

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**  
**PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E DERIVADOS**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO LEITE E**  
**DERIVADOS**

**RAYANE CAMPOS ALVES**

**“Efeito da redução parcial do cloreto de sódio com o uso do cloreto de potássio nas características do queijo de coalho”.**

**JUIZ DE FORA**

**2017**

**RAYANE CAMPOS ALVES**

**“Efeito da redução parcial do cloreto de sódio com o uso do cloreto de potássio nas características do queijo de coalho”**

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, da Universidade Federal, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.**

**Orientadora: Prof. Dra. Renata Golin Bueno Costa**

**JUIZ DE FORA**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Alves, Rayane Campos.

Efeito da redução parcial do cloreto de sódio com o uso do cloreto de potássio nas características do queijo de coalho / Rayane Campos Alves. -- 2017.

92 p. : il.

Orientadora: Renata Golin Bueno Costa

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2017.

1. Derivado lácteo. 2. Substituição de sais. 3. Salga. 4. Análise microbiológica. 5. Perfil de textura. I. Costa, Renata Golin Bueno, orient. II. Título.

**ESTA PÁGINA ASSINADA  
PELOS PROFESSORES**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus. Por me amparar em todos os momentos e me dar força para continuar seguindo a minha caminhada. Ele sempre esteve no comando de tudo.

A minha família, por todo apoio. Em especial aos meus pais: Leila e Marco Antônio por tudo que fizeram e fazem por mim. Ao Vitor por estar presente em todos os momentos possíveis, me dando força e me encorajando a prosseguir. Agradeço também ao meu irmão, minhas tias: Angela, Elizabeth e minhas avós pelas constantes orações.

A minha orientadora Prof. Dra. Renata Golin Bueno Costa, sem você nada disso seria possível. Obrigada por toda orientação em todas as etapas deste trabalho. Te admiro e me espelho em você.

Aos professores participantes da banca pela disponibilidade e contribuição neste trabalho. A todos os professores da EMBRAPA, ILCT e UFJF pelos ensinamentos. Em especial aos professores: Profa. Vanessa Aglaê Martins Teodoro, Prof. Fernando Antônio Resplande Magalhães, Profa. Denise Sobral, Profa. Elisângela Michele Miguel e Prof. Luiz Carlos Gonçalves Costa Júnior pela disposição e empenho em me ajudar em diferentes etapas do projeto e da vida profissional.

Aos funcionários do laboratório de físico-química do ILCT e bolsistas por toda a ajuda durante a realização desse trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento da pesquisa.

Agradeço a faculdade Atenas pela oportunidade concedida de lecionar na instituição. Em especial ao Diretor Acadêmico: Delander Silva Neiva, a coordenadora: Fernanda Silva Franco e a professora: Nayara Ferreira Favoreto.

A todos os amigos que estiveram presentes nessa longa caminhada. Em especial aos amigos: Juliana Boccia, Antônio Leite, Carolina Viana, Aldo, Wilker Lemes, Jéssica e Vinicius Lemes. Enfim, agradeço a todos que contribuíram, com presença, carinho, afeto e energia positiva. Muito obrigada a todos!

Porque aos seus anjos ele mandou que te guardem em todos os teus caminhos. Eles te sustentarão em suas mãos, para que não tropeces em uma pedra. Salmo, 90:11-12

## RESUMO

O queijo de coalho é um alimento muito apreciado devido as suas características sensoriais. Apresenta alto teor de sódio para manutenção de suas propriedades funcionais, principalmente a resistência ao derretimento, porém, o consumo excessivo desse alimento tem sido associado à hipertensão arterial, e problemas cardíacos e renais. Portanto, o objetivo principal desse trabalho foi reduzir o teor de sódio por meio da substituição parcial do cloreto de sódio (NaCl) pelo cloreto de potássio (KCl) nas seguintes proporções: 0% KCl+100% NaCl (controle); 30% KCl+70% NaCl; 50% KCl+50% NaCl; 70% KCl+30% NaCl e avaliar os aspectos físico-químicos, sensoriais, capacidade de derretimento, proteólise, perfil de textura e microbiológico em quatro tempos de estocagem refrigerada (2, 15, 30 e 60 dias), em quatro repetições. A redução de sódio não influenciou na composição centesimal, no teor de cálcio, no pH e na atividade de água dos queijos quando comparados ao controle. Uma das características mais exigidas pelos consumidores do queijo de coalho é a resistência quando aquecido, ou seja, o derretimento. A análise de derretimento é importante, por ser um parâmetro de qualidade do queijo de coalho e a redução do sódio não influenciou no derretimento. Embora a proteólise apresentou um aumento ao longo do tempo, isso não impactou no derretimento dos queijos. O sódio e o potássio apresentaram alteração pela própria redução do cloreto de sódio e substituição pelo cloreto de potássio. Em relação à análise do perfil de textura, os parâmetros de dureza, coesividade e mastigabilidade se comportaram de forma semelhante em todos os tratamentos, porém houve alteração na adesividade e na elasticidade. Quanto às análises microbiológicas, houve alteração nos coliformes a 30°C, coliformes a 45°C, fungos filamentosos e leveduras e mesófilos aeróbios tanto em relação aos tratamentos, quanto ao tempo de armazenamento. No entanto, os *Staphylococcus aureus* não apresentaram alteração nos queijos. A aparência dos queijos, avaliada pela análise sensorial, não foi afetada pelo uso do cloreto de potássio, porém o aroma recebeu menor escore no tratamento 70% KCl+30% NaCl. O uso do cloreto de potássio interferiu no sabor e textura dos queijos. No entanto, a impressão global foi semelhante ao controle nos tratamentos com até 50% de substituição do NaCl. A redução de sódio no queijo de coalho com substituição parcial de até 50% NaCl por KCl é uma alternativa possível para esse produto.

**Palavras-chave:** Derivado lácteo. Substituição de sais. Salga. Análise microbiológica. Perfil de textura. Maturação.

## ABSTRACT

The “coalho” type cheese is a much-appreciated food because of its sensory characteristics. This cheese has a high sodium content to maintain its functional properties and features high sodium content to maintain its functional properties, especially the melting resistance, also the overdone consumption has been associated with health problems such as hypertension, heart and kidney problems. Therefore, the main objective of this study was to reduce sodium content by partially replacing sodium chloride (NaCl) with potassium chloride (KCl) in the following proportions: 0% KCl + 100% NaCl (control); 30% KCl + 70% NaCl; 50% KCl + 50% NaCl; 70% KCl + 30% NaCl and analyze the physicochemical aspects, sensory, melting capacity, proteolysis, texture profile and microbiological in 4 refrigerated storage times (2, 15, 30 and 60 days), with four replications. There was no variation neither in the centesimal composition neither in the calcium content when compared with the control sample. One of the most demanded characteristics of coalho cheese is resistance when heated, in other words, the melting. The melting analysis is important and for being, a quality parameter of the coalho cheese, and reducing sodium did not affect the melt properties. Therefore, the proteolysis showed an increase over time, but it did not influence in the cheese melting. The sodium and the potassium presented an alteration caused by the reduction of the sodium and the potassium chloride. Regarding the texture profile analysis, the parameters of hardness, cohesiveness and chewing behaved in a similar way in all treatments, however there was an alteration in the adhesiveness and elasticity. As for microbiological analyzes, there was alteration in the coliforms at 30 °C and 45 °C, filamentous fungi, yeasts and aerobic mesophylls analysis, in relation of time and in relation of treatments, however, the *Staphylococcus aureus* showed no alterations in the cheese. The appearance of the cheeses measured by sensory analysis was not affected by the use of potassium chloride, but the aroma received an lower score in the 70% KCl + 30%NaCl treatment. The use of potassium chloride interfered with the taste and texture of the cheeses. However, the overall impression was similar to the control in the treatments up to 50% off NaCl. The partial reduction of sodium in the coalho cheese with 50% replacement NaCl by KCL is a possible alternative for this product.

