



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PRISCILA LUANA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E PERFIL DE TEXTURA
INSTRUMENTAL DE QUEIJO COALHO DA REGIÃO VALE DO JAGUARIBE – CE

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2017

PRISCILA LUANA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E PERFIL DE TEXTURA
INSTRUMENTAL DE QUEIJO COALHO DA REGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE – CE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, como
requisito parcial para obtenção do Título de
Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Belfort Dantas
Cavalcante.

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586c Silva, Priscila Luana da Silva.
Caracterização físico-química, microbiológica e perfil de textura instrumental de queijo coalho da região do Vale do Jaguaribe - Ce / Priscila Luana da Silva Silva. - 2017.
59 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2017.

Orientação: Prof. Dr. Antônio Belfort Dantas Cavalcante.

1. Composição. 2. Derretimento. 3. Processos. 4. Qualidade. I. Título.

CDD 664

PRISCILA LUANA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E PERFIL DE TEXTURA
INSTRUMENTAL DE QUEIJO COALHO DA REGIÃO VALE DO JAGUARIBE – CE

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado
em Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, como
requisito parcial para obtenção do título
Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Belfort Dantas
Cavalcante.

Aprovado em: 31/07/2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antônio Belfort Dantas Cavalcante (Orientador)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará



Prof.ª Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará



Prof.ª Dra. Gerla Castello Branco Chinelate
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*Aos meus pais Antônia Darc da Silva e
Antônio Raimundo da Silva, com todo
meu amor.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais Antônia Darc da Silva e Antônio Raimundo da Silva, por nunca medirem esforços pelo meu bem estar, fazendo sempre o possível para me oferecer sempre o melhor.

Aos meus irmãos Patricia, Mateus e Maik, por sempre me ajudarem quando preciso. Ao meu marido Paulo César, por acreditar em mim desde o começo, me incentivar e está sempre ao meu lado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Belfort Dantas Cavalcante pela disponibilidade e ensinamentos ao longo do desenvolvimento do trabalho.

A todos os professores que compõem o quadro docente do Mestrado Acadêmico em Tecnologia de Alimentos, em especial a Prof^a. Dra. Renata Chastinet Braga e por buscar sempre soluções quando buscava ajuda, sendo parte fundamental para aquisição das amostras de estudo e a Prof^a. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos, por toda disponibilidade ao longo do curso, estando sempre disposta a ajudar quando precisei.

Aos meus colegas de turma, por todos os momentos agradáveis que compartilhamos. Agradeço em especial a Bruno Felipe pela ajuda na realização das análises.

Por fim, agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

O queijo coalho é um produto típico da região Nordeste e no estado do Ceará é amplamente produzido e consumido, está entre as comidas típicas da culinária local. Pode ser consumido cru, assado ou como ingrediente em pratos típicos. A produção queijeira no Ceará compreende médias empresas que são fiscalizados por órgãos oficiais, e pequenas queijarias, que localizam-se principalmente no meio rural e muitas vezes não são reconhecidas por órgãos oficiais de fiscalização. Desta forma, há uma grande variação nas técnicas adotadas entre diferentes fabricantes, ofertando no mercado, produtos com características variáveis. Visto isso, objetivou-se com esse trabalho caracterizar amostras de queijo coalho produzidas e comercializadas na região do Vale do Jaguaribe – CE, quanto as suas características físico-químicas, microbiológicas e perfil de textura instrumental (TPA). Foram coletadas 22 amostras de queijo coalho oriundas de diferentes cidades do Vale do Jaguaribe. A caracterização físico-química envolveu as análises de pH, acidez e atividade de água. Realizou-se a determinação de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* sp. A composição centesimal foi através das determinações de umidade, cinzas, proteínas, gordura, gordura no extrato seco, cloreto de sódio, cálcio e potássio. Os parâmetros de TPA avaliados foram dureza, mastigabilidade, coesividade e elasticidade. Determinou-se a capacidade de derretimento e a cor. Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente através da análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Os resultados das análises demonstraram que houve diferença estatística entre todas as amostras para os parâmetros físico-químicos e da composição centesimal. A legislação vigente estabelece limites mínimos apenas para o teor de umidade e gordura no extrato seco, estando todas as amostras avaliadas em concordância com o exigido pela legislação. Em relação aos parâmetros microbiológicos todas as amostras apresentaram ausência para *Salmonella* sp. e valores para coliformes termotolerantes abaixo do limite máximo da legislação vigente, no entanto, 82% das amostras apresentaram-se impróprias para consumo por apresentar valores superiores para a contagem de *Staphylococcus aureus*. As amostras de queijo coalho apresentaram-se firmes, coesos e elásticos, com baixa capacidade de derretimento e cor branco amarelado. Conclui-se que há uma grande variabilidade dos parâmetros das amostras de queijo coalho de diferentes produtores.

Palavras-chaves: Composição. Derretimento. Processos. Qualidade.

ABSTRACT

The cheese curd is the product is a typical product of the Nordeste region and in the state of Ceará is widely produced and consumed, is among the typical foods of the local cuisine. It can be consumed raw, roasted or as an ingredient in typical dishes. Cheese production in Ceará comprises medium-sized enterprises that are supervised by official agencies and small dairies, which are mainly located in rural areas and are often not recognized by official inspection bodies. In this way, there is a great variation in the techniques adopted between different manufacturers, offering in the market products with variable characteristics. The objective of this work was to characterize samples of rennet cheese produced and marketed in the Jaguaribe Valley region, as well as its physico-chemical, microbiological and instrumental texture profile (TPA). Twenty - two samples of rennet cheese were collected from different cities of the Jaguaribe Valley. The physical-chemical characterization involved the analysis of pH, acidity and water activity. The determination of thermotolerant coliforms, *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp. The centesimal composition was determined by moisture, ash, protein, fat, fat in dry extract, sodium chloride, calcium and potassium determinations. The TPA parameters evaluated were hardness, chewing, cohesiveness and elasticity. Meltability and color were determined. The results obtained were statistically evaluated through analysis of variance (ANOVA) and the means compared by the Tukey test ($p < 0.05$). The results of the analyzes showed that there was statistical difference between all the samples for the physical-chemical parameters and the centesimal composition. The current legislation establishes minimum limits only for the content of moisture and fat in the dry extract, and all the samples are evaluated according to what is required by the legislation. Regarding the microbiological parameters, all samples showed absence for *Salmonella* sp. And values for thermotolerant coliforms below the limit of the current legislation, however, 82% of the samples were not suitable for consumption because they presented higher values for the *Staphylococcus aureus* count. The samples of rennet cheese were firm, cohesive and elastic, with low melting capacity and yellowish white color. It is concluded that there is a great variability of the parameters of the rennet cheese samples from different producers.

Keywords: Composition. Melting. Processes. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fluxograma geral para elaboração de queijo coalho	19
Figura 2.2 - Curva padrão gerada pela análise instrumental do perfil de textura (TPA).....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Características físico-químicas de queijo coalho produzido no estado do Ceará.	22
Tabela 3.1 - Resultados das análises físico-químicas.....	34
Tabela 3.2 - Resultados da caracterização microbiológica.....	36
Tabela 4.1 - Resultados das análises de composição centesimal.....	48
Tabela 4.2 - Resultados das análises de perfil instrumental de textura (TPA).....	51
Tabela 4.3 - Resultados das análises de pH, capacidade de derretimento e cor.....	53

SUMÁRIO

Capítulo 1 12

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo Geral	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

Capítulo 2 15

1 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
1.1 Queijo coalho	15
1.2 Matérias-primas utilizadas na fabricação de queijo coalho	15
1.2.1 Leite	15
1.2.2 Coalho.....	17
1.2.3 Cloreto de Sódio	18
1.3 Processo de fabricação	18
1.4 Composição físico-química e centesimal.....	21
1.5 Características microbiológicas.....	22
1.6 Análise instrumental do perfil de textura (TPA).....	24
1.7 Características funcionais.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

Capítulo 3 30

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE QUEIJO COALHO PRODUZIDO NA REGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE – CE ..	30
1 INTRODUÇÃO	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Amostragem	31
2.2 Caracterização e preparo das amostras	32
2.3 Caracterização microbiológica.....	32

2.4 Caracterização físico-química	33
2.4.1 pH	33
2.4.2 Acidez titulável.....	33
2.4.3 Atividade de água	33
2.5 Análise estatística.....	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1 Caracterização físico-química	34
3.2 Caracterização microbiológica.....	35
4 CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

Capítulo 4..... 41

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE QUEIJO COALHO PRODUZIDOS NA REGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE – CE.....	41
1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
2.1 Amostragem	42
2.2 Caracterização e preparo das amostras	43
2.3 Caracterização da composição centesimal	43
2.3.1 Umidade	43
2.3.2 Cinzas	43
2.3.3 Proteínas	44
2.3.4 Gordura.....	44
2.3.5 Gordura no extrato seco (GES)	44
2.3.6 Sódio, potássio e cálcio	44
2.4 Caracterização do perfil de textura instrumental (TPA)	44
2.5 Avaliação do pH e das propriedades funcionais.....	45
2.5.1 pH	45
2.5.2 Capacidade de derretimento	46
2.5.3 Cor	46
2.6 Análise estatística.....	46

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
3.1 Caracterização da composição centesimal	47
3.2 Resultados da análise do perfil de textura instrumental (TPA).....	50
3.3 Resultados das propriedades funcionais	52
4 CONCLUSÃO.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

Capítulo 1

1 INTRODUÇÃO

O queijo coalho é um produto típico do Nordeste brasileiro, caracterizando-se como o produto obtido pela coagulação do leite através do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, podendo ser complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas (BRASIL, 2001).

A legislação brasileira estabelece que o leite utilizado na fabricação do queijo coalho deve ser submetido à pasteurização ou a tratamento térmico equivalente (Brasil, 1996), no entanto, durante a fabricação artesanal, o produto costuma ser elaborado com leite cru, conferindo-lhe características únicas, que são percebidas pelo consumidor. Na indústria, utiliza-se o leite pasteurizado, podendo ainda ser utilizados culturas lácteas específicas, mudando as características sensoriais do produto. Desta forma, é necessário buscar maneiras de adequar os processos de fabricação artesanais ao exigido pela legislação, sem descaracterizar o produto final (ANDRADE, 2006).

O queijo coalho apresenta consistência semidura e elástica, com textura compacta e macia, podendo apresentar algumas olhaduras, possui coloração branca amarelado uniforme, sabor brando, ligeiramente ácido, lembrando massa de queijo coagulado. Possui médio a alto teor de umidade, variando de semigordo a gordo, conforme o percentual de gordura, devendo ser mantido em temperaturas não superiores a 12 °C (BRASIL, 2001). A composição físico-química do queijo pode sofrer variação em função da matéria-prima utilizada, bem como das etapas de processamento, como tratamento térmico do leite, tempo de cozimento da massa e temperatura de acondicionamento.

Desta forma, a falta de critérios da qualidade da matéria-prima e das técnicas de processamento adotadas permitem que produtos de baixa qualidade cheguem ao mercado, devido à falta de padronização, bem como às condições higiênico-sanitárias inadequadas, podendo configurar um risco para os consumidores, principalmente por ser um produto consumido comumente cru (SOUSA et al., 2014).

Devido a sua composição, alta umidade e presença de muitos nutrientes, o queijo coalho constitui-se como um produto suscetível a contaminação microbiana, representando um risco para o consumidor em virtude da veiculação de micro-organismos patogênicos, como a

Salmonella sp., *Staphylococcus* sp. e espécies de Coliformes. É necessário manter um rigoroso controle durante e após o processamento para evitar possíveis contaminações. Faz-se importante que programas de gestão de segurança de alimentos sejam implantados, como as Boas Práticas de Fabricação (BPF), que é um programa indispensável quando se trata de qualidade e segurança alimentar (FREITAS FILHO et al., 2009).

O queijo coalho é associado muitas vezes a um produto inseguro para consumo, devido a sua larga produção artesanal, onde pequenos produtores, por falta de capacitação, não fazem uso das Boas Prática de Fabricação, gerando uma certa aversão em consumidores mais atentos e preocupados com o que consomem. Essa situação requer que profissionais da área busquem alternativas para atenuar as impressões negativas. É importante desta forma, o conhecimento a respeito da composição química dos alimentos a serem consumidos, bem como, de algumas etapas do seu processamento, a fim de obter-se informações suficientes para o consumo de um alimento seguro.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar amostras de queijo coalho produzidas e comercializadas na região do Vale do Jaguaribe – CE, quanto as suas características físico-químicas, microbiológicas, funcionais e determinar o perfil de textura instrumental.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar os parâmetros físico-químicos (pH, acidez e atividade de água) e a composição centesimal das amostras (umidade, cinzas, proteínas, gordura, gordura no extrato seco, cloreto de sódio, cálcio e potássio);
- Avaliar a qualidade microbiológica através da determinação de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* sp.;
- Avaliar o perfil de textura e determinar as características funcionais;
- Comparar os resultados entre si e com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho. **Diário oficial da União**. Brasília, 16 de julho de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 11 de março de 1996.

FREITAS FILHO, R. R.; SOUSA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em Jacuti – PE. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 6, n. 8, p. 35-49, 2009.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 30-35. 2014.

Capítulo 2

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Queijo coalho

A descoberta do queijo é atribuída a diversas hipóteses, a mais difundida refere-se ao uso de sacos feitos com couro do estômago de animais, usado para armazenar e transportar o leite. O contato do leite com as enzimas presentes no couro promovia a sua coagulação, gerando uma massa branca de sabor agradável. Sugere-se que ao passar do tempo a massa foi colocada em formas, adicionada de sabores e maturada, sendo o produto resultante chamado de queijo (ANDRADE, 2006).

O queijo coalho teria surgido no Brasil por volta de 150 anos depois da colonização, na região do Nordeste brasileiro, de fabricação artesanal e que ainda hoje, mantêm-se nesse padrão, com sua produção ocorrendo na maioria das vezes em pequenas queijarias rurais (DANTAS, 2012). A origem do seu nome decorre do processo de coagulação, observado pela primeira vez, conforme aponta a história, decorrente da ação de enzimas coagulantes existentes no estômago de animais herbívoros (ANDRADE, 2006).

