.

SESHADRI, R.; WEISS, J.; HULBERT, G. J.; MOUNT, J. Ultrasonic processing influences rheological and optical properties of high-methoxyl pectin dispersions. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 191–197, 2003.

SHAKER, R. .; JUMAH, R. .; ABU-JDAYIL, B. Rheological properties of plain yogurt during coagulation process: impact of fat content and preheat treatment of milk. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 44, n. 3, p. 175–180, 2000.

SHAKERIAN, M.; KIANI, H.; EHSANI, M.-R. Effect of buffalo milk on the yield and composition of buffalo feta cheese at various processing parameters. **Food Bioscience**, [s. l.], v. 15, p. 110–117, 2016.

SILVA, L. T. da S. e. **Propriedades termifísicas e comportamento reológico do leite e do soro de Búfala**. Orientadora: Jane Sélia dos Reis Coimbra. 2014. 67 f Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

SILVA, M.; ZISU, B.; CHANDRAPALA, J. Influence of low-frequency ultrasound on the physico-chemical and structural characteristics of milk systems with varying casein to whey protein ratios. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 49, p. 268–276, 2018.

SINGLA, M.; SIT, N. Application of ultrasound in combination with other technologies in food processing: a review. **Ultrasonics Sonochemistry**, [s. l.], v. 73, p. 105506, 2021.

STEAD, D. Microbial lipases: their characteristics, role in food spoilage and industrial uses. **Journal of Dairy Research**, [s. l.], v. 53, n. 3, p. 481–505, 1986.

STEFFE, J. F. **Rheological methods in food engineering process**. 2. ed. East Lansing: Freeman Press, 1996. 428 p.

SURAWEERA, D.; WICHCHUKIT, S. Physico-chemical and rheological properties of plain yogurt made from goat's milk during refrigerated storage. **E3S Web of Conferences**, [s. l.], v. 187, p. 04012, 2020.

TICIANI, E.; SANDRI, E. C.; SOUZA, J. de; BATISTEL, F.; OLIVEIRA, D. E. de. Persistência da lactação e composição do leite em ovelhas leiteiras das raças Lacane e East Friesian. **Ciência Rural**, [s. l.], v. 43, n. 9, p. 1650–1653, 2013.

TONELI, J. T. de C. L.; MURR, F. E. X.; KIL, J. P. Estudo da reologia de polissacarídeos utilizados na indústria de alimentos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 181–204, 2005.

TRINH, B.; HAISMAN, D.; TRINH, K. T. Rheological characterisation of age thickening with special reference to milk concentrates. **Journal of Dairy Research**, [s. l.], v. 74, n. 1, p. 106–115, 2007.

ULUKO, H.; ZHANG, S.; LIU, L.; TSAKAMA, M.; LU, J.; LV, J. Effects of thermal, microwave, and ultrasound pretreatments on antioxidative capacity of enzymatic milk protein concentrate hydrolysates. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 18, p. 1138–1146, 2015.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M.; DÍAZ, L. P.; LOPEZ, L.; RODRIGUEZ, K.; DI SCALA, K. Effective moisture diffusivity determination and mathematical modelling of the drying curves of the olive-waste cake. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 101, n. 19, p. 7265–7270, 2010.

VÉLEZ-RUIZ, J. F.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Rheological properties of concentrated milk as a function of concentration, temperature and storage time. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 177–190, 1998.

VERCET, A.; ORIA, R.; MARQUINA, P.; CRELIER, S.; LOPEZ-BUESA, P. Rheological properties of yoghurt made with milk submitted to manothermosonication. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 50, n. 21, p. 6165–6171, 2002.

VERRUCK, S.; DANTAS, A.; PRUDENCIO, E. S. Functionality of the components from goat's milk, recent advances for functional dairy products development and its implications on human health. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 52, p. 243–257, 2019.

VILLAMIEL, M.; DE JONG, P. Influence of high-intensity ultrasound and heat treatment in continuous flow on fat, proteins, and native enzymes of milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 48, n. 2, p. 472–478, 2000.

WALSTRA, P. On the stability of casein micelles. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 73, n. 8, p. 1965–1979, 1990.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy science and technology, second edition**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. 808 p.

WU, H.; HULBERT, G. J.; MOUNT, J. R. Effects of ultrasound on milk homogenization and fermentation with yogurt starter. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 211–218, 2000.

ZIA, S.; KHAN, M. R.; ZENG, X.; SEHRISH; SHABBIR, M. A.; AADIL, R. M. Combined effect of microwave and ultrasonication treatments on the quality and stability of sugarcane juice during cold storage. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 54, n. 8, p. 2563–2569, 2019.

ZURITZ, C. A.; PUNTES, E. M.; MATHEY, H. H.; PÉREZ, E. H.; GASCÓN, A.; RUBIO, L. A.; CARULLO, C. A.; CHERNIKOFF, R. E.; CABEZA, M. S. Density, viscosity and coefficient of thermal expansion of clear grape juice at different soluble solid concentrations and temperatures. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 71, n. 2, p. 143–149, 2005.