Key words: Dairy product. Maturation. Substitution of salts. Salting. Microbiological analysis. Texture profile.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Participação (%) das categorias de alimentos na ingestão de sódio na população brasileira.....	21
<b>Figura 2.</b> Consumo Diário de Alimentos, Sal e sódio Per Capita/Classe de Renda.....	22
<b>Figura 3.</b> Tecnologia de fabricação de queijo de coalho.....	40
<b>Figura 4:</b> Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo de coalho. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de cloreto de sódio, umidade e gordura em queijos de coalho.....	33
Tabela 2. Número de repetições (fabricações), os tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto.....	39
Tabela 3: Composição centesimal média do queijo de coalho produzido com diferentes níveis de NaCl e KCl com 2 dias de maturação.....	46
Tabela 4: Composição mineral média do queijo de coalho produzido com diferentes níveis de NaCl e KCl com 30 dias de maturação.....	49
Tabela 5. Análise de Aw dos queijos de coalho com redução de sódio.....	50
Tabela 6. Análise de umidade dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	51
Tabela 7. Análise de pH dos queijos de coalho com redução de sódio.....	53
Tabela 8. Análise de extensão dos queijos de coalho com redução de sódio.....	55
Tabela 9. Análise de profundidade dos queijos de coalho com redução de sódio.....	56
Tabela 10. Capacidade de derretimento dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	58
Tabela 11. Análise de dureza dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	59
Tabela 12. Análise de adesividade dos queijos de coalho com redução de sódio.....	60
Tabela 13. Análise de coesividade dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	61
Tabela 14. Análise de elasticidade dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	62
Tabela 15. Análise de mastigabilidade dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	63
Tabela 16. Análise de coliformes 30°C dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	65
Tabela 17. Análise de coliformes 45°C dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	67

Tabela 18. Análise de fungos filamentosos e leveduras dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	69
Tabela 19. Análise de mesófilos aeróbios dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada.....	70
Tabela 20. Avaliação sensorial dos queijos de coalho com redução de sódio com trinta dias de maturação.....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação;

ABIQ – Associação Brasileira de Queijos;

ABIPECS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína;

ANOVA – Análise de Variância;

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

A.O.A.C. – Official Methods of Analysis;

AVC – Acidente Vascular Cerebral;

Aw – atividade de água;

BPF – Boas Práticas de Fabricação;

Ca – cálcio;

CD – Coeficiente de derretimento;

CPT – carcinoma papilífero da tireoide;

Df – diâmetro final;

Di – diâmetro inicial;

EPAMIG – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais;

GES – Gordura no extrato seco;

HAS – hipertensão arterial sistêmica;

HTST – High Temperature and Short Time;

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística;

ILCT – Instituto de Laticínios Cândido Tostes;

IN – Instrução normativa;

K – Potássio;

KCl – Cloreto de Potássio;

Kg – quilograma;

L – Litros;

LTLT – Low Temperature Long Time;

MA – Maranhão;

Na – sódio;

NaCl – Cloreto de Sódio;

NS – nitrogênio solúvel;

NSLAB – Non Starter Lactic Acid Bacteria;

NT – Nitrogênio total;

OMS – Organização Mundial da Saúde;

PA – Pressão arterial;

PCA – Agar padrão para contagem;

pH – potencial hidrogeniônico;

POF – Pesquisas de Orçamentos Familiares;

PVC – Polyvinyl chlorid;

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada;

RMF – Resíduo mineral fixo

S. – *Staphylococcus*;

SINDICARNES – Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo;

Spp – sub-espécie;

TCA – ácido tricloroacético;

TH – tireoidite de Hashimoto;

TPA – análise do perfil de textura;

T<sub>3</sub> – tri-iodotironina;

T<sub>4</sub> – tiroxina;

UBABEF – União Brasileira de Avicultura;

UMDQ – Umidade na massa desengordurada do queijo;

URA – umidade relativa do ar.

## LISTA DE SÍMBOLOS

% - percentual;

°C – graus Celsius (unidade de temperatura);

kg - quilograma (unidade de medida de massa);

$\alpha$ 1-CN – alfa s1 caseína;

J – Joule

pH – potencial hidrogeniônico;

mL – mililitro – (unidade de medida de volume);

mg – miligrama (unidade de medida de massa);

N- Newton

g – grama (unidade de medida de massa);

Log – Logaritmo;

m/m – massa/massa;

Mcg – micrograma;

mg/100g – miligramas de soluto por 100 gramas de solução ou de amostra.

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>2.OBJETIVO</b> .....	<b>19</b>
2.1 Objetivo Geral .....	19
2.2 Objetivo Específico .....	19
<b>3.REVISÃO DALITERATURA</b> .....	<b>20</b>
3.1 Papel do cloreto de sódio na alimentação .....	20
3.2 O papel do sódio na saúde .....	23
3.3 O papel do sal na fabricação de queijo .....	26
3.4 A redução de sódio .....	27
3.5 Queijo.....	30
3.6 Queijo de coalho .....	31
3.6.1 Características físico-químicas do queijo de coalho.....	32
3.6.2 Características tecnológicas do queijo de coalho .....	34
3.7 Alterações microbiológicas do queijo de coalho .....	36
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
4.1 Localização .....	38
4.2 Desenho Experimental .....	38
4.3 Determinações analíticas .....	39
4.3.1 Tecnologia de fabricação do queijo de coalho.....	39
4.3.2 Amostragens dos queijos durante a estocagem .....	41
4.3.3 Análises físico-químicas dos queijos de coalho .....	41
4.3.4 Análises microbiológicas.....	42
4.3.5 Avaliação da capacidade de derretimento do queijo de coalho .....	43
4.3.6 Análise de perfil de textura dos queijos .....	43
4.3.7 Análise sensorial.....	44
4.3.8 Análise estatística .....	45
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>
5.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de coalho.....	45
5.1.1 Composição centesimal .....	45
5.1.2 Composição mineral média .....	48
5.1.3 Atividade de água .....	49
5.2 pH e proteólise ao longo do tempo de estocagem .....	51
5.2.1 pH .....	51

5.2.2 Extensão da proteólise .....	53
5.2.3 Profundidade da proteólise .....	55
5.3 Derretimento.....	56
5.4 Análise do perfil de textura .....	58
5.5.1 Dureza .....	58
5.5.2 Adesividade .....	59
5.5.3 Coesividade .....	60
5.5.4 Elasticidade .....	61
5.5.4 Mastigabilidade .....	62
5.6 Análises microbiológicas dos queijos de coalho.....	63
5.6.1. Coliformes a 30°C .....	64
5.6.2. Coliformes a 45°C .....	65
5.6.3. fungos filamentosos e leveduras.....	67
5.6.4. mesófilos aeróbios .....	68
5.6.5. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	69
5.7 Análise sensorial .....	70
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>73</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A procura por uma alimentação mais saudável com melhoria da qualidade de vida e redução de doenças é um tema atual, que tem despertado a atenção dos consumidores. A redução de nutrientes, que em excesso, fazem mal a saúde é uma realidade, e pode-se destacar entre esses: a gordura, o açúcar e o sal.

Grande parte da população apresenta um consumo excessivo de sódio, em níveis acima do recomendado. O alto consumo desse mineral está correlacionado com o aumento da pressão arterial e com o aumento de doenças cardiovasculares.

O Ministério da Saúde tem criado acordos para redução de sódio em alguns alimentos como forma de colaborar com a saúde da população. Dentre os produtos com alto teor de sódio, destacam-se os queijos.

O queijo de coalho é um queijo brasileiro, com destaque, devido ao seu regionalismo. É um dos queijos mais tradicionais e possui uma simplicidade na sua tecnologia. Dentre os derivados lácteos, o queijo de coalho apresenta grande popularidade e é encontrado principalmente na região Nordeste, onde se destacam os estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Porém, está presente em outras regiões do país, como na região Sudeste onde se pode observar um aumento no consumo desse alimento.