Os ingredientes obrigatórios na elaboração de queijo coalho são: leite integral ou padronizado a 3% (m/m) em seu conteúdo de matéria gorda; coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas. O cloreto de sódio (sal de cozinha) é um ingrediente que apesar de não obrigatório, costuma ser sempre utilizado para melhorar o sabor e auxiliar na conservação.

O queijo coalho pode ser classificado como um queijo de média a alta umidade, de massa semi cozida ou cozida, apresentando um teor de gordura no extrato seco entre 35,0% e 60,0% (BRASIL, 2001). Quando assado apresenta importantes características tecnológicas, como o não derretimento e a formação de uma crosta amarronzada, resultado da reação de Maillard no produto (FONTAN, 2013).

1.2 Matérias-primas utilizadas na fabricação de queijo coalho

1.2.1 Leite

De acordo com a Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) o leite é definido como o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais

recebe a denominação segundo a espécie da qual proceda. O leite pode ser classificado de acordo com a forma de apresentação, sendo disponibilizado na forma de leite cru refrigerado e pasteurizado, ou ainda, quanto ao teor de gordura em integral, padronizado, semidesnatado ou desnatado.

O leite é considerado um alimento nutricionalmente completo, sendo o único alimento oferecido aos mamíferos nos primeiros meses de vida. O leite é uma combinação de diversas substâncias, dentre elas lipídios, carboidratos, proteínas, sais minerais e vitaminas. Apresenta vários elementos importantes para a nutrição humana como matérias orgânicas e nitrogenadas, necessárias a constituição dos tecidos e sangue, sais minerais para a formação do esqueleto e ainda, vitaminas e fermentos lácticos, estes últimos muito favoráveis à digestão e que defendem o intestino da ação nociva de muitas bactérias patogênicas (MESQUITA et. al., 2004; OLIVEIRA, 2011).

Os componentes do leite são determinantes para a qualidade do queijo coalho obtido, desempenhando papel importante no processo de fabricação e nas propriedades do produto final. As proteínas estão entre os principais componentes do leite, devido ao seu valor nutritivo, pois além de fornecer nitrogênio e aminoácidos essenciais para o organismo humano desempenham importante papel na obtenção dos queijos. As principais proteínas do leite são as caseínas e as proteínas do soro. O teor de proteínas desempenha papel importante para coagulação, na retenção de água, no rendimento da coalhada e na maturação (BAUMAN et al., 2006; ROCHA, 2004)

A gordura do leite apresenta-se como pequenos glóbulos, contendo principalmente triglicerídeos, envolvidos por uma membrana lipoprotéica, predominando na sua composição os ácidos graxos palmítico e oleico. A gordura contribui para o rendimento, melhora a consistência e durante a maturação, confere características de sabor e aroma ao queijo. A lactose é o principal carboidrato do leite, é um dissacarídeo formado por uma molécula de glicose e galactose unidas por uma ligação glicosídica. É o componente mais constante em proporção, variando de 45 a 50 g por litro de leite. Na fabricação de queijos, a lactose ao sofrer ação de bactérias ácidos lácticas transformam-se em ácido láctico, conferindo acidez importante para o sabor e odor característico (FENAILLE, 2006; ROCHA, 2014; SILVA, 2013).

Entre os sais minerais presentes no leite, o de maior importância para o processamento do queijo coalho é o cloreto de cálcio. O cloreto de cálcio juntamente com as micelas de caseínas atua na formação da coalhada. Ressalta-se que com a pasteurização do leite, parte do cálcio solúvel é perdido, sendo necessária a adição de cloreto de cálcio para repor o

cálcio insolubilizado durante a pasteurização, aumentando a firmeza da coalhada e reduzindo o tempo de coagulação (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009).

Além das características químicas do leite empregado no processamento de queijo coalho, deve-se atentar para a sua qualidade microbiológica. As unidades processadoras de queijo devem manter a qualidade da matéria-prima, para evitar prejuízos e danos à saúde do consumidor final. Para isso devem-se adotar cuidados que devem ir desde a ordenha do leite à fabricação do queijo, com a inclusão da higienização adequada dos materiais e utensílios utilizados durante o processamento, bem como dos funcionários envolvidos no processo (lavagem correta das mãos, higiene de uniformes e botas). Ressalta-se ainda a importância sobre os conhecimentos da sanidade do rebanho de onde o leite é oriundo (DANTAS, 2012).

A qualidade do queijo coalho está diretamente relacionada a qualidade do leite utilizado no processamento. A Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001, exige que o leite a ser utilizado no processamento de queijos deverá ser higienizado por meios mecânicos adequados e submetido à pasteurização ou tratamento térmico equivalente, de modo que assegure a fosfatase alcalina residual negativa (BRASIL, 2001).

1.2.2 Coalho

Uma etapa fundamental para elaboração de queijos é a de coagulação do leite, podendo ser usado o coalho ou outros agentes coagulantes. Na fabricação do queijo coalho tradicionalmente empregava-se o coalho bovino, que consistia em adicionar ao leite fragmentos do quarto estômago (abomaso) de animais como o bezerro, com isso, as enzimas presentes nesses fragmentos promoviam a coagulação do leite. Sabe-se que o coalho é composto principalmente de duas proteinases, a quimosina que é a enzima de interesse para a indústria queijeira, dada a sua especificidade pela ligação entre os aminoácidos 105-106 da kappa-caseína e a pepsina, que é uma enzima menos específica e mais proteolítica, que está muito relacionada ao gosto amargo em queijos (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009).

O coalho bovino vem sendo substituído por um coagulante composto de quimosina pura, que é obtido através da tecnologia do DNA recombinante, que permitiu a clonagem do gene que codifica a quimosina de bezerro em células de *Escherichia coli*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, *Kluyveromyces lactics*, *A. nidulans*, *A. niger* e *Trichoderma reesei* (NEELAKANTAN; MOHANTY; KAUSSEHIK, 1999). A quimosina pura pode ser encontrada na forma líquida ou em pó, e costuma ser diluída em água não clorada antes do uso, em concentrações que variam conforme o fabricante.

1.2.3 Cloreto de Sódio

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho (BRASIL, 2001) o cloreto de sódio (sal de cozinha) configura-se como um ingrediente não obrigatório, no entanto, costuma ser sempre empregado no processamento. O cloreto de sódio é uma substância sólida branca e é empregado com o objetivo de salgar os alimentos, realçando o sabor.

No queijo coalho, a adição de cloreto de sódio não se restringe apenas a conferir sabor, atuando também no processo de cura e conservação do produto, controlando a velocidade de maturação e potencializando o sabor. Desta forma, o cloreto de sódio atua no desenvolvimento do sabor, aroma e textura do queijo, ajudando no controle da umidade, cura e conservação (ROCHA, 2004).

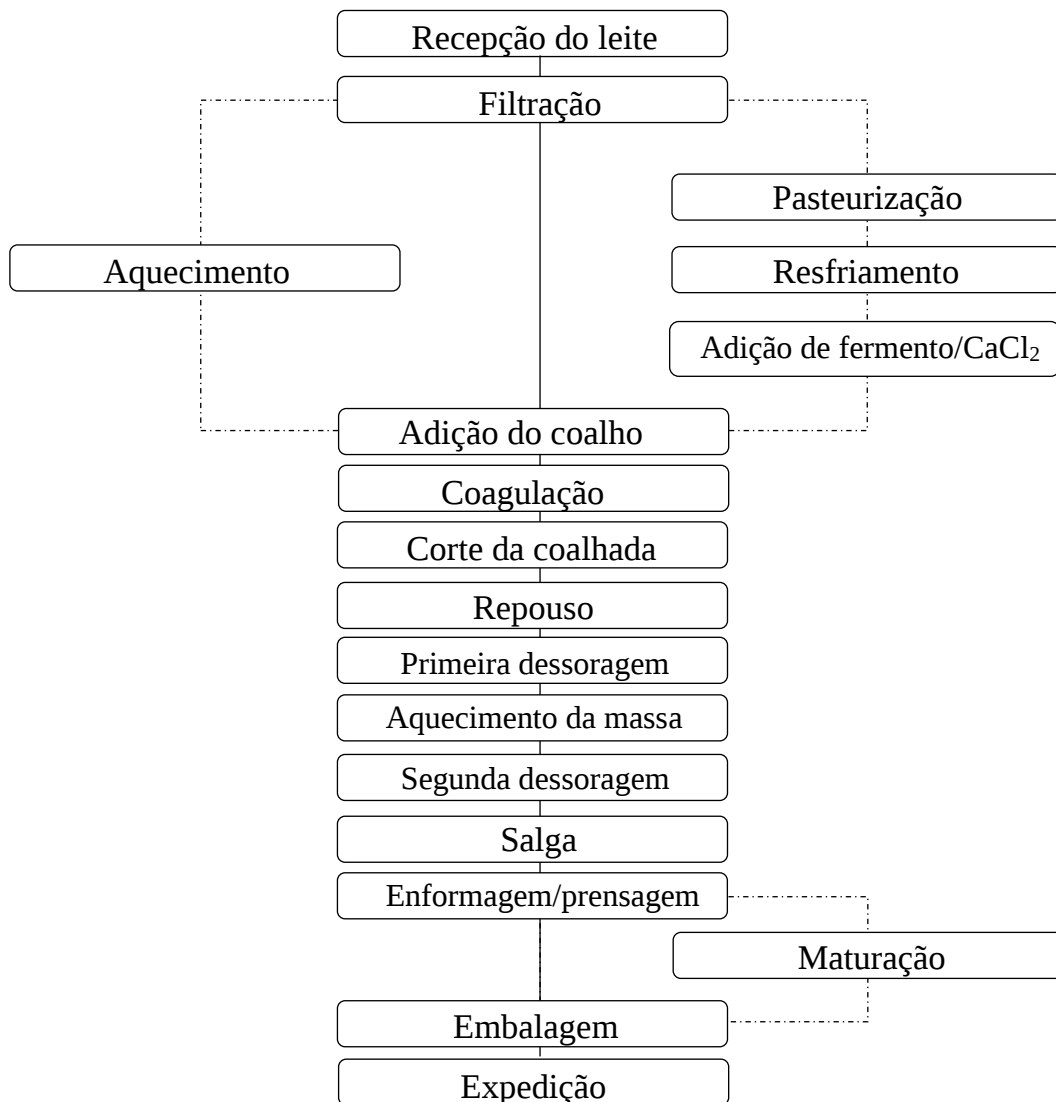
O cloreto de sódio utilizado deve apresentar boa qualidade físico-química e microbiológica, estando livre de contaminantes. O teor médio de cloreto de sódio em queijo varia entre 0,5 a 2,5%. Os métodos mais comuns de salga são no leite, na massa, em salmoura ou a seco. No queijo coalho, costuma-se realizar a salga pela adição de sal diretamente na massa (BRASIL, 2001; COSTA et al., 2004).

1.3 Processo de fabricação

No Brasil a Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) estabelece características distintivas para o processo de fabricação, com coagulação em torno de 40 minutos, corte e mexedura da massa, remoção parcial do soro, aquecimento da massa com água quente ou vapor indireto até obtenção de massa semi cozida (até 45 °C) ou cozida (entre 45 ° e 55 °C)*, adição de sal (cloreto de sódio) à massa, se for o caso, prensagem, secagem, embalagem e estocagem em temperatura média de 10 – 12 °C normalmente até 10 (dez) dias. Pode ainda ser elaborado a partir de massa crua (sem aquecimento) (BRASIL, 2001).

De maneira geral, a fabricação de queijos é basicamente um processo de concentração do leite, envolvendo etapas como coagulação, sinérese, corte da coalhada, enformagem/prensagem, salga, podendo ainda ser maturado ou não (PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009). O fluxograma geral para elaboração de queijo coalho está presente na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Fluxograma geral para elaboração de queijo coalho



Fonte: Adaptado de Nassu et al. (2001)

A primeira etapa do processamento de queijo coalho consiste na recepção do leite, etapa essencial para obtenção de um produto de qualidade. Já que as características físico-químicas e microbiológicas do leite irão influenciar diretamente nas características do produto obtido o leite deve ser imediatamente refrigerado após a ordenha, podendo ser mantido na propriedade por até 48 h em temperatura inferior a 4 °C. No momento da recepção a temperatura do leite no laticínio deve ser inferior a 7 °C. A filtração é realizada com o objetivo de retirar sujidades que possam estar presentes no leite, devendo ser realizada em equipamentos ou utensílios para este fim (BRASIL, 2002; VIDAL, 2011).

A pasteurização é uma etapa essencial para obtenção de um produto seguro para consumo, sendo exigida pela IN nº 30, de 26 de junho de 2001, a qual orienta que o leite a ser utilizado deverá ser higienizado por meios mecânicos adequados e submetido à pasteurização ou tratamento térmico equivalente, de modo que assegure a fosfatase alcalina residual negativa. Recomenda-se que a pasteurização do leite utilizado na fabricação de queijos seja realizada à temperatura de 72 °C a 75 °C durante 15 a 20 segundos (BRASIL, 2001; BRASIL, 2011).

O principal objetivo dessa etapa é eliminar as bactérias patogênicas e reduzir o nível de micro-organismos deteriorantes. No entanto, ocorre a eliminação da microbiota naturalmente presente no leite, podendo ser adicionado um cultivo iniciador (fermento), composto por bactérias lácticas, que fermentam a lactose do leite em ácido láctico. O tratamento térmico pode prejudicar a etapa de coagulação, por insolubilizar parte do cálcio solúvel, o que resulta em uma coalhada fraca. Para solucionar este problema, adiciona-se cloreto de cálcio ao leite pasteurizado, proporcionando o aumento da firmeza da coalhada e diminuição do tempo de coagulação (PAULA et al., 2009).