Esse queijo apresenta alto teor de sódio, em média, em torno de 2% m/m, embora essa quantidade não seja padronizada. A utilização do cloreto de sódio controla as reações enzimáticas dos micro-organismos, pois atua na redução da atividade de água. Este sal influencia também na maturação do queijo, no desenvolvimento de aroma e sabor, e também afeta a textura.

Existem processos tecnológicos utilizados para substituição do cloreto de sódio, visando à redução do teor deste mineral nos alimentos. Dentre os processos, existe a redução do teor de sódio e a substituição por outros componentes. O substituto parcial do cloreto de sódio mais tradicional é o cloreto de potássio (KCl). Muitos estudos, em diversos alimentos, já foram feitos para verificar a influência da substituição do sódio pelo potássio.

A indústria alimentícia possui interesse em procurar alternativas viáveis para a redução dos teores de sódio nos alimentos, sem alterar a integridade física, química, microbiológica e sensorial do produto.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da redução do sódio com o uso de cloreto de potássio nas características do queijo de coalho, de forma que essa redução não comprometa as características do produto e sua aceitação pelo consumidor.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Avaliar o impacto da redução do sódio nas características físico-químicas dos queijos de coalho;
- Avaliar a proteólise e o pH dos queijos com baixo teor de sódio ao longo da maturação;
- Determinar o teor de minerais nos queijos de coalho e a redução do sódio;
- Avaliar a aceitabilidade desse novo produto pelo consumidor;
- Avaliar as mudanças no perfil de textura do queijo com baixo teor de sódio durante a sua maturação;
- Avaliar a propriedade funcional do queijo de coalho com teor reduzido de sódio e
- Determinar a influência da redução do sódio na microbiota do queijo de coalho.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Papel do cloreto de sódio na alimentação

O sal consumido pelos seres humanos ou popularmente conhecido como “sal de cozinha” é definido pela legislação brasileira na resolução RDC nº 28/2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), como “cloreto de sódio cristalizado, extraído de fontes naturais, adicionado obrigatoriamente de iodo”. O cloreto de sódio deve conter cristais de coloração branca em sua apresentação, grãos de forma constante e invariável, sem cheiro e sabor salgado característico. O sal não pode conter sujidades ou impurezas assim como, micro-organismos indesejados. De acordo com a legislação vigente, o cloreto de sódio (sal), pode conter aditivos que evitam a retenção de umidade (BRASIL, 2000).

A principal fonte do consumo de sódio na alimentação é o cloreto de sódio (NaCl), que contém 40% do sódio em sua composição (OTTONI; SPINELLI, 2014).

Nas últimas décadas, o consumo de sal na maioria dos países tem sido excessivo, variando de 9 a 12 g por pessoa por dia. Em contraste, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda uma ingestão diária, para adultos, de, no máximo, 5 g de sal (equivalentes a 2000 mg de sódio) (NILSON et al., 2012). Essa recomendação também é preconizada pelas novas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013), onde estabelece que os adultos devam consumir menos de 2000 mg de sódio e, pelo menos, 3510 mg de iodo por dia.

Preocupado com o consumo de sódio pela população brasileira, o Ministério da Saúde resolveu propor acordos visando à redução de sódio nos alimentos com a definição das categorias de alimentos que mais contribuem para a ingestão de sódio pela população. Uma referência importante para a decisão foram as Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF), realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que permitem a obtenção de informações sobre despesas e aquisição alimentar domiciliar e, desde sua edição 2008/2009, apresenta o consumo alimentar pessoal a partir dos dez anos de idade (IDEC, 2014).

As pesquisas elaboradas pelo IBGE avaliaram as categorias de alimentos que mais contribuem para a ingestão humana de sódio pelos brasileiros. Com isso foram criados dois critérios para que as categorias dos alimentos fossem escolhidas quanto à redução do teor de sódio pelo Ministério da Saúde. A primeira categoria engloba os

alimentos com alto teor de sódio na sua composição. Na segunda categoria destacam-se os alimentos muito consumidos pela população e que apresentam grande contribuição na ingestão de sódio (IDEC, 2014). A Figura 1 é baseada na última pesquisa da POF, e destaca as várias categorias existentes no Brasil a respeito de alimentos que contribuem para a ingestão de sódio pela população.

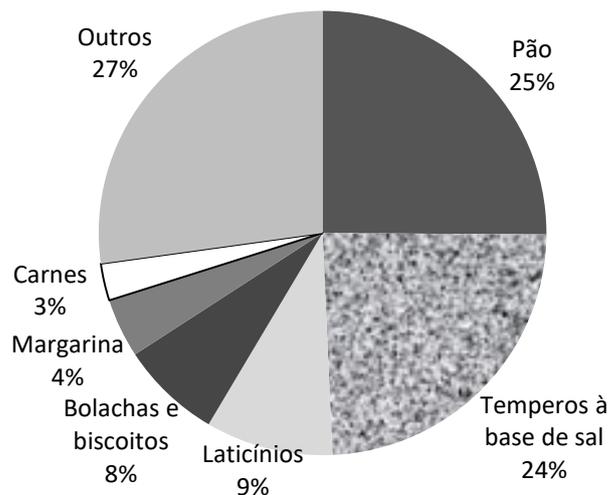


Figura 1. Participação (%) das categorias de alimentos na ingestão de sódio na população brasileira. Fonte: Adaptado de Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF) 2008-2009.

Um estudo realizado por Martins et al. (2015) apresentou dados de aquisição de alimentos analisando a contribuição de cada categoria segundo a participação das marcas no mercado. Constatou-se que 37% do sódio na alimentação é proveniente de apenas cinco alimentos: bacon (8%), pão (10%), leite (6%), queijo (5%) e molhos (9%). E ainda, que as marcas líderes de mercado eram as que possuíam maior teor de sódio.

Na dieta americana, os produtos lácteos contribuem com 11% da ingestão total de sódio e no Reino Unido, o leite e os produtos lácteos contribuem com 8% da ingestão total de sal na dieta (SAINT-EVE et al., 2009).

Além disso, dependendo do tipo de queijo, o consumo de uma porção de 40 gramas pode fornecer 10% do total da ingestão diária recomendada de sal. O queijo Cheddar, por exemplo, possui 615 a 620 mg de sódio em 100 g de queijo,

correspondendo a aproximadamente 8% do valor diário recomendado por porção de acordo com a Food and Drug Administration (FDA, 2011).

O consumo dos queijos pode variar entre os consumidores (Figura 2) e, portanto, esses resultados são bastante alarmantes do ponto de vista da saúde pública e contribuem significativamente para a ingestão de sódio pela população (FELICIO et al., 2013).

Classes de Renda	Representação da Classe na População do Brasil (%)	Aquisição de Alimentos (gramas/dia)	Consumo de Sal (gramas/dia)	Consumo de Sódio (gramas/dia)	Participação da Indústria no Total (%)	Representação da Classe na População do Brasil
<b>A</b>	8,99	1655,3	12,85	5,04	33,2	8,99
<b>B</b>	22,61	1230,6	10,93	4,29	29,6	22,61
<b>C</b>	29,36	989,3	11,24	4,41	22,9	29,36
<b>D</b>	17,42	840,0	11,09	4,35	19,6	17,42
<b>E</b>	21,63	674,7	10,26	4,02	17,2	21,63

Figura 2. Consumo Diário de Alimentos, Sal e sódio Per Capita/Classe de Renda. Fonte: Adaptado da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), 2011.

Uma pesquisa realizada em 2014, mostrou que em seis queijos Parmesão analisados, o teor médio de sódio encontrado foi de 1.080 mg/100g com resultados variando entre 580 mg até 1.787 mg/100g. Ou seja, considerando 2000 mg de sódio como recomendação, 100 gramas desse queijo contribuiriam com 54% da recomendação diária de sódio. No mesmo estudo, analisando 7 queijos Prato, o teor médio de sódio encontrado foi de 527 mg/100g com resultados entre 337 mg até 776 mg, o que representaria uma contribuição de 26,35% da dieta em relação ao sódio. Em relação aos 16 queijos Muçarela analisados, o teor médio de sódio encontrado foi de 573 mg/100g com resultados variando entre 331 mg até 1.027 mg, que contribui com 28,65% da ingestão de sódio recomendada (ANVISA, 2015).

Felicio et al. (2013) analisaram o teor de sódio de diferentes queijos, e verificaram que o requeijão contribuiu significativamente para a ingestão diária de sódio, fornecendo quase 20% da recomendação diária máxima, seguido pelo Minas

Padrão, Prato, Muçarela e queijo Minas Frescal, que forneceram 17,8%, 17,6%, 17,2% e 14,2%, respectivamente.

No Brasil, os alimentos industrializados apresentaram uma redução significativa no teor de sódio, devido a um acordo entre o governo e as indústrias responsáveis. O acordo foi registrado em 5 de Novembro de 2013 e firma um compromisso entre o Ministério da Saúde, a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), Associação Brasileira de Queijos (ABIQ), Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS), Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo (SINDICARNES) e União Brasileira de Avicultura (UBABEF) com o intuito de formular metas nacionais para que o sódio seja reduzido nos alimentos processados. O objetivo inicial é pactuar estratégias que contribuem no setor de industrialização de alimentos para que o consumo do cloreto de sódio seja reduzido pela população nacional para menos de 5g de sal por pessoa/dia até 2020, em categorias prioritárias de preparações de alimentos que são disponibilizados para o consumo humano, tais como: laticínios, sopas e produtos cárneos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

### **3.2 O papel do sódio na saúde**

O sódio no corpo humano desempenha um papel fundamental no controle de água dentro das células, responsável pela regulação da pressão nas artérias, da pressão osmótica no corpo e envio dos impulsos nervosos. Por ser o mineral em maior abundância nos líquidos extracelulares, permite o deslocamento dos nutrientes, sendo indispensável para a sobrevivência humana, com participação em inúmeras funções metabólicas (DOYLE; GLASS, 2010).

Mesmo sendo essencial para as funções corpóreas, quando em quantidades abusivas, o sódio causa retenção de água no corpo, com o aumento do volume hídrico no seu interior, o que acarretará na elevação da pressão arterial. Em consequência do acúmulo de sódio no interior do corpo humano, esse mineral provoca alguns problemas de saúde, tais como: câncer, problemas renais, cardíacos e também acidente vascular cerebral (AVC) (WHO, 2003; HE, MACGREGOR, 2011; WYNESS et al., 2012).

Estudos relataram que o consumo excessivo do cloreto de sódio está associado ao desenvolvimento de doenças neurológicas, osteoporose, câncer de estômago, asma e obesidade (RODRIGUES et al., 2016). Esse consumo excessivo é também

um dos três fatores alimentares modificáveis altamente correlacionados com a mortalidade (AGARWAL et al., 2011).

A relação entre o sal e a pressão arterial (PA) tem sido considerada há várias décadas e, atualmente, a maioria dos estudiosos concorda com a tese de que a ingestão excessiva de sal eleva a PA. O excesso de sódio corporal total e o consequente aumento do volume extracelular podem estar atribuídos a elevação da PA (NILSON et al., 2012; SARNO et al., 2013).

Com os avanços na área médica, especialmente nos conhecimentos fisiopatológicos e das crescentes possibilidades terapêuticas, a hipertensão arterial sistêmica (HAS), persiste como uma doença de grande impacto na morbimortalidade geral e pelo elevado custo socioeconômico, principalmente em decorrência de suas complicações (LOPES, 2013).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) apresentou um plano de ação global entre os períodos de 2013 a 2020 com foco em quatro doenças crônicas não transmissíveis (doenças respiratórias crônicas, câncer, diabetes e doenças cardiovasculares), sendo que essas representam as principais ocorrências de morbidade e mortalidade em todo o planeta, possuindo quatro fatores de risco em comum: consumo excessivo de álcool, tabagismo, inatividade física e alimentação não saudável. Entre as diversas ações propostas para a divulgação de uma alimentação saudável está a redução de 30% no consumo do sódio em toda a população, cessar o crescimento do diabetes e da obesidade e principalmente a diminuição da hipertensão arterial (MINISTERIO DA SAÚDE, 2011).

Uma das metas propostas pela OMS foi a diminuição na ingestão de sódio para 5 g de cloreto de sódio/pessoa/dia, ou conseguir uma redução de 6,9% do consumo de sódio por ano. Através de pesquisas, constatou-se que no Brasil, o consumo médio individual de sódio é de 12g/dia, o que gera um desafio para atingir a meta de redução estabelecida pela OMS (MALTA; SILVA JR, 2013).

Análises de custo-benefício relatam que pequenas reduções no consumo de sódio pela população demonstrariam benefícios na saúde dos indivíduos e como consequência ocorreria uma redução nos custos com o tratamento de doenças (SARNO et al., 2013).

A ingestão de quantidades inferiores a 5 g de sal por dia contribui de forma direta com a diminuição da pressão arterial, entretanto, grande parte dos seres humanos incluindo as crianças, ingerem elevados níveis desse nutriente. O cloreto de

sódio disponibiliza, além do sódio, o iodo aos seres que o ingerem (OTONNI; SPINELLI, 2013).

O iodo é considerado como um mineral ultra-traço, encontrado no corpo em pequenas quantidades (microgramas). O iodo é armazenado na glândula tireóide, na qual é utilizado na síntese de tri-iodotironina (T<sub>3</sub>) e tiroxina (T<sub>4</sub>). A ingestão de iodo de 150 mcg/dia foi sugerida como suficiente para todos os adultos e adolescentes, pelo Instituto Americano de Medicina (MAHAN; ECOTT-STUMP, 2011).

Estima-se que dois bilhões de pessoas que vivem no mundo, em especial nos países menos desenvolvidos, apresentem risco de deficiência de iodo. Esses indivíduos podem ter uma deficiência de iodo moderada, mesmo quando não é evidente o bócio, uma condição grave na qual ocorre um aumento do volume da glândula tireóide (LOPES, 2013).

Para o tratamento de doenças geradas pela deficiência desse mineral, é recomendado o uso do sal iodado, da administração oral de óleo iodado ou suplementos de iodo (MAHAN; ECOTT-STUMP, 2011).

No Brasil, só em 1953 foi elaborada a primeira lei (nº 1.944, 14 de agosto de 1953) com a obrigatoriedade da iodação do sal para o consumo populacional. Em 2003, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por intermédio da regulamentação de Diretoria Colegiada (RDC, nº130), regulamentou entre 20 e 60 mg/kg a proporção ideal de iodo no cloreto de sódio para o consumo humano (PONTES et al., 2009).

A ANVISA, por meio da portaria RDC 23/2013, propôs a redução do sódio e de forma indireta, ocorrerá também a redução do iodo. A faixa sugerida pela ANVISA passou a ser de 15 a 45 mg de iodo/kg de sal. Essa portaria destaca também que existe uma grande margem de segurança entre a recomendação da OMS e a quantidade de iodo disponibilizada no sal de cozinha, para assegurar as pessoas que consomem menos sal que a média nacional. A Portaria também contempla os grupos de pessoas que necessitam de maiores quantidades de iodo que a média nacional como, por exemplo, as mulheres grávidas e também considera as perdas do iodo no sal de cozinha dependendo da validade do produto e da cadeia de distribuição (ANVISA, 2013).