A coagulação é a primeira etapa para obtenção do queijo coalho, iniciando-se com a adição do coalho, que poderá ser líquido ou em pó. Deverá ser diluído em água não clorada e adicionado ao leite aos poucos, sob agitação. O coalho atua hidrolisando ligações peptídicas da caseína, transformando-a em paracaseína que precipita em presença de íons Ca^{2+} formando, então, a coalhada. Este processo depende de fatores como temperatura, pH e do teor de cálcio do leite. A temperatura ótima de ação do coalho é em torno de 40 °C, mas para evitar que a coalhada torne-se muito rígida costuma-se utilizar temperaturas ligeiramente mais baixas, em torno de 35 °C (OLIVEIRA, 2013).

Decorrido o tempo de coagulação, inicia-se o corte da massa, que consiste em fragmentá-la em pequenos grãos para facilitar a dessoragem. São utilizadas liras, que são utensílios formados por lâminas ou fios cortantes, dispostos paralelamente e igualmente distantes entre si, para promover a obtenção de grãos de tamanhos aproximados. A sinérese está diretamente relacionada ao tamanho da partícula, desta forma, quanto menor a partícula maior será a sinérese (expulsão do soro), e consequentemente a umidade do queijo será menor. Os grãos devem apresentar aproximadamente o mesmo tamanho, caso contrário a dessoragem será prejudicada, e consequentemente, a qualidade do queijo também (NASSU et al., 2006; VIDAL, 2011).

Após o corte da massa tem início o processo de aquecimento e dessoragem, nessa etapa ocorre a eliminação do soro com o surgimento de duas fases, uma de maior densidade

(massa) e outra aquosa (soro). É realizada com agitação, para evitar que os grãos da massa se precipitem de forma compacta, dificultando o processo (NASSU et al., 2006). A salga (adição de cloreto de sódio) pode ocorrer em distintos momentos da fase produtiva. Os métodos mais comuns de salga são: no leite, na massa, em salmoura e a seco. A legislação não estabelece teores mínimos e máximos para adição do cloreto de sódio, no entanto, estabelece que esse seja realizado diretamente na massa (PAULA et al., 2009). Cavalcante et al. (2007) recomendam que a quantidade de cloreto de sódio utilizado em queijo coalho é de 0,8 a 1,0%.

A etapa de enformagem/prensagem consiste em dispor a massa separada do soro em formas de tamanhos e formatos variados, com a finalidade de completar a etapa de drenagem do soro, para obtenção de uma massa contínua e homogênea. Terminada a prensagem, segue-se para etapa de maturação, que consiste em manter o queijo em ambiente com temperatura e umidade relativa controladas, a fim de promover desenvolvimento de textura, aroma e sabor, decorrentes de reações bioquímicas. O queijo deve ser maturado por um período de 5 a 10 dias, com temperatura entre 10 a 12 °C e umidade relativa do ar de 85% (BRASIL, 2001; PAULA et al., 2009; NASSU et al., 2006). Na produção artesanal é impossível seguir esta recomendação mas os queijos, nas fazendas, são colocados em prateleiras suspensas e em ambiente isento de ventilação.

A etapa final consiste em acondicionar o produto em embalagem apta quimicamente, com ou sem vácuo. Os queijos embalados devem ser mantidos em temperatura não superiores a 12 °C até o momento da expedição (BRASIL, 2001).

1.4 Composição físico-química e centesimal

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo Coalho estabelece valores referentes ao teor de umidade, devendo ser de média a alta umidade, com valores 36,0 a 54,9%, e teor de gordura no extrato seco entre 35 e 60%, caracterizando-se como um queijo semigordo a gordo. Vale ressaltar, que não estabelece valores para os demais componentes do queijo coalho como, proteínas, açúcares, cloreto de sódio, entre outros. Desta forma, é possível encontrar produtos com características físico-químicas e composição centesimal muito diferentes entre si (BRASIL, 2001; BRASIL, 2011).

Diversos pesquisadores relataram grande variabilidade na composição química de queijos, como Nassu et al. (2001) ao avaliarem 43 amostras de queijo coalho no Ceará (Tabela 2.1); Andrade (2006), ao estudar amostras de queijo coalho artesanais e industriais produzidas no Ceará, encontrou que 71,4% das amostras analisadas foram classificadas como queijos de

média umidade e 28,6%, como de alta umidade. Em relação à gordura no extrato seco, 42,96% foram classificadas como semigordo, enquanto, 57,14% foram tidas como gordos.

Tabela 2.1 - Características físico-químicas de queijo coalho produzido no estado do Ceará

Parâmetro	Mínimo	Máximo
Umidade (%)	36,37	49,53
Gordura (%)	17,77	34,27
Gordura no extrato seco (%)	34,42	56,75
Proteína (%)	20,17	29,91
Cinzas (%)	3,45	5,96
pH	5,30	6,44
Acidez (%)	0,10	2,10
Cloretos (%)	0,72	3,29

Fonte: Nassu et al. (2001).

Carvalho (2007) caracterizou o queijo coalho artesanal produzido no estado do Ceará como de médio conteúdo de umidade, baixa acidez, com pH de 6,30, elevada atividade de água e teor de NaCl de 2,88%. Desta forma, observa-se que há uma falta de padronização no processo de elaboração do queijo coalho, corroborando para oferta de produtos no mercado com características muito variadas.

1.5 Características microbiológicas

O queijo coalho apresenta alto teor de umidade e rica composição nutricional, tornando o meio propício para o desenvolvimento de micro-organismos. O Regulamento da Diretoria Colegiada RDC 12 de 02/01/2001 da ANVISA, estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, considerando para o queijo coalho NMP/g (número mais provável por grama) uma tolerância de 5×10^3 para coliformes termotolerantes e 10^3 UFC/g (unidade formadora de colônia por grama) de *Estafilococos* coagulase positiva, exigindo ausência de *Salmonella* sp. e *Listeria monocytogenes*.

Os alimentos obtidos por processos artesanais são mais propícios a contaminação, devido ao uso de matérias-primas de fontes não seguras, utensílios mal higienizados ou contaminados, elaboração em condições impróprias e armazenamento e comercialização em temperaturas inadequadas, fatores que contribuem para aumentar o risco de causarem enfermidades. O micro-organismo mais associado em contaminação de queijo coalho são os pertencentes ao grupo de coliformes (OLIVEIRA et al., 2010).

Os coliformes são micro-organismos indicadores, apontando sobre as condições de higiene adotadas no processo de fabricação. Por serem facilmente inativados por sanitizantes e serem destruídos pelo tratamento térmico, indicam falhas na etapa de higienização ou contaminação pós processamento, respectivamente. É de suma importância identificar a presença de coliformes termotolerantes em produtos derivados do leite, tanto pelo aspecto sanitário como o de saúde pública, mas destaca-se o papel destes microrganismos no processo industrial. Os coliformes metabolizam a lactose, produzindo, entre outras substâncias, ácido láctico e CO₂, que fica retido na massa dos queijos, provocando o aparecimento de pequenos buracos, também chamados de olhaduras, quando o número de coliformes é excessivo, o gás provoca o estufamento do queijo (DANTAS, 2012).

A importância do *Staphylococcus* spp. como agente etiológico nas Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) é a sua capacidade de produzir enterotoxinas, levando a quadros de intoxicação alimentar. Em geral as intoxicações são causadas quando o micro-organismo se apresenta em uma quantidade superior a 10⁵ UFC/g do alimento. O *Staphylococcus aureus* diferencia-se das outras espécies do gênero por meio do teste de coagulase, que é uma enzima produzida por esse micro-organismo capaz de coagular o plasma, estando a condição de patogenicidade relacionada a produção dessa enzima (COSTA et al., 2013). *Salmonella* sp. é responsável por graves intoxicações alimentares, por apresentar a maioria dos sorotipos patogênicos ao homem, sendo considerada uma das principais zoonoses de interesse para a saúde pública em todo o mundo, devido à sua alta endemicidade e alta morbidade. Pode ser comumente observada em queijo coalho, normalmente é encontrada no trato intestinal de animais domésticos e silvestres, especialmente aves e répteis e tem como principal veículo de disseminação os alimentos e a água (DANTAS, 2012; SANTANA et al., 2008)

Outro micro-organismo comumente associado a contaminações em queijos e produtos lácteos é a *Listeria monocytogenes*. Seu habitat natural é o meio ambiente, explicando o fato dessa bactéria ser facilmente encontrada em alimentos de origem animal e vegetal, “in natura” ou processados, o leite e seus derivados estão entre os produtos alimentícios mais frequentes. Dentre os produtos lácteos, os queijos são os mais comumente contaminados por *L. monocytogenes*, principalmente os de alta e média umidade. Isso faz com que os queijos sejam apontados como um importante veículo desse patógeno (BARANCELLI et al., 2011).

Desta forma, o queijo coalho é passível de contaminação por micro-organismos variados e indesejáveis, decorrentes de fatores como higiene inadequada durante o

processamento e utilização de matéria-prima contaminada, como no caso do processamento do queijo com leite cru. Deve-se priorizar o uso de leite pasteurizado e adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF's) para evitar surtos alimentares decorrentes do consumo de queijo coalho contaminado (VIDAL, 2011).

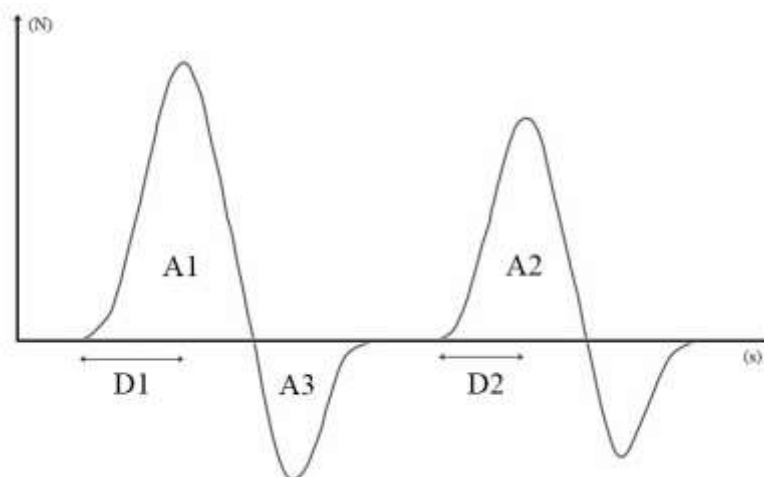
1.6 Análise instrumental do perfil de textura (TPA)

A textura é definida como a manifestação sensorial, funcional e estrutural das propriedades mecânicas e superficiais dos alimentos, que são detectadas através dos sentidos de visão, audição, tato e sinestésicas (SZCZESNIAK, 2002). A avaliação da textura em alimentos pode ser realizada através de métodos sensoriais utilizando provadores treinados ou métodos instrumentais, com o uso de equipamentos específicos para este fim, o texturômetro.

Dentre os diversos métodos de avaliação de textura instrumental, destaca-se a Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA). O princípio desse método consiste em comprimir o corpo de prova duas vezes, em um movimento alternativo que simula a ação do maxilar gerando uma curva de força x tempo (Figura 2.2), de onde são extraídos os parâmetros de textura (BOURNE, 2002).

O teste de Análise Instrumental do Perfil de Textura (TPA) consiste em colocar o corpo de prova de tamanho padrão em uma placa de base fixa de equipamento específico para análise de textura e na sequência submetê-lo a dupla compressão, comprimindo-o e aliviando-o duas vezes por um prato plano móvel paralelo ligado ao sistema de acionamento. (BOURNE, 2002). As condições do teste serão de acordo com a amostra avaliada.

Figura 2.2 - Curva padrão gerada pela análise instrumental do perfil de textura (TPA).



Fonte: Adaptado de Bourne (2002).

A partir da curva resultante os parâmetros dureza (força necessária para atingir uma dada deformação), fraturabilidade (força na ruptura da primeira compressão), coesividade (força das ligações que compõem o corpo do produto A2/A1), elasticidade (grau em que a amostra deformada volta a sua forma original após retirada a força de compressão D2/D1), adesividade (força demandada para superar as forças atraentes entre a superfície do alimento e a superfície em contato com este A3), mastigabilidade (energia necessária para desintegrar um alimento sólido até que atinja o ponto de ser engolido gomosidade x coesividade) e gomosidade (energia necessária para desintegrar um alimento semi-sólido até o ponto de ser engolido dureza x coesividade), podem ser determinados (GUNASEKARAN e AK, 2003).

1.7 Características funcionais

O queijo coalho costuma ser consumido na sua forma “in natura” ou após sofrer aquecimento, podendo ser frito ou assado. Desta forma, espera-se que o queijo apresente características específicas ao sofrer aquecimento. Os aspectos funcionais mais observados pelo consumidor são o derretimento, a liberação de óleo e a cor (MACHADO, 2010; MAMEDE, 2008).

O derretimento é definido como a capacidade das partículas do queijo fluírem e formar uma fase uniformemente derretida, que é direcionada inicialmente pela evaporação da água e fluidificação da gordura. A propriedade de derretimento é uma das características funcionais mais importantes do queijo coalho, e espera-se que o queijo coalho frito ou assado permaneça com as arestas bem definidas, sem derretimento (WANG, 2002; MACHADO, 2010).

Os fatores determinantes no derretimento do queijo, são o teor de gordura e o pH. Quanto maior o teor de gordura, maior será o derretimento durante o aquecimento. Por sua vez, o pH do queijo coalho deve ser mantido em valores mínimos de 5,8, pois em valores abaixo irá ocorrer elevado grau de desmineralização e consequentemente, derretimento e deformação quando submetido ao calor. (MACHADO, 2010).

Espera-se que ao ser submetido ao calor, o queijo coalho apresente casca escurecida, característica esta decorrente da reação de escurecimento não enzimático, conhecida como reação de Maillard. Esta reação é induzida pelo calor e ocorre entre glicídios redutores e o grupo amino de aminoácidos, peptídeos ou proteínas, resultando em produtos de cor escura conhecidos como melanoidinas. Fatores como tipo de coalho utilizado, temperatura

e tempo de exposição ao calor e umidade, interferem no escurecimento (ARAÚJO, 2008; MACHADO, 2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos Teoria e Prática**. Editora UFV. Viçosa, 4 ed., 596p. 2008.

BARANCELLI, G. V.; SILVA-CRUZ, J. V.; PORTO, E.; OLIVEIRA, C. A. F. Listeria monocytogenes: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 1, p. 155-168, 2011.

BAUMAN, D. E.; MATHER, I. H.; WALL, R. J.; LOCK, A. L. Major advances associated with the biosynthesis of milk. **Journal Dairy Science**, v. 89, n. 1 p. 1235–1243, 2006.

BOURNE, M. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2002.415p.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. **Diário oficial da União**. Brasília, 16 de julho de 2001, Seção 1, p. 13.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário oficial da União**. Brasília, 20 de setembro de 2002, Seção 1, p. 13.

CAVALCANTE, J. F. M.; ANDRADE N. J.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F.; PINTO, C. L. O.; ELARD, E. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 205-214, 2007.

COSTA, R. G. B.; LOBATO, V.; ABREU, L. R.; MAGALHÃES, F. A. R. Salga de queijo em salmoura: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 59, n. 336/338, p. 41-49, 2004.

DANTAS, D. S. **Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, PB**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2012.

FENAILLE, F.; PARISOD, V.; VISANI, P.; POPULAIRE, S. ; TABET, J. C. ; GUY, P.A. Modifications of milk constituents during processing: A preliminary benchmarking study. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 7 p.728–739, 2006.

FONTAN, G. C. R. **Queijo de coalho light: Produção, caracterização físico-química, microbiológica e reológica**. 2013. 86 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2013.

GUNASEKARAN, S.; AK, M. M. **Cheese Rheology and Texture**. CRC Press LLC, Florida, 2003, 434p.

MACHADO, G. M. **Viabilidade tecnológica do uso de ácido láctico na elaboração de queijo de coalho**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

MAMEDE, P. L. Efeito da temperatura de cozimento sobre as propriedades tecnológicas do queijo de coalho. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008).

MESQUITA, I. V. U.; COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N. Efeito da dieta na composição química e características sensoriais do leite de cabras. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 59, n. 337, p. 73-80, 2004.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. **Queijo de Coalho. Coleção Agroindústria Familiar**. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, v. 1, p. 40, 2006.

NASSU, R. T. et al **Diagnóstico das condições de processamento de produtos regionais derivados do leite no Estado do Ceará**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 28 p.

NEELAKANTAN, S.; MOHANTY, A.K.; KAUSSEHIK, J.K. Production and use of microbial enzymes for dairy processing. **Current Science**, v. 77, n. 1, p. 143 – 148. 1999.

OLIVEIRA, M. C. P. P. **Espectrofotometria no infravermelho por metodologia FTIR (Fourier Transform Infrared): validação da análise do teor de ureia e de outros**

parâmetros de qualidade do leite. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

OLIVEIRA, M. E. G. **Queijo de coalho caprino adicionado de bactérias lácticas: elaboração, caracterização e avaliação in vitro de potencial probiótico.** 2013. 152 f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 19-25, 2009.

ROCHA, A. M. P. **Controle de fungos durante a maturação de queijo minas padrão.** 2004. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, À. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p. 1517-1522, 2008.

SILVA, H. C. Concentração do leite por nanofiltração, produção do queijo tipo coalho e caracterização tecnológica. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SZCZESNIAK, A.S. Texture Profile Analysis- Methodology interpretation clarified, **Journal Food Science**, v. 60, n. 6, p. vii, 1995.

VIDAL, R. H. L. **Diagnóstico regional do processo de queijo coalho comercializado em Natal/RN.** 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

WANG, H. H.; SUN, D. W. Melting characteristics of cheese: analysis of effects of cooking conditions using computer vision technology. **Journal of Food Engineering**, v. 51, p. 305-310, 2002.

Capítulo 3

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE QUEIJO COALHO PRODUZIDO NA REGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE – CE

1 INTRODUÇÃO

O queijo coalho é o produto oriundo da coagulação do leite através do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, podendo ser complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas (BRASIL, 2001). É um produto típico da região nordeste, sendo consumido de formas variadas, como no estado do Ceará, que é um ingrediente corriqueiro da culinária local.

A produção queijeira no Ceará compreende médias empresas que são fiscalizadas por órgãos oficiais, e pequenas queijarias, que localizam-se principalmente no meio rural e muitas vezes não são reconhecidas por órgãos oficiais de fiscalização, configurando-se como uma atividade socioeconômica importante para subsistência de muitas famílias, que produzem o queijo coalho utilizando técnicas artesanais. Desta forma, há uma grande variação nas técnicas adotadas entre diferentes fabricantes, ofertando no mercado produtos com características variáveis (NASSU et al., 2001).

Mesmo apresentando importância econômica e grande popularidade, a fabricação de queijo coalho muitas vezes não conta com tecnologia apropriada para a melhoria de sua qualidade. Desta forma, é necessário que o processo tradicional, geralmente artesanal e a partir de leite cru, acompanhe as novas técnicas queijeiras mediante modificações já utilizadas na tecnologia de outros queijos nacionais (FREITAS FILHO et al., 2009).

Devido à falta de padronização e condições higiênicas satisfatórias nas etapas de obtenção do queijo coalho, este é tido muitas vezes como um alimento inseguro para consumo, estando associado a um produto de baixa qualidade. A utilização de leite cru, bem como de técnicas precárias de fabricação no processamento de queijo coalho representam um risco em potencial para o consumidor devido à possibilidade de veiculação de micro-organismos patogênicos, como a *Salmonella* sp. e o *Staphylococcus aureus* e micro-organismos do grupo coliformes (SOUSA et al., 2014).

A presença de micro-organismos patogênicos ou deteriorantes em queijo coalho representam um risco para a integridade dos seus consumidores, e afetam ainda as características físico-químicas do mesmo. Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar as características microbiológicas e físico-químicas e de queijo coalho produzidos na região do Vale do Jaguaribe – Ce.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem

Em um levantamento das queijarias localizadas na região do Vale do Jaguaribe foram listadas 76 queijarias distribuídas pelas seguintes cidades: Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Tabuleiro do Norte, Russas e Ibicuitinga. Para a coleta das amostras das queijarias utilizou-se a Equação 1 para calcular o número de amostras de uma população finita.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot N(1 - P)}{\varepsilon_r^2 \cdot P(N - 1) + Z_{\alpha/2}^2 (1 - P)} \quad \text{Equação 1}$$

onde: $Z_{\alpha/2}^2$ equivale ao nível de confiança; N equivale ao tamanho da população; P indica a proporção e ε_r^2 corresponde a margem de erro.

Foram selecionadas amostras de 22 queijarias diferentes, estas foram divididas em três grupos: Grupo 1: Morada Nova; Grupo 2: Limoeiro do Norte, Russas, Tabuleiro do Norte e Ibicuitinga e Grupo 3: Jaguaribe. A partir do cálculo da amostra estratificada determinou-se o número de amostras por grupo, a fim de obter valores de mesma proporção. Desta forma, foram coletadas de forma aleatória 7 amostras de Morada Nova (grupo 1), 4 amostras do conjunto de cidades Limoeiro do Norte, Russas, Tabuleiro do Norte e Ibicuitinga (grupo 2) e 11 amostras de Jaguaribe (grupo 3). Todas as amostras foram adquiridas em triplicata nos seus respectivos pontos de vendas. As amostras foram compradas e acondicionadas em caixas térmicas e foram imediatamente encaminhadas para o IFCE *Campus* Limoeiro do Norte para início das avaliações microbiológicas e físico-químicas.

2.2 Caracterização e preparo das amostras

Das 22 amostras de queijo coalho coletadas uma apresentava o Selo de Inspeção Federal (S.I.F), cinco o Selo de Inspeção Estadual (S.I.E) e as demais não apresentavam selo de inspeção. Em relação a embalagem nos pontos de venda, nove amostras estavam embaladas à vácuo, doze amostras estavam expostas sem nenhum tipo de embalagem e 01 uma amostra encontrava-se embalada em filme PVC. Apenas uma amostra estava sendo comercializada em temperatura ambiente (± 30 °C) e as demais em temperatura de refrigeração (< 10 °C).

As amostras foram retiradas de suas embalagens originais apenas em câmara de fluxo laminar no momento da realização das análises microbiológicas, para as determinações físico-químicas as mesmas foram inicialmente cortadas em cubos, trituradas e homogeneizadas em um mini processador de alimentos (marca Mallory). Em seguida, foram acondicionadas em embalagens plásticas com tampa, armazenadas sob refrigeração (< 10 °C) até o momento das análises.

2.3 Caracterização microbiológica

Foram realizadas as determinações de coliformes termotolerantes, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* sp. conforme recomendações da Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos.

Na determinação de coliformes termotolerantes utilizou-se 10 g de amostra diluída em solução salina 0,85% com obtenção de diluições 10^{-1} à 10^{-3} . O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de 1 mL de cada diluição em tubos com caldo lactosado a 35 °C por 48 horas. Transferiu-se uma alçada dos tubos com fermentação para tubos contendo caldo verde bile brilhante e levados para estufa a 35 °C por 48 horas. Os tubos positivos foram semeados em tubos com caldo EC a 45 °C por 24 horas, realizou-se a contagem dos tubos positivos para determinação do número de coliformes termotolerantes (NMP/g) (SIQUEIRA, 1995).

A quantificação de *Staphylococcus aureus* foi realizada através da inoculação de 1 mL das diluições citadas no parágrafo anterior em placas Petrifilm 3M™ com a posterior incubação em estufa a 35 °C por 24 horas. Realizou-se a enumeração das colônias típicas (vermelho-violeta) e os resultados expressos em unidade formadora de colônia por grama (UFC/g).

Para a pesquisa de *Salmonella* sp., pesou-se 25 g de amostra em 225 mL de caldo lactosado, incubando-o em estufa a 35 °C por 24h. 1 mL do caldo lactosado foi transferido para tubos com 10 mL de caldo rappaport-vassiliadis (RV), este foi levado para estufa a 35 °C por

24 horas. Após esse período, realizou-se o plaqueamento em placas de ágar hectoen (HE) e ágar verde brilhante (VB) a 35 °C por 24 horas. As placas que apresentaram crescimento de colônias tiveram uma alíquota transferida para tubos inclinados com ágar lisina ferro (LIA) e ágar tríplice açúcar ferro (TSI) e incubou-se a 35 °C por 24 horas, observou-se o surgimento de reação típica de *Salmonella* sp (SIQUEIRA, 1995).

2.4 Caracterização físico-química

2.4.1 pH

A determinação do pH foi realizada em potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments®) calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Pesou-se 10 g da amostra, adicionou-se 100 mL de água destilada e homogeneizou-se para a realização da leitura.

2.4.2 Acidez titulável

A acidez foi determinada através do método titulométrico. Pesou-se 10 g da amostra e adicionou-se 50 mL de água destilada morna, agitou-se com um bastão de vidro e em seguida foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL e aferido. Uma alíquota de 50 mL foi retirada e acrescido de 3 gotas de solução alcoólica fenolftaleína 1% e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até leve coloração rósea. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico (BRASIL, 2006).

2.4.3 Atividade de água

A determinação da atividade de água foi realizada através do aparelho Decagon Aqualab Lite®. A preparação da amostra e a utilização do aparelho foram realizadas conforme instruções descritas no manual de operação.

2.5 Análise estatística

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) para testar a diferença entre os resultados. Para comparação das médias foi aplicado teste de Tukey ($p < 0,05$) através do programa STATÍSTICA 7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química

As amostras apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para todos os parâmetros avaliados (Tabela 3.1). O pH das amostras variou de 5,55 a 6,73, com as amostras P e A apresentando o menor e maior valor, respectivamente. A determinação do pH é importante para caracterização de queijos devido a sua influência na textura, atividade microbiana e maturação, onde ocorre reações químicas catalisadas por enzimas que são provenientes do coalho e da microbiota que depende do pH (ANDRADE, 2006).

Tabela 3.1 - Resultados das análises físico-químicas de queijos coalho produzidos na Região do Vale do Jaguaribe – Ce.

Amostras	pH*	Acidez (% de ácido láctico) *	Atividade de água
A	6,73 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,01 ^{de}	0,581 ± 0,56 ^{abcdefg}
B	6,58 ± 0,03 ^{ab}	0,07 ± 0,00 ^{de}	0,619 ± 0,35 ^{abc}
C	6,20 ± 0,25 ^{bcde}	0,15 ± 0,05 ^{bc}	0,633 ± 0,15 ^{ab}
D	5,70 ± 0,19 ^{fgh}	0,25 ± 0,05 ^a	0,655 ± 0,25 ^a
E	6,47 ± 0,02 ^{abc}	0,06 ± 0,01 ^{de}	0,605 ± 0,10 ^a
F	6,21 ± 0,04 ^{bcde}	0,06 ± 0,00 ^{de}	0,605 ± 0,64 ^{abcd}
G	5,61 ± 0,05 ^{gh}	0,15 ± 0,02 ^{bc}	0,570 ± 0,25 ^{abcdefg}
H	6,04 ± 0,19 ^{defg}	0,09 ± 0,05 ^{cde}	0,504 ± 0,40 ^{fghi}
I	5,71 ± 0,05 ^{fgh}	0,16 ± 0,01 ^{bc}	0,496 ± 0,47 ^{ghi}
J	5,90 ± 0,05 ^{efgh}	0,10 ± 0,02 ^{bcd}	0,437 ± 0,35 ⁱ
K	6,55 ± 0,01 ^{ab}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,461 ± 0,64 ^{ij}
L	6,34 ± 0,02 ^{abcd}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,534 ± 0,51 ^{cdefgh}
M	5,90 ± 0,07 ^{efgh}	0,09 ± 0,03 ^{bcde}	0,547 ± 1,20 ^{cbdefgh}
N	6,48 ± 0,10 ^{abc}	0,03 ± 0,01 ^e	0,548 ± 0,85 ^{cbdefgh}
O	6,44 ± 0,07 ^{abcd}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,523 ± 0,44 ^{defghi}
P	5,55 ± 0,33 ^h	0,09 ± 0,03 ^{bcde}	0,549 ± 0,72 ^{bcdefgh}
Q	5,64 ± 0,12 ^{fgh}	0,07 ± 0,01 ^{de}	0,551 ± 0,65 ^{bcdefgh}
R	6,04 ± 0,26 ^{defg}	0,08 ± 0,02 ^{de}	0,511 ± 1,91 ^{efghi}
S	6,32 ± 0,06 ^{abcd}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,571 ± 0,74 ^{abcdefg}
T	6,23 ± 0,04 ^{bcde}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,588 ± 0,98 ^{abcdef}
U	6,43 ± 0,08 ^{abcd}	0,05 ± 0,01 ^{de}	0,596 ± 0,50 ^{abcde}
V	6,06 ± 0,22 ^{cdef}	0,08 ± 0,02 ^{de}	0,618 ± 0,35 ^{abc}

*Resultados expressos em médias (n=3) seguidos de desvio padrão.