Essa proposta de redução de sódio, e também de iodo, contribuirá com a redução de doenças decorrentes do consumo excessivo do iodo. O hipotireoidismo atinge até 40% das pessoas e a principal causa dessa alteração, em áreas suficientes

de iodo (áreas que apresentam consumo excessivo do iodo), é a tireoidite crônica linfocítica também conhecida como tireoidite de Hashimoto (TH) (ALCÂNTARA-JONES, 2015). Sendo esta, uma doença decorrente de um problema na função imunológica, autoimune e que pode causar o hipotireoidismo. Estudos mostram grandes evidências de carcinoma papilífero da tireoide (CPT), por decorrência da tireoidite de Hashimoto, mostrando assim a grande importância na prevenção desta enfermidade (CAMANDAROBA, 2009; GIRARDI, 2015; JONES, 2015).

Devido à manifestação de doenças, a redução de sódio nos alimentos ingeridos pelos seres humanos vem sendo destaque nos últimos anos, por meio de políticas públicas de saúde em todos os continentes, com o intuito de controlar e prevenir doenças (WHO, 2003; HE et al., 2011; WYNESS et al., 2012). A Finlândia, o Japão e a Inglaterra se destacam pelas importantes ações populacionais que visam à diminuição do consumo de sódio nos alimentos. Desde a década passada, essa redução de sódio vem sendo adotada por vários países como prioridade na saúde populacional, incluindo o continente americano (NILSON et al., 2012).

Além disso, foram realizados cálculos que averiguaram que, em um período de 10 anos, uma redução de 15% no consumo de sal da população de 23 países, representaria uma redução de 80% da carga de doenças crônicas e poderia prevenir 8,5 milhões de mortes (GRIMES et al., 2009).

O desenvolvimento de estratégias para reduzir o teor de sal em alimentos processados e atingir metas para reduzir os níveis de sódio, estimula técnicas e métodos inovadores. Destaca-se que o sucesso nas técnicas de redução do teor de sal nos alimentos é um problema multidimensional, que envolve a natureza do produto, sua composição e o processamento industrial específico de cada produto (RODRIGUES et al., 2016).

### **3.3 O papel do sal na fabricação de queijo.**

As principais fontes dietéticas de sódio são o sal (NaCl) como condimento ou como alimento processado que contém cloreto de sódio (NaCl) como aditivo. O NaCl desempenha um papel chave em prolongar a vida útil dos alimentos e na melhoria das qualidades de processamento. Além disso, o gosto salgado manifestado pelo NaCl é uma importante propriedade sensorial dos produtos processados, dentre esses, pode-se destacar os queijos (DAVAATSEREN, 2014).

Dentre as várias etapas da fabricação de um queijo, a salga apresenta grande relevância, pois, o sal apresenta diversas funções como: contribui com o controle microbiológico e atividades bioquímicas por meio da redução da atividade de água, participa na etapa de sinérese do queijo, interfere no equilíbrio mineral, regula diversos processos físico-químicos e enzimáticos, auxilia na conservação e durabilidade (MURTAZA et al., 2014).

Além da função de contribuir com o sabor do produto, o sal possui um papel importante de prevenção em relação às características sensoriais, pois intensifica outros sabores e reduz a percepção do gosto amargo, e assim cumpre papéis determinantes para a satisfação do consumidor (KAMLEH et al., 2012).

A ativação das enzimas nos queijos é devidamente controlada pelo teor de cloreto de sódio que deve estar entre 0,5 a 2,5% de sal na umidade, para que as proteases e lipases sejam ativadas (PAULA, 2009). A proteólise endógena do leite ocorre devido à atividade da plasmina e das proteases produzidas pelas células somáticas (COELHO et al., 2012). A extensão da proteólise é um fator indicativo da proteólise primária e ocorre principalmente pela ação proteolítica do coalho ou coagulante residual no queijo. A atividade proteolítica em queijos é principalmente determinada pelos níveis presentes de coalho residual e enzimas nativas do leite (DE RENSIS et al., 2009; SILVA et al., 2011).

A microbiota dos queijos divide-se em dois grupos, sendo esses as bactérias lácticas (BL) e os micro-organismos secundários. As BL são responsáveis pela transformação da lactose em ácido láctico durante a fabricação do queijo, suas enzimas contribuem também com a maturação, e estão envolvidas na proteólise e na conversão de aminoácidos em substâncias voláteis responsáveis pelas propriedades sensoriais do produto (BERESFORD et al., 2011).

### **3.4 A redução de sódio**

O sal tem sido usado na preparação de alimentos desde a pré-história e ainda é rotineiramente adicionado nos processos de fabricação de alimentos modernos. O sal pode ser adicionado à mesa ou durante o cozimento; no entanto, uma grande quantidade de sal dietético se origina de alimentos processados, aproximadamente, 60-70% do sal dietético diário adulto (DURAK, et al., 2008).

Existem duas maneiras viáveis para que o sódio seja controlado no queijo. A primeira é a substituição do cloreto de sódio por outros constituintes que darão o

mesmo sabor ao produto; a outra maneira é a redução de sal utilizado na salga dos queijos (JOHNSON et al., 2009).

A substituição do sódio de forma parcial pode ser realizada substituindo o NaCl (cloreto de sódio) por  $\text{CaCl}_2$  (cloreto de cálcio), KCl (cloreto de potássio) e  $\text{MgCl}_2$  (cloreto de magnésio) (GUINEE; O'KENNEDY, 2007). A substituição do cloreto de sódio geralmente altera o sabor do queijo que apresenta níveis consideráveis de amargor (RUYSSSEN et al., 2013).

As alterações de sabor e textura no queijo oriundas dos substitutos do NaCl podem ser devidamente explicadas devido as diferenças químicas do cloreto de sódio com os outros sais existentes ou na utilização de substitutos. Entretanto, o KCl (cloreto de potássio) é o mais semelhante ao NaCl e, contudo, tem apresentado os resultados mais significativos nas pesquisas elaboradas até o presente momento (JOHNSON et al., 2009).

O cloreto de potássio é o mais utilizado na substituição do cloreto de sódio, sendo também, o mais viável. Estudos demonstram que uma ingestão de potássio na dieta pode diminuir o efeito da indução de sódio, hipertensão arterial, diminuição da excreção urinária de cálcio e assim, potencialmente proteger a massa esquelética (KAMLEH et al., 2012).

Na substituição do sódio pelo potássio, ocorrem trocas controladas de cálcio com o potássio, que acarreta no sequestro do cálcio e hidratação da para-kapa-caseína causada pela troca do potássio com cálcio. Isso resulta, portanto, em propriedades funcionais e sensoriais similares ao queijo feito com cloreto de sódio (CHAVHAN et al., 2015).

A substituição do cloreto de sódio pode ser total ou parcial. A substituição total do NaCl (cloreto de sódio) por KCl (cloreto de potássio) não tem demonstrado resultados satisfatórios, pois, apresentam produtos com gostos não atraentes ao público como sabor com resíduos metálicos, alterações rigorosas de textura e queijos extremamente amargos (GUINEE; O'KENNEDY, 2007). Essa substituição deve ser feita de forma que garanta uma minimização do impacto sensorial no produto final (CRUZ et al, 2011).

Vários estudos avaliaram o potencial do cloreto de potássio como substituto do cloreto de sódio, em relação à qualidade do processamento e armazenamento do queijo. Entre esses inclui-se: o queijo Minas Frescal (GOMES et al., 2011), queijo Gouda (RUYSSSEN et al., 2013), queijo Muçarela (GANESANET al., 2014, CHAVHAN

et al.,2015), Cheddar (GRUMMER et al., 2012, GANESAN et al.,2014), queijo salgado branco (AL-OTAIBI; WILBEY, 2006), queijo Fynbo (SIHUFE et al., 2003) e Halloumi (AYYASH; SHAH, 2010, 2011a, KAMLEH et al., 2012).