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente, ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey.

Os valores de pH encontrados no presente estudo encontram-se em conformidade com o relatado por outros autores. Sousa et al. (2014) encontraram valores de pH variando de 5,18 a 6,23 ao analisar amostras de queijo coalho comercializados em diferentes estados do

Nordeste brasileiro. Santos et al. (2011), estudando queijo coalho elaborado com mistura de leite de cabra com leite bovino, encontraram valores 5,61 e 6,48; Freitas et al. (2013) encontraram valores que variaram entre 4,80 a 5,60 em amostras de queijo coalho artesanal produzido no estado da Paraíba. Freitas Filho et al. (2009) ao analisarem queijo coalho artesanal produzido em Pernambuco, encontraram valores entre 5,27 e 5,85. De acordo com Munck (2004), o queijo apresenta um pH alto, em torno 5,7, quando se utiliza fermento no processamento, podendo chegar até 6,5, sem a utilização de fermento no processamento.

Os resultados percentuais obtidos para o parâmetro acidez variaram de 0,03% a 0,25% de ácido láctico. A acidez decorre da produção de ácido láctico a partir da degradação da lactose pelas bactérias e apresenta influência direta no pH. Silva et al. (2010), ao analisarem amostras de queijo coalho oriundos de diferentes laticínios encontraram valores para acidez entre 0,34% e 0,43% de ácido láctico. Vidal (2011) encontrou valores para queijo coalho artesanal e industrial variando de 0,08 % a 0,59%.

Observa-se que diferentes autores encontraram percentuais distintos para o parâmetro acidez. A variação da acidez quanto aos valores encontrados na literatura pode estar relacionada à matéria-prima utilizada na elaboração dos queijos, bem como a presença de coliformes termotolerantes, que metabolizam a lactose em ácido láctico.

A atividade de água (A_w) varia entre 0,437 e 0,655. A A_w refere-se a água livre presente no alimento, ou seja, disponível para reações bioquímica e crescimento microbiano, desta forma, quanto maior a A_w maior a perecibilidade do alimento. Os valores de A_w encontrados no presente estudo, estão abaixo do relatado por outros autores, como Santos et al. (2011) que encontraram valores de 0,980 e 0,970, Andrade (2006) que relatou valores 0,944 a 0,979, Sousa et al. (2014) que encontraram valores de 0,890 a 0,960. Ressalta-se que valores muito altos de A_w tornam os queijos mais susceptíveis a proliferação microbiana.

3.2 Caracterização microbiológica

Os valores encontrados para coliformes termotolerantes variaram de < 3 a $8,13 \times 10^2$ NMP/g, respectivos as amostras F e B (Tabela 2). A Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece valores máximos de 5×10^3 NMP/g para queijo de média umidade, desta forma, observa-se que todas as amostras apresentaram-se em conformidade com o estabelecido pela legislação vigente. Ressalta-se que a presença de coliformes termotolerantes indicam condições precárias de higiene durante as etapas de processamento e comercialização do produto.

A presença elevada de coliformes termotolerantes indica contaminação por material de origem fecal recente, podendo ser em decorrência de leite contaminado devido ordenha inadequada (VIDAL, 2011). A presença de coliformes termotolerantes pode indicar pasteurização ineficaz, bem como contaminação pós processamento, em decorrência de utensílios mal higienizados e falta de práticas higiênicas adequadas por parte dos manipuladores.

Tabela 3.2 - Caracterização microbiológica de queijo coalho produzidos na Região do Vale do Jaguaribe – Ce.

Amostras	Coliformes Termotolerantes (NMP/g)*	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)*	<i>Salmonella</i> sp. (25g)
A	1,00x10	2,06x10 ⁴	Ausência
B	8,13x10 ²	2,77x10 ⁵	Ausência
C	2,10x10	5,60x10 ⁴	Ausência
D	5,27x10 ²	5,90x10 ³	Ausência
E	2,80x10	7,40x10 ⁴	Ausência
F	<3	< 10 ³	Ausência
G	1,70x10	6,03x10 ⁴	Ausência
H	1,60x10	<103 10 ³	Ausência
I	3	7,03x10 ⁴	Ausência
J	8	2,23x10 ³	Ausência
K	1,40x10	6,30x10 ⁵	Ausência
L	3,16x10 ²	4,46x10 ⁴	Ausência
M	2,03x10 ²	8,90x10 ⁵	Ausência
N	1	1,33x10 ²	Ausência
O	1,00x10	7,63x10 ³	Ausência
P	5	1,66x10 ⁵	Ausência
Q	2,80x10	3,90x10 ⁴	Ausência
R	7	8,66x10 ²	Ausência
S	1,70x10	1,56x10 ⁵	Ausência
T	5	9,26x10 ⁴	Ausência
U	5,20x10	4,93x10 ⁴	Ausência
V	7	2,68x10 ⁴	Ausência
**Limite máx.	5 x 10 ³	10 ³	Ausência

*Resultados expressos em médias.

**Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001)

Dias et al. (2015) avaliando amostras de queijo coalho no norte do Piauí, encontraram 67,8% das amostras acima do estabelecido pela legislação em relação ao teor de coliformes termotolerantes. Santana et al. (2008) ao analisarem amostras de queijo coalho comercializadas em Aracaju – SE encontraram 93,3% das amostras inadequadas para consumo, por apresentarem limites superiores ao estabelecido pela legislação.

Em relação a quantificação de *Staphylococcus aureus* observa-se que apenas as amostras F, H, N e R apresentaram-se em conformidade com a legislação vigente, as demais apresentaram valores superiores ao estabelecido pela RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), estando inadequadas para comercialização e consumo.

Das quatro amostras que apresentaram valores abaixo do limite exigido pela legislação vigente, a amostra F possui o Selo de Inspeção Federal (S.I.F), a amostra H e R possuem o Selo de Inspeção Estadual (S.I.E) e a amostra N não possui selo de inspeção. No entanto, das demais amostras três possuem o S.I.E e mesmo assim apresentaram-se inadequadas para comercialização, sugerindo falhas no processo de fiscalização das queijarias da região.

Silva et al. (2010) ao caracterizarem amostras de queijo coalho obtiveram todas as amostras com contagens de *Staphylococcus aureus* acima do aceitável pela legislação vigente (BRASIL, 2001). Sousa et al. (2014) ao analisarem amostras de queijo coalho comercializados em estados do Nordeste, relataram que 98,15% das amostras de queijos de coalho artesanais estavam fora do padrão, e que 92% das amostras de queijos coalho industrial com inspeção, estadual ou federal, também estavam fora do padrão estabelecido pela legislação vigente.

Os *Staphylococcus aureus* são destruídos durante a etapa de pasteurização, desta forma, a presença desses micro-organismos nas amostras avaliadas podem indicar que os queijos foram elaborados com leite cru, pasteurização ineficiente ou contaminação pós-processamento. Os *Staphylococcus* são micro-organismos que podem ser encontrados na pele, mucosas, trato respiratório superior e no intestino humano (FACHINELLO; CASARIL, 2013), estando a sua presença em alimentos associadas a manipulação inadequada do produto, uma vez que os manipuladores representam um dos principais meios de transmissão desses micro-organismos. As amostras que apresentam elevadas contagens de *Staphylococcus aureus* configuram-se um risco para os consumidores, podendo conter enterotoxinas estafilocócicas que causam intoxicações.

Outro fator que pode ter contribuído para as elevadas contagens de *Staphylococcus aureus* nas amostras avaliadas no presente estudo, refere-se a forma de comercialização dessas amostras, 54,5% das amostras analisadas estavam sendo comercializadas sem embalagem primária, dispostas em freezers expositores, apenas no ato da compra estes eram envoltos em sacos plásticos.

Todas as amostras analisadas apresentaram ausência de *Salmonella* sp. Conforme Silva et al. (2010) a ausência de *Salmonella* sp. nas amostras avaliadas pode ser em decorrência de microbiota natural, como as bactérias lácticas que podem atuar inibindo o desenvolvimento

de micro-organismo patogênicos por competição ou produção de substâncias antagônicas, que em decorrência da quantidade e tipo de substância produzida por essas bactérias nas amostras, pode não ter sido suficiente para inibir o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* que normalmente encontra-se em elevado número.

4 CONCLUSÃO

Os resultados das análises físico-químicas das amostras estudadas apresentaram diferenças entre si, que podem ser resultados dos processos de fabricação adotados pelas diversas queijarias. Em relação a avaliação microbiológica, conclui-se que 82% das amostras avaliadas estão impróprias para consumo, por apresentar contagens de *Staphylococcus aureus* acima do limite máximo de 10^3 UFC/g permitido pela legislação.

Desta forma, observa-se que há a necessidade de fiscalização mais rigorosa nas queijarias da região, uma vez que, apresentam indícios de práticas higiênico-sanitárias inadequadas durante o processamento do queijo coalho, fornecendo ao mercado local produtos que configuram um risco para os seus consumidores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga. **Diário oficial da União**. Brasília, 16 de julho de 2001, Seção 1, p. 13.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006. Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos - Produtos Lácteos. **Diário oficial da União**. Brasília, 14 de dezembro de 2006.

DIAS, J. N.; FONTINELE, L. L.; MACHADO, S. M. O.; OLIVEIRA, J. S.; FERREIRA, G. P.; PEREIRA, A. C. T. C. Avaliação das condições higienico-sanitárias de leite cru e queijo coalho comercializados em mercados públicos no norte do Piauí. **Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 2, p. 277-284, 2015.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Pública Hoje**, v.18, n.1, p.115–146, 2009.

FREITAS FILHO, J. R.; FILHO, J. S. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em Jucati – PE. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 6, n. 8, p.35-49, 2009.

FREITAS FILHO, R. R.; SOUSA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em Jacuti – PE. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 6, n. 8, p. 35-49, 2009.

MUNCK, A.V. Queijo de Coalho – Princípios básicos da fabricação (Palestra). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.59, n.339, p.13-15, 2004.

NASSU, R. T.; LIMA, J. R; BASTOS, M. S. R.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Diagnóstico das condições de processamento de queijo de coalho e manteiga da terra no estado do Ceará. **Higiene alimentar**, v.15, n.89, p.28-36, 2001.

SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, À. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p.1517-1522, 2008.

SILVA, M. C. D.; RAMOS, A. C. S.; MORENO, I.; MORAES, J. O. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo coalho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 214-221, 2010.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do Nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 1, p. 30-35. 2014.

VIDAL, R. H. L. **Diagnóstico regional do processo de queijo coalho comercializado em Natal/RN**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

Capítulo 4

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, PERFIL DE TEXTURA INSTRUMENTAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE QUEIJO COALHO PRODUZIDOS NA REGIÃO DO VALE DO JAGUARIBE – CE

1 INTRODUÇÃO

O queijo coalho é um produto tipicamente brasileiro, que surgiu na região Nordeste com a chegada do gado bovino trazido pelos portugueses. A origem do nome é devido ao uso de enzimas presentes no estômago de animais herbívoros no processo de coagulação (ANDRADE, 2006; DANTAS, 2012). A Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2001 (BRASIL, 2001) estabelece padrões de identidade e qualidade para queijo coalho, no entanto, são estabelecidos limites apenas para gordura no extrato seco (GES), devendo ser de 35 a 60%.

O teor de umidade do queijo coalho deve obedecer o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996) que estabelece uma faixa de 36,0 a 54,9% de umidade, os demais parâmetros referentes a composição centesimal não são determinados por legislação, este fator contribui para grande variabilidade nas características desse produto oriundo de diferentes fabricantes. Além disso, por não apresentar padronização no seu processo de fabricação no Nordeste, em geral, as técnicas de produção provêm de tradições artesanais, o que resulta em diversificação da metodologia para a manufatura do queijo de coalho. (NASSU et al., 2001).

A composição do leite empregado e as diferenças nas técnicas de produção irão influenciar na composição centesimal dos queijos, bem como na sua textura e propriedades funcionais. A textura do queijo coalho é descrita muitas vezes como “borrachenta”, contudo, a definição de “borrachento” dado ao queijo Coalho é bastante subjetiva, além do que, é uma característica que irá depender do processo de fabricação a percepção do consumidor, além dos hábitos de consumo da região (FOGAÇA, 2014).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). A textura pode ser avaliada através de métodos sensoriais e

instrumentais, que devido a praticidade costumam ser mais empregados em indústrias de alimentos.

Entre as propriedades funcionais do queijo coalho está a capacidade de derretimento, que refere-se a passagem do estado sólido ao “semilíquido” durante aquecimento. É uma propriedade tecnológica de muita importância em se tratando de queijo coalho, uma vez que, este alimento é muito consumido assado, portanto, espera-se que apresente baixa capacidade de derretimento (BUZATO, 2011; MACHADO, 2010).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar a composição centesimal, perfil instrumental de textura e propriedades funcionais de queijo coalho produzido e comercializado na região do Vale do Jaguaribe – Ce.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem

Através de um levantamento das queijarias localizadas na região do Vale do Jaguaribe foram encontradas, ao todo, 76 queijarias distribuídas pelas cidades de Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Tabuleiro do Norte, Russas e Ibicuitinga. Por meio da fórmula para determinação do número de amostra em uma população finita (Equação 1) foi determinado o número de mostras por queijaria a serem analisadas.

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot N(1 - P)}{\varepsilon_r^2 \cdot P(N - 1) + Z_{\alpha/2}^2(1 - P)} \quad (1)$$

onde: $Z_{\alpha/2}^2$ equivale ao nível de confiança; N equivale ao tamanho da população; P indica a proporção e ε_r^2 corresponde a margem de erro.

Foram selecionadas amostras de 22 queijarias diferentes, estas foram divididas em três grupos: Grupo 1: Morada Nova; Grupo 2: Limoeiro do Norte, Russas, Tabuleiro do Norte e Ibicuitinga e Grupo 3: Jaguaribe. A partir do cálculo da amostra estratificada determinou-se o número de amostras por grupo, a fim de obter valores de mesma proporção. Desta forma, foram coletadas de forma aleatória 7 amostras de Morada Nova (grupo 1), 4 amostras do conjunto de cidades Limoeiro do Norte, Russas, Tabuleiro do Norte e Ibicuitinga (grupo 2) e 11 amostras de Jaguaribe (grupo 3). Todas as amostras foram adquiridas em triplicata nos seus respectivos pontos de vendas, as amostras foram compradas e acondicionadas em caixas

térmicas e foram imediatamente encaminhadas para o IFCE *Campus* Limoeiro do Norte para início das análises.

2.2 Caracterização e preparo das amostras

Das 22 amostras de queijo coalho coletadas 1 apresentava o Selo de Inspeção Federal (S.I.F), 5 o Selo de Inspeção Estadual (S.I.E) e as demais não apresentavam selo de inspeção. Em relação a embalagem nos pontos de venda, 9 amostras estavam embaladas à vácuo, 12 amostras estavam expostas sem nenhum tipo de embalagem e 1 amostra encontrava-se embalada em filme PVC. Apenas 1 amostra estava sendo comercializada em temperatura ambiente (± 30 °C) e as demais em temperatura de refrigeração (< 10 °C).

Para as determinações de composição centesimal as amostras foram inicialmente cortadas em cubos, trituradas e homogeneizadas em um mini processador de alimentos (marca Mallory). Em seguida, foram acondicionadas em embalagens plásticas com tampa, armazenadas sob refrigeração (< 10 °C) até o momento das análises.

2.3 Caracterização da composição centesimal

2.3.1 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por gravimetria. Pesaram-se 3 g de amostra em cápsulas de alumínio e levou-se para aquecimento em estufa a 105 °C por 6 horas. Após essa etapa, as cápsulas foram colocadas em dessecador até alcançar temperatura ambiente e, logo após, pesadas até peso constante e os resultados expressos em porcentagem (IAL, 2008).

2.3.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por meio do método gravimétrico, onde 3 g da amostra foram incineradas em cadinho e colocadas em forno mufla (Marca Electro Therm-Linn) a 550 °C até completa calcinação. Logo em seguida, a amostra foi colocada em estufa a 105 °C por 1 hora, levada para dessecador até atingir a temperatura ambiente e procedeu-se a pesagem até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem (IAL, 2008).

2.3.3 Proteínas

O teor proteico foi obtido pela determinação do teor de nitrogênio total, por destilação em aparelho microKjeldahl, usando o fator de conversão 6,38, específico para produtos lácteos, os resultados foram expressos em porcentagem (IAL, 2008).

2.3.4 Gordura

Para determinação de gordura utilizou-se o método de Gerber com o uso de butirômetro específico para queijos. Pesou-se 3 g de amostra no copo do butirômetro e ao adapta-lo foram adicionados 5 mL de água morna, 10 mL de ácido sulfúrico, 1 mL de álcool isoamílico e água morna até completar o volume, Agitou-se e centrifugou-se. O resultado foi lido na escala do butirômetro e expresso em porcentagem (IAL, 2008).

2.3.5 Gordura no extrato seco (GES)

Os resultados da gordura no extrato seco das amostras de queijo coalho foram obtidos através da Equação 2.

$$\%GES = \frac{\%gordura}{\%extrato\ seco\ total} \times 100 \quad (2)$$

2.3.6 Sódio, potássio e cálcio

O teor de sódio e potássio nas amostras de queijo coalho foram determinadas pelo método de fotometria de chama. A determinação de cálcio foi através de espectrofotometria de absorção atômica seguindo recomendações de Malavolta (1989).

2.4 Caracterização do perfil de textura instrumental (TPA)

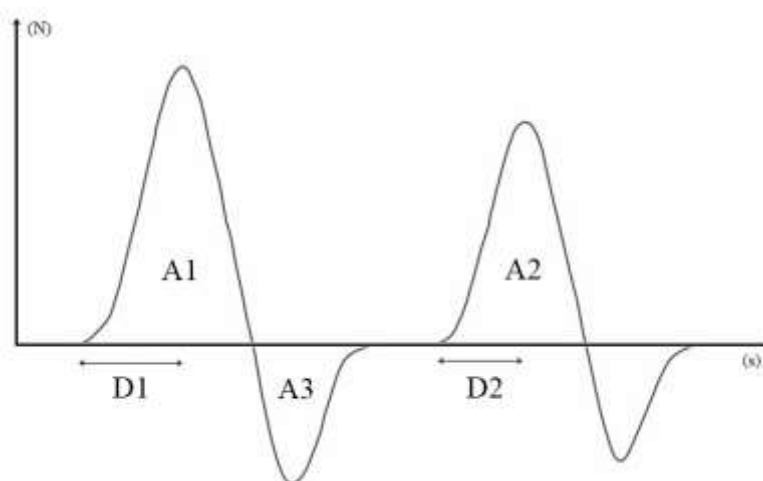
Para avaliação do perfil de textura instrumental (TPA) foram retirados corpos de provas cilíndricos de 20 mm de diâmetro por 27 mm de altura das amostras, com o uso de um cortador metálico fabricado especialmente para este fim. Os corpos de provas foram embalados em filme PVC e levados para refrigeração (<10 °C) por 1 hora antes dos ensaios mecânicos, com a finalidade de uniformizar a temperatura entre as amostras.

As amostras foram submetidas a ensaios de TPA (Texture Profile Analysis) em um analisador de textura TA.XT EXPRESS (Stable Micro Systems) equipado com uma célula de 10 kg. Os parâmetros dos testes seguiram os mesmos adotados por Silva (2013) para os testes

de TPA: velocidade de pré-teste: 1,0 mm/s, velocidade de teste: 2,0 mm/s e velocidade de pós teste: 2,0 mm/s; 45% de compressão e um período de repouso de 5 segundos entre os dois ciclos; força de gatilho (trigger) 1,0 N, e taxa de aquisição de dados de 200 pontos por segundo. Para comprimir as amostras utilizou-se um cilindro de aço inoxidável (probe) de 36 mm de diâmetro (SMS P/36 R). A programação dos testes e coleta de dados foram realizadas pelo programa computacional EXPONENT LITE EXPRESS (Stable Micro Systems).

A partir da curva obtida (força x tempo) foram calculados os resultados para dureza, mastigabilidade, coesividade e elasticidade conforme Bourne (2002).

Figura 4.2 - Curva padrão gerada pela análise instrumental do perfil de textura (TPA).



Fonte: Adaptado de Bourne (2002).

A dureza foi determinada pela força necessária para atingir uma certa deformação. De acordo com a Figura 4.2 foram determinados a mastigabilidade através do produto dos valores representados por A1 e A2. Os resultados para coesidade foram obtidos através do quociente dos valores representados por A2 e A1. A elasticidade foi determinada através do quociente dos valores representados por D2 e D1.

2.5 Avaliação do pH e das propriedades funcionais

2.5.1 pH

A determinação do pH foi realizada em potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments®) calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. Pesou-se 10 g da amostra, adicionou-se 100 mL de água destilada e homogeneizou-se para a realização da leitura.

2.5.2 Capacidade de derretimento

A capacidade de derretimentos das amostras de queijo coalho foram determinadas através de método Schreiber's modificado, descrito por Kosikowski e Mistry (1997). O método consistiu em retirar da peça de queijo um cilindro de 36 mm de diâmetro. Com o auxílio de um fatiador, foram obtidos discos com 7 mm de espessura. Utilizou-se quatro fatias, obtidas da região mais interna da peça, sendo cada uma colocada no centro de uma placa de Petri, divididas com quatro linhas dispostas em ângulos de 45°. Os quatro diâmetros foram medidos e então as amostras foram deixadas em temperatura ambiente durante 30 minutos, em seguida foram levadas para estufa a 107 °C por 7 minutos. Logo após, foram deixadas novamente em temperatura ambiente durante 30 minutos e os diâmetros de cada amostra derretida foram medidos novamente (D_f).

Foram calculadas as médias dos diâmetros e a partir desta, obteve-se a porcentagem de derretimento das amostras de queijo, de acordo com a Equação 3:

$$CD\% = \frac{D_f - D_i}{D_i} \times 100 \quad (3)$$

onde: D_i equivale ao diâmetro médio inicial da amostra (pré-derretimento) e D_f equivale ao diâmetro médio final da amostra (pós-derretimento).

2.5.3 Cor

A determinação da cor foi realizada através de colorímetro digital (HunterLab-BrasEq) e a leitura feita diretamente sobre a superfície da amostra, a partir da emissão de um feixe de luz da lente do colorímetro, medido por refletância. Os resultados foram de acordo com as coordenadas CIE lab que incluem as variáveis L^* , a^* e b^* , a coordenada L^* corresponde a luminosidade, a^* e b^* referem-se às coordenadas de cromaticidade verde(-)/vermelho(+) e azul(-)/amarelo(+), respectivamente.

2.6 Análise estatística

Os dados das análises da composição centesimal, análise do perfil de textura instrumental e propriedade funcionais foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) para testar a diferença entre os resultados. Para comparação das médias foi aplicado teste de Tukey ($p < 0,05$) através do programa STATISTICA 7.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da composição centesimal

Todos os parâmetros avaliados da composição centesimal das amostras de queijo coalho apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$). O teor de umidade nas amostras avaliadas variou de 37,3% a 51,2% (Tabela 4.1). O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos estabelece uma faixa de 36,0 a 54,9% de umidade para queijo coalho. A legislação vigente (BRASIL, 1996) classifica os queijos de acordo com o teor de umidade em queijo de baixa umidade ($> 35,9\%$); média umidade (36,0 a 45,9%); alta umidade (46,0 e 54,9%) e de muita alta umidade ($< 55,0\%$). Desta forma, mesmo as amostras diferentes entre si, todas apresentaram-se em conformidade com a legislação, sendo as amostras A, B, D e U classificadas como alta umidade ($46\% < \text{umidade} < 54,9\%$) e as demais classificadas como média umidade ($36\% < \text{umidade} < 46\%$).

De acordo com Freitas Filho et al. (2009) a umidade interfere na atividade de água e nas ações metabólicas de micro-organismos ao longo da maturação, com possíveis consequências no pH, na textura, no sabor e no aroma dos queijos. Andrade (2006) encontrou valores semelhantes aos do presente trabalho, com teores de 39,14% a 50,45, sendo estes classificados como queijos de média a alta umidade. Silva et al. (2010) relataram valores de umidade de 45,5% a 51,5%.

Tabela 4.1 - Resultados das análises de composição centesimal de queijos coalho produzidos na Região do Vale do Jaguaribe – Ce.