O problema mais comum na utilização do cloreto de potássio como substituto do cloreto de sódio é o sabor metálico que confere ao produto, alguns ainda relatam que o produto fica mais doce neste tipo de substituição (KISHIMOTO et al., 2013). Outros estudos também relataram que essa substituição afeta negativamente as propriedades sensoriais desses produtos (CAUVAIN, 2007, CHAVHAN et al., 2015, NASCIMENTO et al.,2005).

Gomes et. al. (2011) testaram teores de KCl de 0%, 25%, 50% e 75% em queijo Minas Frescal e relataram que para que não haja descaracterização do produto, a substituição do NaCl pelo KCl não deve ser maior que 25%.

Grummer et al. (2013) utilizaram intensificadores de sabor de modo a reduzir as alterações insatisfatórias geradas pela substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio, principalmente o gosto amargo e sabor metálico que geralmente ocorre. Um dos intensificadores utilizados foi uma mistura de extrato de proteína vegetal também denominada de levedura hidrolisada, que gera um sabor "bloqueador de potássio" natural, inosinato de dissódio ou guanilato de dissódio foram misturados com a mistura (cloreto de sódio e cloreto de potássio), visando à redução do teor de sódio e todos esses ingredientes foram adicionados à coalhada no momento da salga. Detectou-se uma redução significativa nos gostos indesejáveis pelo consumidor, devido à contribuição do aroma do queijo. Porém, algumas alterações químicas afetaram negativamente a preferência dos consumidores, como a redução do pH e aumento da umidade.

Rodrigues et al. (2014) utilizaram intensificadores de sabor na fabricação do queijo Muçarela com baixo teor de sódio usando misturas de sal. As três formulações de queijo Muçarela foram: formulação A, denominada de controle, produzida apenas com NaCl (redução de sódio a 0%), formulação B (redução de sódio a 30%) e formulação C (redução de sódio a 54%). As formulações foram produzidas utilizando uma mistura de sal que possuía na sua constituição: NaCl, KCl e glutamato monossódico em concentrações variadas. Os pesquisadores concluíram que os teores de sal não impactaram negativamente e afirmaram que a utilização da mistura de sal é uma alternativa viável para a produção de Muçarela, com uma redução de até 54% de sódio, mantendo aceitável a percepção de gosto salgado.

Felicio et al. (2016) também utilizaram a arginina como mascarador de sabor em um estudo com queijo Minas Frescal. Os autores verificaram que a adição de arginina foi interessante, pois além de melhorar o produto sensorialmente, também forneceu benefícios metabólicos para o ser humano. A utilização da arginina contribuiu para que conseguisse uma redução de 50% no teor de sódio do produto.

### **3.5 Queijo**

As primeiras datas que descrevem a origem do queijo são oriundas da história antiga, quando os nômades que viviam no continente africano e no oriente médio se deslocavam em grandes caravanas e o transporte do leite era realizado em bolsas fabricadas com o couro estomacal de animais. O leite coagulava com o contato com o couro, devido à ação das enzimas presentes no mesmo. Com isso, os primatas da época desenvolveram a primeira forma de conservar o leite, através da massa coagulada que posteriormente seria ingerida e degustada (PERRY, 2004).

Atualmente a classificação dos queijos tem como base característica oriundas do tipo de leite utilizado, tempo de maturação, consistência da massa, do tipo da casca, do teor de gordura, do tipo de coagulação, dentre outros fatores importantes (DAGOSTIN, 2011).

Segundo os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (Brasil, 1996), queijo é um produto maturado ou fresco oriundo da separação do soro do leite, coagulado pela ação de produtos químicos, podendo ser agregados de substâncias alimentícias e/ou condimentos e/ou especiarias, sendo totalmente apto para alimentação humana. A legislação vigente completa a definição, destacando que o nome queijo é exclusivo para produtos a base de leite que não contém gordura ou proteína proveniente de outra fonte.

Em países europeus, o consumo médio anual de queijos é de 20 kg, enquanto no Brasil, consome-se anualmente em média 2,3 kg de queijo por habitante. Este valor vem crescendo com o decorrer dos anos, principalmente em comparação com outros países, como a Argentina e/ou países europeus (PERRY, 2004).

É imprescindível que a matéria-prima apresente elevada qualidade de processamento para se obter produtos de altíssima qualidade e que o consumidor tenha a sua saúde protegida de forma devida (MATTOS et al., 2010).

### 3.6 Queijo de coalho

Em uma época anterior a atual, o queijo de coalho era preparado com o leite coagulado por intermédio do coalho animal que são conhecidos como coaguladores naturais, sendo esses: pedaços estomacais de animais (preá, bezerro, cabrito e mocó) (CAVALCANTE et al., 2007).

O queijo de coalho é um alimento muito apreciado devido as suas propriedades sensoriais, apresenta um sabor ligeiramente salgado e ácido, aroma suave e textura compacta e macia. Este queijo é produzido e consumido há mais de 150 anos (BEZERRA et al., 2016).

Esse queijo tem grande importância na renda dos produtores e pecuárias do setor. Esta atividade produtiva é constituída por pequenos produtores residentes, principalmente, na zona rural, principal fonte financeira devido ao consumo em larga escala no país (MARTINS; SILVA, 2006).

É considerado como um patrimônio da população nordestina, que desperta o interesse dos agentes promotores do desenvolvimento, dos produtores, de instituições públicas e privadas e gestores públicos (MENEZES, 2011).

O queijo de coalho tem o seu consumo de várias formas sendo: frito, fresco, assado ou como acompanhante em pratos típicos principalmente na região Nordeste do país. Entre as diferentes formas de consumo, o queijo assado é o que apresenta maior preferência pelos consumidores, principalmente nas regiões litorâneas do Brasil, onde está ganhando espaço gradualmente e é consumido assado na brasa (MOREIRA et al., 2014).

O produto tem grande destaque como ingrediente das preparações culinárias do Nordeste brasileiro. Está incluído em pratos típicos que são de grande apreciação entre os turistas que visitam a região durante o ano. É consumido, também, como petisco. Agrada diversos grupos sociais, étnicos e econômicos por apresentar uma grande versatilidade no seu uso (ALMEIDA et al., 2013).

No Nordeste do país é onde se encontra a maior parte dos produtores e conseqüentemente a maior produção, sendo estas, obtidas por meio de pequenas e médias produtividades, movimentando por mês uma quantia em torno de 10 milhões de reais, sinalizando uma importante fonte de renda para a região, no âmbito social. Apesar da imensa popularidade entre os consumidores e a importância econômica do produto, as queijarias não dispõem de tecnologia adequada para a melhoria da qualidade e produtividade do queijo de coalho. O processo é artesanal a partir do leite

cru, entretanto, este processo deveria acompanhar a evolução das técnicas existentes de outros queijos nacionais (FILHO et al., 2009).

Empresas do setor e cooperativas produtoras começaram a fabricar e comercializar este produto devido ao aumento do consumo desse tipo de queijo, pela sua aceitação e o característico sabor do produto. Nestas empresas, o leite cru é pasteurizado e obtém-se um produto microbiologicamente seguro. Este aquecimento térmico tem como objetivo eliminar bactérias patogênicas e gera um produto com características diferentes das que se encontram no queijo de coalho de fabricação artesanal (CARDOSO, 2009).

Conforme Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ, 2012), o consumo do queijo coalho tem apresentado um crescimento relevante, que é devidamente comprovado pela produção anual de queijo coalho em laticínios sob a inspeção de órgãos federais. A partir do ano de 2008, a ABIQ começou a contabilizar a produção nacional de queijo coalho em palito nos laticínios federais, devido à importância e expressividade do crescimento desse tipo de queijo. Dois anos após, já em 2010 sua produção foi contabilizada em 3.680 toneladas do produto, no ano seguinte ocorreu um aumento e a produção foi de 3.850 toneladas do produto.