Amostra	Umidade (%)*	Cinzas (%)*	Proteína (%)*	Gordura (%)*	GES (%)*	Sódio (%)*	Cálcio (g/kg)*	Potássio (g/kg)*
A	51,2 ± 0,49 ^a	4,4 ± 0,12 ^{abcd}	19,7 ± 3,22 ^{ab}	17,8±1,89 ^a	36,6 ± 4,12 ^c	0,7 ± 0,14 ^{defg}	5,63 ± 1,76 ^{bcd}	0,53 ± 0,23 ^{de}
B	47,8±2,40 ^{bc}	4,2±0,24 ^{abcde}	20,4±0,67 ^{ab}	25,2±1,26 ^{abcd}	48,2±3,18 ^{abc}	0,7±0,07 ^{defg}	5,23±1,01 ^d	0,40±0,00 ^e
C	45,2±0,44 ^{cdef}	4,4±0,02 ^{abcd}	15,1±0,06 ^a	26,7±0,58 ^{abcd}	48,6±0,75 ^{abc}	0,6±0,03 ^{efg}	6,90±1,28 ^{abcd}	0,40±0,00 ^e
D	46,5±1,08 ^{bcd}	3,4±0,15 ^e	21,3±0,93 ^{ab}	23,0±0,00 ^{cde}	43,0±0,87 ^{abc}	0,5±0,08 ^g	4,90±0,26 ^d	0,40±0,00 ^e
E	41,3±0,70 ^{hi}	4,5±0,13 ^{abc}	22,3±0,44 ^a	22,3±1,15 ^{de}	38,0±1,70 ^{bc}	0,8±0,04 ^{cdef}	6,23±0,80 ^{bcd}	0,40±0,00 ^e
F	42,9±1,07 ^{efghi}	4,3±0,06 ^{abcde}	23,3±0,28 ^a	25,7±0,29 ^{abcd}	44,9±0,78 ^{abc}	0,9±0,09 ^{abcde}	8,60±0,10 ^a	0,82±0,10 ^{ab}
G	42,2±1,26 ^{fghi}	4,0±0,04 ^{bcde}	21,1±0,43 ^{ab}	30,7±0,58 ^{ab}	53,1±0,98 ^a	0,7±0,00 ^{defg}	6,10±0,35 ^{bcd}	0,94±0,07 ^a
H	44,7±0,65 ^{cdefg}	4,0±0,13 ^{bcde}	22,7±0,43 ^a	27,5±2,29 ^{abcd}	49,8±4,65 ^{ab}	0,8±0,09 ^{cdef}	6,83±0,51 ^{abcd}	0,91±0,06 ^{ab}
I	41,7±0,17 ^{hi}	4,1±0,02 ^{abcde}	19,0±0,76 ^{ab}	30,7±0,58 ^{ab}	52,6±0,94 ^a	0,7±0,06 ^{defg}	7,63±0,74 ^{ab}	0,83±0,07 ^{ab}
J	43,8±0,48 ^{defgh}	4,1±0,10 ^{abcde}	24,5±0,56 ^a	28,2±0,76 ^{abcd}	50,1±1,53 ^{ab}	0,8±0,08 ^{bcde}	6,13±0,25 ^{bcd}	0,72±0,06 ^{abcd}
K	43,2±0,32 ^{efghi}	3,8±0,02 ^{cde}	21,6±0,19 ^{ab}	30,0±0,00 ^{abc}	52,8±0,29 ^a	0,6±0,01 ^{efg}	7,47±0,15 ^{abc}	0,77±0,02 ^{abc}
L	40,5±0,75 ⁱ	5,1±1,02 ^a	23,0±0,17 ^a	27,2±3,82 ^{abcd}	45,7±1,8 ^{abc}	0,9±0,06 ^{abcde}	7,20±0,36 ^{abc}	0,57±0,01 ^{cde}
M	41,9±0,36 ^{ghi}	4,4±0,16 ^{abcd}	23,1±0,88 ^a	27,3±1,53 ^{abcd}	47,1±2,85 ^{abc}	0,8±0,08 ^{cdef}	6,80±0,17 ^{abcd}	0,91±0,03 ^{ab}
N	44,8±0,41 ^{cdefg}	3,5±0,01 ^{de}	20,1±0,41 ^{ab}	29,3±1,15 ^{abcd}	53,1±1,74 ^a	0,5±0,03 ^g	6,47±0,31 ^{abcd}	0,90±0,02 ^{ab}
O	43,4±0,69 ^{efghi}	4,4±0,38 ^{abcd}	19,6±0,97 ^{ab}	27,0±2,00 ^{abcd}	47,7±1,33 ^{abc}	1,0±0,24 ^{abc}	6,03±0,32 ^{bcd}	0,77±0,04 ^{abc}
P	37,3±2,05 ^j	4,5±0,14 ^{abc}	23,9±0,36 ^a	30,7±2,52 ^{ab}	48,9±2,47 ^{abc}	1,0±0,03 ^{abc}	7,23±0,67 ^{abc}	0,90±0,06 ^{ab}
Q	40,7±0,97 ⁱ	3,5±0,67 ^{de}	21,0±0,49 ^{ab}	32,0±1,73 ^a	53,9±2,96 ^a	0,6±0,14 ^{efg}	5,60±0,17 ^{bcd}	0,74±0,03 ^{abcd}
R	44,0±0,29 ^{defgh}	3,6±0,40 ^{cde}	21,8±0,31 ^{ab}	28,0±0,50 ^{abcd}	50,0±1,14 ^{ab}	0,7±0,17 ^{efg}	6,93±0,49 ^{abcd}	0,89±0,04 ^{ab}
S	45,7±0,66 ^{bcde}	4,4±0,21 ^{abcd}	20,7±0,22 ^{ab}	26,8±1,04 ^{abcd}	49,4±1,31 ^{ab}	1,1±0,02 ^a	6,67±0,91 ^{abcd}	0,90±0,06 ^{ab}
T	43,3±0,26 ^{efghi}	4,3±0,29 ^{abcde}	20,3±0,83 ^{ab}	29,3±0,29 ^{abcd}	51,7±0,53 ^a	0,7±0,05 ^{defg}	6,67±0,65 ^{abcd}	0,54±0,13 ^{de}
U	48,5±0,47 ^{ab}	4,9±0,16 ^{ab}	21,2±0,16 ^{ab}	23,7±0,29 ^{bcde}	45,9±0,27 ^{abc}	1,1±0,00 ^a	7,50±0,10 ^{ab}	0,69±0,05 ^{bcd}
V	41,0±1,42 ^{hi}	3,8±0,24 ^{cde}	22,2±0,78 ^a	31,3±1,53 ^a	53,1±1,65 ^a	0,7±0,09 ^{defg}	5,63±1,25 ^{bcd}	0,44±0,05 ^e

*Resultados expressos em médias seguidos de desvio padrão;

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente ao Nível de Significância de 5% pelo Teste de Tukey.

Alguns autores relatam percentuais de umidade abaixo dos valores obtidos no presente estudo, como Vidal (2011) que obteve valores entre 32,97% e 39,77%. Por sua vez, Santos et al. (2011) encontraram percentuais de umidade para algumas amostras variando de 55,7% a 62,3%, valores estes acima dos encontrados no presente estudo. O teor de umidade relaciona-se à sua conservação, queijos com baixo teor são considerados mais duros e de maior conservação. De acordo com Nassu et al. (2001), a diferença de umidade deve-se a variações na matéria prima utilizada e ao processamento em si, ou seja, a formação e o manuseio da coalhada afetam sua habilidade de reter gordura e umidade, o que influencia a composição centesimal, além do tempo de prensagem, os quais, segundo esses autores, diferem muito entre os produtores e podem influenciar o teor de umidade do queijo. Desta forma, maior tempo de prensagem contribui para obtenção de queijos mais compactos e de menor umidade.

O percentual de cinzas variou entre 3,4% e 4,9%. Freitas et al. (2013) encontraram valores compreendidos entre 2,8% a 3,5% para cinzas, os quais estão um pouco abaixo dos encontrados no presente estudo, por sua vez, Andrade (2006) relatou valores superiores ao do presente estudo, chegando a 5,5%. A diferença nos percentuais de cinzas relaciona-se com a composição química das matérias-primas utilizadas, bem como com a adição de cloreto de cálcio e de sódio no processamento dos queijos.

O teor de proteínas variou de 15,1% a 24,5% entre as amostras. Freitas et al. (2013) obtiveram percentuais de proteínas entre 17,2% a 22,6%, valores esse um pouco abaixo do descrito no presente estudo, Andrade (2006) relatou valores de 20,2% a 23,5. A variação no teor de proteínas está diretamente relacionada com o teor de proteínas no leite utilizado no processamento dos queijos. A variação deste parâmetro no presente estudo, bem como no citado por outros autores refletem os diversos fatores que afetam a sua produção no leite, influenciando na composição dos seus produtos derivados.

O teor de gordura variou entre 17,8% e 32,0% nas amostras avaliadas. Freitas Filho et al. (2009) relatam valores de 18,9% a 31,9. De acordo com Andrade (2006), o teor de gordura de um queijo é melhor avaliado quando em base seca, impedindo que ocorram variações ocasionadas por uma eventual perda de umidade. A legislação vigente (BRASIL, 2001) classifica-o de acordo com o percentual de gordura no extrato seco (GES) em semigordo (25,0 a 44,9%); gordo (45,0 a 59,9%) ou extra gordo (mínimo de 60,0%), devendo o queijo coalho apresentar um teor de gordura entre 35,0% e 60,0%.

Os percentuais de gordura no extrato seco (GES) variaram de 36,6% a 53,9%, estando todas as amostras em concordância com a legislação em vigor. Desta forma, as amostras A, D e F classificam-se como queijos semigordos e as demais amostras, como queijos gordos.

Silva et al. (2010) relataram valores de GES entre 36,6% a 48,2%. Andrade (2006) encontrou valores de 42,1% a 52,2%. O teor de gordura é importante, pois esse irá influenciar nas características reológicas do queijo, bem como nos aspectos funcionais, como cor e capacidade de derretimento. Uma vez que, quanto maior o teor de gordura, maior será o derretimento durante o aquecimento; por sua vez, a cor será influenciada, pois teores elevados de gordura tornam o queijo mais amarelado.

Os valores obtidos para o parâmetro sódio variaram entre 0,5% e 1,1%. Não há legislação vigente que estabelece limites para os teores de cloreto de sódio em queijo coalho, fator este que contribui para sua grande variabilidade em queijos de diferentes produtores. Nassu et al. (2006) encontraram valores médio de 2,5%, Freitas Filho et al. (2009) relataram valores de 2,1% a 3,9%, Andrade (2006) encontrou percentuais de 2,1% a 3,9% e Silva et al. (2010) encontraram valores compreendidos entre 3,3% e 5,5%. Portanto, é possível constatar através dos percentuais expressos por diferentes autores a sua variabilidade nos percentuais de cloreto de sódio adicionado.

Freitas Filho et al. (2009) afirmam que o cloreto de sódio é utilizado na fabricação de queijos com várias finalidades. Entre elas estão a de contribuir com o sabor, para melhorar a textura e a aparência do queijo, controlar a fermentação láctica, determinando o nível ideal de acidez, inibir o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis e auxiliar na expulsão do soro.

O teor de cálcio variou de 4,90 g/kg a 8,60 g/kg, este parâmetro sofre variação em decorrência principalmente da adição de cálcio durante a etapa de coagulação, desta forma, a quantidade adicionada de cloreto de cálcio por cada produtor irá influenciar nos teores do produto final. Os valores de potássio ficaram entre 0,40 g/kg e 0,94 g/kg. A composição mineral do leite usado no processamento irá influenciar nos teores de potássio do queijo coalho.

3.2 Resultados da análise do perfil de textura instrumental (TPA)

Os parâmetros dureza, mastigabilidade e coesividade apresentaram diferença estatística ($p < 0,05$) (Tabela 4.2), por sua vez o parâmetro elasticidade não apresentou diferenças entre as amostras, com valor médio de 1.

Tabela 4.2 - Resultados das análises de perfil instrumental de textura (TPA) dos queijos coalho produzidos na Região do Vale do Jaguaribe – Ce.

Amostra	Dureza (N)*	Mastigabilidade(N)*	Coesividade*	Elasticidade*
A	47,18±0,57 ^{def}	23,43±0,66 ^{cde}	0,70±0,01 ^{ab}	1,00±0,00 ^a
B	57,84±2,08 ^{bcd}	31,33±1,20 ^{abc}	0,74±0,00 ^a	1,00±0,00 ^a
C	17,88±2,10 ^{ij}	6,63±0,08 ^{ijkl}	0,61±0,03 ^{abcd}	0,96±0,06 ^a
D	7,35±0,54 ^j	2,58±0,10 ⁱ	0,59±0,01 ^{abcd}	0,99±0,00 ^a
E	64,83±3,00 ^{abc}	33,09±0,16 ^{ab}	0,71±0,02 ^{ab}	1,00±0,00 ^a
F	53,38±4,14 ^{cde}	19,43±4,23 ^{defg}	0,60±0,04 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
G	21,28±2,79 ^{hij}	9,25±1,38 ^{hijkl}	0,66±0,01 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
H	18,2±3,17 ^{ij}	4,95±1,94 ^{kl}	0,51±0,06 ^{cde}	1,00±0,00 ^a
I	49,75±1,40 ^{def}	18,41±1,44 ^{defgh}	0,61±0,02 ^{abcd}	1,00±0,01 ^a
J	67,93±1,17 ^{ab}	35,39±0,65 ^a	0,72±0,00 ^{ab}	1,00±0,00 ^a
K	31,13±8,46 ^{ghi}	5,12±1,88 ^{ijkl}	0,40±0,02 ^e	1,00±0,00 ^a
L	74,91±2,70 ^a	36,59±1,53 ^a	0,70±0,00 ^{ab}	1,00±0,00 ^a
M	41,03±0,51 ^{efg}	15,00±0,35 ^{efghi}	0,60±0,01 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
N	37,71±0,38 ^{fg}	14,48±4,18 ^{efghij}	0,62±0,09 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
O	72,65±8,68 ^a	24,40±0,57 ^{bcd}	0,58±0,04 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
P	72,59±0,76 ^a	22,33±0,88 ^{cde}	0,55±0,01 ^{bcde}	1,00±0,00 ^a
Q	32,73±0,58 ^{gh}	16,68±0,83 ^{fghijk}	0,62±0,01 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
R	36,30±2,59 ^{fg}	11,72±5,48 ^{ghijkl}	0,56±0,01 ^{bcde}	1,00±0,00 ^a
S	37,13±2,79 ^{fg}	9,14±2,86 ^{hijkl}	0,49±0,06 ^{de}	1,00±0,00 ^a
T	40,36±6,77 ^{efg}	17,5±1,99 ^{defgh}	0,66±0,02 ^{abcd}	1,00±0,00 ^a
U	52,92±0,59 ^{cde}	24,47±3,89 ^{bcd}	0,68±0,06 ^{abc}	1,00±0,00 ^a
V	44,25±1,32 ^{defg}	21,26±2,53 ^{def}	0,69±0,03 ^{ab}	1,00±0,00 ^a

*Resultados expressos em médias seguidos de desvio padrão;

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente ao Nível de Significância de 5% pelo Teste de Tukey.

As amostras apresentaram valores de dureza compreendidos entre 7,35 N a 74,91 N. A dureza é o valor referente a força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares, desta forma, quanto maior o valor mais firme será o queijo, por sua vez, baixos valores de dureza referem-se a queijos mais macios.

As amostras L, O e P apresentaram os maiores valores de dureza e também foram as amostras que apresentaram os menores valores de umidade, desta forma, pode-se observar que o teor de umidade influencia na dureza dos queijos, pois conforme Buriti et al. (2005) valores elevados de umidade enfraquecem a rede de proteínas, tornando a matriz dos queijos mais suave, desta forma, queijos de baixa umidade apresentam textura mais firme. Além disso, falhas nas etapas de corte da coalhada, enformagem e prensagem podem comprometer a estrutura do queijo, afetando suas características de textura.

Andrade (2006) ao analisar queijos coalho do Ceará encontrou valores de dureza de 20,27 N a 58,86. Fogaça (2014) encontrou valores médios de 71,22 N. Queiroga et al. (2013) relataram valores médio de 15,99 N. A partir dos resultados relatados na literatura observa-se

uma grande variação nos valores de dureza para queijo coalho, essa amplitude de valores encontrados é referente principalmente a diferenças na composição desses queijos e técnicas de processamento variadas, evidenciando a falta de padrão na elaboração do queijo coalho.

Os valores referentes a mastigabilidade variaram entre 2,58 N e 35,95 N. A mastigabilidade refere-se a energia necessária para desintegrar o alimento durante a mastigação. A mastigabilidade correlaciona-se com a dureza, uma vez que, quanto maior a dureza do queijo maior a energia necessária para desintegra-lo.