Devido ao crescente consumo do produto, existe uma legislação nacional específica, por intermédio do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos (Brasil, 1996), o qual descreve requisitos de obrigatoriedade a serem cumpridos e os padrões de identidade e qualidade que esse produto deve conter para ser fabricado e destinado ao consumidor final (SOUZA et al., 2014).

### **3.6.1 Características físico-químicas do queijo de coalho**

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de coalho define esse tipo de queijo como um produto obtido pela coagulação do leite pasteurizado, ou tratamento térmico correto do leite, assegurando assim a fosfatase alcalina negativa dos resíduos, por intermédio do coalho industrial ou enzimas coagulantes apropriadas para o fim, podendo ser complementada pela ação de bactérias lácticas, devendo obrigatoriamente ser comercializados com até 10 (dez) dias após a fabricação (BRASIL, 2001a).

Este produto segue também a classificação como um queijo de média a alta umidade, apresentando uma umidade entre 36% a 54,9%(m/m) e um percentual de gordura no extrato seco entre 35% e 60% (m/m) em sua constituição, com massa

cozida ou previamente cozida. Deve apresentar ainda, estas características: olhaduras pequenas ou sem olhaduras, lembrando massa coalhada, casca não muito bem definida, odor ligeiramente ácido, crosta fina e sem trinca, brando sabor, podendo ser salgado, textura macia, consistência elástica e a cor branco-amarelado (BRASIL, 2001a).

O Regulamento Técnico relata que as características do processo de fabricação do queijo de coalho são: coagulação do leite em torno 40 minutos, remoção parcial do soro, corte e mexedura da massa; aquecimento da massa através da água quente ou processo de vaporização indireta até obtenção da massa semicozida (até 45<sup>o</sup>) ou cozida (entre 45 e 55<sup>o</sup>C), adição do cloreto de sódio à massa, prensagem, secagem, embalagem e estocagem em temperatura média de 10 a 12°C, normalmente até 10 dias (BRASIL, 2001a). Os limites microbiológicos previstos pela Resolução RDC nº 12/2001 são tolerância máxima de 500 UFC/g de coliformes termotolerantes, 500 UFC/g de *S. coagulase* positiva, ausência de *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp. (BRASIL, 2001b).

Para produzir 1 Kg de queijo de coalho, utilizam-se na sua produção, em média, 10 litros de leite, podendo variar entre oito e doze litros (FEITOSA et al., 2003).

Os teores de cloreto de sódio, umidade e gordura variam muito entre os queijos produzidos em diversas regiões e também de forma artesanal e industrial (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de cloreto de sódio, umidade e gordura em queijos de coalho

<b>Cloreto de sódio (%)</b>	<b>Umidade (%)</b>	<b>Gordura (%)</b>	<b>Região pesquisada</b>	<b>Tipo de produção</b>	<b>Referência</b>
1,75	55,81	23,30	Município de Currais Novos - RN	Artesanal	GOMES et al., 2013.
3,3	---	---	Estado do Ceará	Artesanal	ANDRADE et al., 2005
1,81 a 1,92	---	---	Município de Feira de Santana - BA	Artesanal	TESHIMA et al., 2004.
2,01 a 3,88	---	---	Município de Jucati- PE	Artesanal	FREITAS FILHO et al., 2009.

5,48	45,50 a 51,50	36,59 a 48,16	Região do sertão de Alagoas	Artesanal	SILVA et al., 2010.
2,43	---	---	Município de Caicó - RN	Artesanal	NASSU et al., 2010.
---	44,30	28,00	Aracaju - SE	Artesanal	SANTOS et al., 2008.
---	45,28	29,50	Itabaiana - SE	Artesanal	SANTOS et al., 2008.
---	40,13	24,36	Gloria - SE	Artesanal	SANTOS et al., 2008.
1,73 a 1,93	31,5 a 42,73	---	Campinas – SP	Industrial	CAVALCANTE et al., 2007.
1,61 a 2,10	18,20 a 41,92	---	Municípios de Jaguaribe, Morada Nova e Quixeramobim no estado do Ceará.	Industrial	CHINELATE et al. (2004).
1,5	---	---	Município de Salvador - BA	Industrial	MAMEDE et al., 2010.
2,40	61,85	27,30	Município de Currais Novos - RN	Industrial	GOMES et al., 2013.
---	14,38 a 24,08	---	Estados de Pernambuco, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe e Paraíba.	Industrial	SOUSA et al., 2014.
---	45,14	21,74	Recife – PE.	Industrial	VAZ et al., 2003.

### 3.6.2 Características tecnológicas do queijo de coalho

Uma das características mais exigidas pelos consumidores do queijo de coalho é a resistência quando aquecido, ou seja, o derretimento. Esta característica que define a aquisição do produto, sendo esta, mais importante que o sabor. O derretimento é controlado com as diferentes técnicas utilizadas na fabricação do produto, a proteólise no período de maturação e estocagem do queijo de coalho (SOBRAL et al., 2007).

Podem-se destacar diversos pontos críticos na fabricação do queijo de coalho: utilização de fermento lácteo ou não, sendo que este pode acarretar na desmineralização da massa. Também o conteúdo de gordura láctea, a temperatura

ideal da coalhada, o teor de cloreto de sódio no queijo, o tempo de maturação e o teor de gordura do queijo (FURTADO, 2005).

Fatores que interferem na capacidade à resistência ao derretimento, estão relacionados à sua composição, sendo esses: teores de gordura, sal, proteínas, pH, umidade, cálcio e pelas modificações relacionadas a proteólise, capacidade de retenção das partículas e a interação entre os componentes constituintes do produto (CHIESA et al., 2011). Observa-se que quanto maior o teor de gordura presente no queijo, maior será o derretimento durante o aquecimento (FURTADO, 1997). Em relação ao pH, é necessário um eficaz controle do mesmo durante o processo de fabricação do queijo de coalho, portanto é de extrema necessidade que o potencial hidrogeniônico seja maior que 5,7. Devido a isso, os queijos com valores do pH inferiores 5,1 apresentam grande desmineralização, o que acarretará no derretimento e deformidade quando submetido a altas temperaturas (FURTADO, 1999).

O teor de umidade no queijo é de extrema importância, pois queijos com alto teor de água no seu interior tendem a derreter mais rapidamente (FURTADO, 2005). A proteólise da massa interfere no derretimento.

A proteólise é um dos principais eventos bioquímicos para o desenvolvimento de sabor adequado em queijos durante o armazenamento, principalmente devido à produção de peptídeos e aminoácidos livres. As alterações na proteólise são principalmente catalisadas por quimosina residual e, em menor grau, por outras proteases presentes na coalhada, tais como plasmina ou proteases dos envelopes celulares da cultura iniciadora (OLIVEIRA et al., 2012).

A relação entre a umidade e a proteína influencia fortemente na proteólise, pois essa aumenta quando se aumenta essa relação. Alta umidade e proteólise da caseína são fatores associados com as mudanças funcionais durante a maturação (OLIVEIRA et al., 2009).

Os principais agentes responsáveis pela maturação do queijo são as enzimas naturais do leite cru, do fermento láctico e do coalho. Ao ocorrer a proteólise, há uma fragilização da rede de proteínas do queijo de coalho, aumentando assim a capacidade de derretimento do produto final (SOBRAL, 2007).

Em relação ao teor de sal, pode-se concluir que quanto maior a presença desse constituinte no queijo, menor será o derretimento do queijo (MACHADO et al., 2011),

o que se caracteriza interessante no queijo de coalho, que não deve derreter quando assado ou frito.

Em um estudo com queijo de coalho produzido no estado do Ceará, observou-se que a amostra que obteve o maior percentual de cloreto de sódio (3,93%), influenciou com um índice inferior de maturação. As amostras artesanais apresentam teores de sal estatisticamente superiores aos das amostras industrializadas (ANDRADE, 2006).