Assim como a dureza, para o parâmetro mastigabilidade em queijo coalho também são relatados diferentes valores por diversos pesquisadores, como Amaral et al. (2017) que encontraram valores em torno de 16,65, Silva (2013) relatou valores de 54,21 a 69,32 e Buzato (2011) que encontrou valores de 39,24 a 98,1.

Os resultados para coesividade entre as amostras variaram de 0,40 a 0,74. Conforme Fogaça (2014) quanto maior as interações entre seus componentes mais coeso é o queijo, apresentando maior resistência à ruptura e, portanto mais rígido. Queijos com altos valores de coesividade apresentam um corpo bem constituído, com fortes ligações internas e com textura borrachenta, característica do queijo de Coalho.

Queiroga et al. (2013) encontraram valores de 0,67 a 0,72 e Andrade (2007) relatou valores de 0,49 a 0,67. Observa-se os resultados relados no presente estudo encontram-se em conformidade com os descritos por outros autores.

A elasticidade apresentou valores de 0,96 a 1 e refere-se a recuperação após a retirada da força de compressão. Os valores encontrados para elasticidade foram altos, desta forma, o queijo coalho apresenta capacidade de retornar à sua altura original após ser submetida a uma certa tensão.

Por não apresentar diferença estatística entre as amostras ($p < 0,05$) não é possível observar influência dos demais parâmetros na elasticidade dos queijos coalho analisados. Observa-se que os valores encontrados assemelham-se aos descritos por outros autores, como Silva (2013) que encontrou valores médios de 0,87 e Amaral et al. (2017) que obtiveram valor médio de 0,85.

3.3 Resultados das propriedades funcionais

As amostras apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) para a avaliação da capacidade de derretimento (Tabela 4.3). Observa-se valores variando de 8,17% a 195,13%. É esperado que o queijo coalho apresente baixa capacidade de derretimento, as amostras G e P

apresentaram as maiores taxas para esse parâmetro, sendo inadequadas para determinado uso desse queijo, que costumam ser consumidos assados.

Tabela 4.3 - Resultados das análises de pH, capacidade de derretimento e cor dos queijos coalho produzidos na Região do Vale do Jaguaribe – Ce.

Amostra	pH	CD (%)	Cor		
			L*	a*	b*
A	6,73±0,01 ^a	35,33±3,86 ^{cd}	88,41±7,81 ^{abcd}	2,78±0,31 ^e	20,37±1,46 ^{gh}
B	6,58±0,03 ^{ab}	14,11±2,29 ^{fgh}	84,79±4,61 ^{bcd}	2,72±0,55 ^e	20,17±2,10 ^h
C	6,20±0,25 ^{bcd}	16,74±1,67 ^{efgh}	79,19±5,82 ^d	3,19±0,23 ^{cde}	20,56±0,96 ^{fgh}
D	5,70±0,19 ^{fgh}	17,00±6,39 ^{efgh}	85,96±0,67 ^{bcd}	3,47±0,28 ^{bcde}	21,01±1,02 ^{fgh}
E	6,47±0,02 ^{abc}	8,17±1,20 ^h	85,05±2,65 ^{bcd}	4,24±0,23 ^{bc}	25,07±0,19 ^{bcde}
F	6,21±0,04 ^{bcd}	29,91±4,74 ^{cde}	90,63±1,64 ^{abc}	3,64±0,19 ^{bcde}	25,55±0,51 ^{abcd}
G	5,61±0,05 ^{gh}	195,13±6,88 ^a	90,12±5,55 ^{abc}	6,77±0,55 ^a	29,14±1,49 ^a
H	6,04±0,19 ^{defg}	19,15±1,03 ^{efgh}	97,55±1,45 ^a	2,91±0,06 ^{de}	24,54±0,61 ^{bcdef}
I	5,71±0,05 ^{fgh}	13,28±2,15 ^{fgh}	86,02±2,21 ^{bcd}	3,53±0,40 ^{bcde}	20,23±0,62 ^h
J	5,90±0,05 ^{efgh}	14,24±1,10 ^{fgh}	84,70±0,61 ^{bcd}	3,81±0,11 ^{bcde}	22,46±0,21 ^{cdefgh}
K	6,55±0,01 ^{ab}	11,99±2,24 ^{gh}	86,31±2,70 ^{bcd}	3,28±0,29 ^{cde}	21,45±1,12 ^{efgh}
L	6,34±0,02 ^{abcd}	22,29±6,05 ^{defgh}	84,06±5,35 ^{cd}	3,99±0,64 ^{bcd}	23,26±2,53 ^{bcdefgh}
M	5,90±0,07 ^{efgh}	23,84±1,79 ^{def}	90,63±2,39 ^{abc}	3,57±0,30 ^{bcde}	22,23±1,83 ^{cdefgh}
N	6,48±0,10 ^{abc}	30,81±5,41 ^{cde}	90,69±3,02 ^{abc}	3,60±0,10 ^{bcde}	22,58±0,60 ^{cdefgh}
O	6,44±0,07 ^{abcd}	13,08±0,84 ^{gh}	90,83±2,33 ^{abc}	3,45±0,35 ^{bcde}	21,30±0,72 ^{efgh}
P	5,55±0,33 ^h	150,37±7,30 ^b	94,56±1,21 ^{ab}	4,21±0,62 ^{bc}	26,90±1,58 ^{ab}
Q	5,64±0,12 ^{fgh}	40,30±2,24 ^c	96,91±1,48 ^a	3,20±0,09 ^{cde}	24,35±0,23 ^{bcdefg}
R	6,04±0,26 ^{defg}	17,29±0,10 ^{efgh}	90,36±2,11 ^{abc}	3,44±0,03 ^{bcde}	21,70±0,39 ^{defgh}
S	6,32±0,06 ^{abcd}	11,99±1,57 ^{gh}	89,53±1,37 ^{abcd}	3,71±0,48 ^{bcde}	22,27±1,69 ^{cdefgh}
T	6,23±0,04 ^{bcd}	18,78±2,21 ^{efgh}	89,26±2,08 ^{abcd}	3,74±0,19 ^{bcde}	22,45±0,77 ^{cdefgh}
U	6,43±0,08 ^{abcd}	17,57±0,10 ^{efgh}	90,60±2,06 ^{abc}	3,51±0,58 ^{bcde}	21,40±1,61 ^{efgh}
V	6,06±0,22 ^{cdef}	28,06±3,61 ^{cdef}	88,36±2,64 ^{abcd}	4,42±0,18 ^b	26,09±2,11 ^{abc}

*Resultados expressos em médias seguidos de desvio padrão; Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si estatisticamente ao Nível de Significância de 5% pelo Teste de Tukey.

De acordo com Munck (2004) queijos com pH inferior a 5,7 derretem e se deformam na presença de calor, observa-se que as amostras G e P apresentam a maior taxa de derretimento e também apresentam menor pH de 5,61 e 5,55 respectivamente, valores de pH abaixo de 5,7 promovem elevado grau de desmineralização dos queijos e consequentemente, derretimento e deformação quando submetido ao calor (MACHADO, 2010).

Os valores percentuais para capacidade de derretimento em queijo coalho relatado por diferentes autores apresenta uma ampla faixa de valores, Buzato (2011) encontrou valores para capacidade de derretimento de 56,81% a 73,04% ao longo do armazenamento de queijo coalho. Machado (2010) relatou valores de 12,93% ao final da vida de prateleira de queijo coalho. Com exceção das amostras G e P, as demais amostras analisadas apresentaram

capacidade de derretimento aceitável e esperada, podendo ser submetido a grelha sem perda de forma.

Em relação a análise de cor, os valores para a luminosidade (L^*) variaram de 79,19 a 97,55. De acordo com Andrade (2007) o parâmetro L^* indica a luminosidade e refere-se à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Quanto maior o valor de L^* , mais claro o objeto.

Os parâmetros a^* e b^* correspondem as coordenadas de cromaticidade (-) verde e (+) vermelho e (-) azul e (+) amarelo, respectivamente (ANDRADE, 2007). Foram obtidos valores variando de 2,72 a 6,77 para o parâmetro a^* e 20,17 a 29,14 para o parâmetro b^* . Conforme os valores relatados, observa-se que as amostras de queijo coalho analisadas apresentaram cor branco amarelados, por apresentarem valores de L^* próximos a 100 e maiores valores para b^* (amarelo), estando de acordo com o estabelecido na legislação vigente (BRASIL, 2001) que classifica a cor do queijo coalho como branco amarelado.

As amostras G e P apresentaram os maiores valores para b^* , por sua vez essas amostras também apresentaram valores elevados para o teor de gordura, desta forma, observa-se que quanto maior o teor de gordura mais intensa será a cor amarela do queijo. Esse fato é explicado devido a presença de componentes lipossolúveis como o caroteno que confere a gordura cor amarelada.

Andrade (2006) encontrou valores para os parâmetros L^* de 85,30 a 91,16, a^* -1,47 a -2,09 e b^* 17,31 a 24,76 Silva (2013b) ao final do armazenamento de queijo coalho encontrou valores para as variáveis L^* de 91,80, a^* -2,87 e b^* 19,40, as variáveis L^* e b^* apresentaram valores semelhantes aos do presente estudo.

4 CONCLUSÃO

Todas as amostras de queijo coalho apresentaram diferenças para os parâmetros de composição centesimal, no entanto, conclui-se que as amostras apresentaram-se em conformidade com a legislação vigente, em relação aos parâmetros de umidade e gordura no extrato seco. As amostras de queijo coalho da região classificaram-se como queijos de média a alta umidade e semigordo e gordo, conforme classificação de umidade e GES.

Em relação a análise instrumental de textura, conclui-se que 82% das amostras apresentaram-se firmes e resistentes a mastigação, todas as amostras de queijo coalho apresentaram boa coesividade e elasticidade.

Com exceção das amostras G e P, as demais amostras apresentaram baixa capacidade de derretimento e valores elevados para os parâmetros de cor L* (luminosidade) e b* (amarelo), indicando queijos de cor branco amarelado, estando de acordo com o estabelecido na legislação vigente.

Pode-se concluir que existe uma ampla variação nas características de queijo coalho oriundos de diferentes produtores, indicando variação nas etapas de processamento e matéria-prima utilizada. Ressalta-se que com isso observa-se diferentes formulações para o “queijo coalho” ou seja, diferentes produtos com a denominação “queijo coalho”, sendo necessário uma melhor fiscalização e padronização desses produtos, para garantir maior uniformidade ao que chega ao consumidor final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. B. S.; CASSIMIRO NETO, J.; MELO, B. D. N.; SILVA, F. J. P.; MORAIS, S. M.; BRAGA, A. L. M. Textura de queijo de coalho impregnado de aromas de vinho, **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p.59-63, 2017.

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

ANDRADE, A. S. A. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2006.

BOURNE, M. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2002.415p.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho. Diário oficial da União. Brasília, 16 de julho de 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Portaria nº 146, de 7 de março de 1996**. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos. Diário Oficial da União. Brasília, 11 de março de 1996.

BURITI, F. C. A.; ROCHA, J. S.; SAAD, S. M. I. Incorporation of Lactobacillus acidophilus in minas fresh cheese and its implications for textural and sensorial properties during storage, **International Dairy Journal**, v.15, n. 1, p.1279-1288, 2005.

BUZATO, R. M. P. **Influência da relação caseína/gordura do Leite e da temperatura de cozimento da massa no rendimento de fabricação e nas propriedades físico-químicas, funcionais e sensoriais do queijo de coalho**. 2011. 271 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

DANTAS, D. S. **Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, PB**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos. 2012.

FOGAÇA, D. N. L. **Avaliação de propriedades mecânica, físico-químicas e influência do tipo de acidificante e tempo de armazenamento visando à aplicação no controle do**

processo de produção de queijos de coalho. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

FREITAS FILHO, R. R.; SOUSA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade do queijo “coalho” artesanal fabricado em Jacuti – PE. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 6, n. 8, p. 35-49, 2009.

FREITAS, W. C.; TRAVASSOS, A. E. R.; MACIEL, J. F. Avaliação microbiológica e físico-química de leite cru e queijo de coalho produzidos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n. 1, p.35-42, 2013.

MACHADO, G. M. **Viabilidade tecnológica do uso de ácido láctico na elaboração de queijo de coalho.** 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010.

MUNCK, A.V. Queijo de Coalho – Princípios básicos da fabricação (Palestra). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.59, n.339, p.13-15, 2004.

NASSU, R. T.; LIMA, J. R; BASTOS, M. S. R.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Diagnóstico das condições de processamento de queijo de coalho e manteiga da terra no estado do Ceará. **Higiene alimentar**, v.15, n.89, p.28-36, 2001.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. **Queijo de Coalho.** Coleção Agroindústria Familiar. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, v.1, p.40, 2006.

NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. **Queijo de Coalho.** Coleção Agroindústria Familiar. Embrapa, Informação Tecnológica. Brasília, v.1, p.40, 2006.

QUEIROGA, R. C. R. E.; SANTOS, B. M.; GOMES, A. M.; MONTEIRO, M. J.; TEIXEIRA, S. M.; SOUZA, E. L.; PEREIRA, C. J. D.; PINTADO, M. M. E. Nutritional, textural and sensory properties of coalho cheese made of goats’ milk and their mixture, **Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 538-544, 2013

SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, Y. R. F.; MADUREIRA, A. R. M. F.; PINTADO, M. M. E.; GOMES, A. M. P.; SOUZA, E. L.; QUEIROGA, R. C. R. E. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca, **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 3, p.302-310, 2011.

SILVA, H. C. **Concentração do leite por nanofiltração, produção do queijo tipo coalho e caracterização tecnológica.** 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SILVA, M. C. D.; RAMOS, A. C. S.; MORENO, I.; MORAES, J. O. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo coalho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 214-221, 2010.

SILVA, W. S. **Comportamento mecânico do queijo de coalho tradicional, com carne seca, tomate seco e oregano armazenados sob refrigeração**. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2013.

VIDAL, R. H. L. **Diagnóstico regional do processo de queijo coalho comercializado em Natal/RN**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.