Outra característica destacável do queijo de coalho está relacionada à exposição deste ao calor ou elevadas temperaturas onde acontece uma reação química (reação de Maillard), que favorece o escurecimento da camada superficial. Como resultado da reação, verifica-se pigmentos escuros denominados melanoidinas. Essa reação propicia sabor, odor e cor ao queijo (SHIBAO, 2011).

Os fatores que mais se destacam no escurecimento do queijo de coalho são: o tipo de coalho escolhido para o processo de fermentação do leite, exposição ao calor e temperatura, umidade relativa do ar, teor de cloreto de sódio na massa (LOURENÇO NETO, 2013).

A formação do óleo é devido à separação da gordura que ocorre com o derretimento do queijo através da superfície. A produção da gordura em quantidade é um fator determinante na elaboração do óleo livre, pois quando ocorre o derretimento, os glóbulos de gorduras coalescem e fluem entre a matriz da proteína. O glóbulo de gordura tende a separar como óleo livre em dependência de como a gordura está emulsionada na proteína do queijo. A grande concentração de cloreto de sódio promove a substituição do cálcio que está na massa pelo sódio presente no cloreto, o que conseqüentemente diminui a saída da gordura em forma de óleo livre (CHIESA et al., 2011).

Não há uma regra geral quanto à maturação do queijo de coalho, mas este pode ser maturado em câmaras específicas e refrigeradas a 10 – 12°C, com a umidade relativa do ar entre 80 e 85%, por várias semanas, assim acontece o desenvolvimento, consistência e o sabor esperado do produto. O queijo de coalho pode ser consumido fresco ou maturado em períodos curtos de até três semanas (FURTADO, 2005).

Apesar de não conter períodos de maturação específicos, a estocagem e comercialização do produto tem grande chance de favorecer proteólise durante sua vida útil, modificando assim as propriedades intrínsecas do produto. O prazo de

validade desse queijo não contém um padrão específico, com uma variação de três a quatro meses entre a fabricação e o consumo (SOBRAL, et al., 2007).

### 3.7 Alterações microbiológicas do queijo de coalho

O queijo é um alimento nutritivo, sendo muito importante na alimentação humana. Porém, é também uma boa fonte de nutrientes para o desenvolvimento microbiano, enfatizando os coliformes totais, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, bactérias mesófilas aeróbicas, fungos filamentosos e leveduras. Esses micro-organismos, quando presentes nos alimentos, podem reduzir a qualidade do produto e causar problemas para a saúde do consumidor (OLIVEIRA et al., 2010). O queijo de coalho é amplamente fabricado no Nordeste. Nessa região do país, o leite utilizado para fabricação é geralmente cru, ou seja, não passa por um tratamento térmico, o que contraria o recomendado pela Portaria nº 146 de 7 de março de 1996 (Brasil, 1996), que preconiza a pasteurização do leite usado na obtenção do queijo (FREITAS et al., 2013).

Em alguns locais, o leite ainda é obtido em condições higiênicas insatisfatórias e, conseqüentemente, apresenta um elevado número de micro-organismos, o que gera um risco para saúde dos indivíduos que o consome, especialmente aqueles que consomem esse alimento sem um prévio tratamento térmico. Portanto, é imprescindível que haja cuidados higiênicos desde a ordenha até a obtenção do produto final (SANTANA, 2008).

Dois importantes indicadores da qualidade higiênico sanitária dos alimentos são os coliformes e os *Staphylococcus* coagulase positiva. O primeiro, denominado coliforme termotolerante, é um indicador de contaminação fecal e os coliformes em geral são indicadores do risco da presença de micro-organismos patogênicos, como a *Salmonella*. Os estafilococos também são muito importantes, em especial, os coagulase-positiva, porque esses podem produzir enterotoxinas termoestáveis, as quais são resistentes à pasteurização, podendo ser prejudiciais à saúde do consumidor (BARRETO et al., 2012).

Estudos relacionados à qualidade microbiológica do queijo de coalho relataram ter encontrado micro-organismos patogênicos nos queijos avaliados, além de altas contagens de micro-organismos deterioradores. Destacam-se nos estudos a presença dos micro-organismos: *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (SANTANA et al., 2008), e alta contagem de coliformes totais e termotolerantes (DIAS

et al., 2015). A contaminação do queijo de coalho também pode ser devido as condições precárias de higiene dos manipuladores, dos utensílios e do local de elaboração.

Borges et al. (2008) averiguaram contagens elevadas de *S. aureus* entre  $2,0 \times 10^5$  a  $7,1 \times 10^7$  UFC/g, em queijos de coalho industriais no estado do Ceará. Isso pode ser um indicativo de deficiência na higienização, na ordenha, ao uso de água não potável, limpeza inadequada de utensílios e equipamentos além de falta de armazenamento do leite a baixas temperaturas. Porém, constata-se que algumas bactérias benéficas, como as bactérias lácticas, podem estar presentes em números elevados, sendo encontradas na ordem de até  $10^8$  UFC/g.

Em um estudo realizado por Freitas et al. (2013), a contagem de *Staphylococcus coagulase positiva* variou de  $4,0 \times 10^2$  a  $1,2 \times 10^6$  UFC/g em queijos de coalho produzidos artesanalmente. Isso gera uma preocupação, principalmente quando os números encontrados atingem valores iguais ou maiores que  $10^5$  UFC/g, pois a partir desse valor, aumenta-se o risco de ocorrência de intoxicação estafilocócica. Por serem termotolerantes, essas enterotoxinas podem permanecer ativas após o processamento do queijo.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Localização**

O processamento do queijo de coalho foi realizado no Núcleo Industrial do Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, situada em Juiz de Fora, Minas Gerais.

A análise sensorial (teste de aceitação) foi conduzida no laboratório de análise sensorial da EPAMIG/ILCT. As análises físico-químicas dos queijos, além das análises reológicas, microbiológicas e avaliação da capacidade de derretimento dos queijos de coalho obtidos durante a realização do trabalho foram conduzidas nos laboratórios de pesquisa da EPAMIG ILCT. As análises para determinação de sódio, cálcio e potássio foram realizadas no laboratório de análise de solo, tecido vegetal e fertilizante na Universidade Federal de Viçosa.

## 4.2 Desenho Experimental

O experimento foi conduzido com parcelas subdivididas no tempo, composto por: 4 tratamentos (queijo salgado com cloreto de sódio apenas e queijo salgado com misturas de cloreto de sódio e cloreto de potássio), 4 estágios de maturação (2, 15, 30 e 60 dias de estocagem refrigerada) e 4 repetições. Os queijos de coalho foram fabricados utilizando a tecnologia descrita por Machado (2011).

A salga foi realizada na massa (antes da enformagem) com 1,8 % de sal em relação ao volume de leite. Os queijos foram salgados com a substituição do NaCl pelo KCl nas seguintes proporções: 0% de KCl (100% NaCl) – controle, 30% de KCl e 70% NaCl, 50% de KCl e 50% NaCl, 70% de KCl e 30% NaCl. Após a salga, os queijos foram levados para câmara de secagem (10-12°C/24 horas). Posteriormente, foram embalados em embalagem termoencolhível e mantidos em câmara fria (4°C) por 60 dias. Os queijos foram analisados com dois, quinze, trinta e sessenta dias de estocagem refrigerada quanto às suas características físico-químicas, perfil de textura, microbiológicas e de derretimento. A composição centesimal e a determinação de Na, Ca e K dos queijos foi realizada com dois dias de maturação. As análises sensoriais foram conduzidas com 30 dias de maturação.

A Tabela 2 apresenta o número de repetições (fabricações), os tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto.

TABELA 2. Número de repetições (fabricações), os tempos avaliados e as análises que foram realizadas nesse projeto

Análises no queijo	Número de Repetições	Tempos avaliados (dias de estocagem refrigerada)			
		2	15	30	60
Composição centesimal	4	X			
Determinação do teor de Na, Ca e K	4	X			
pH e atividade de água	4	X	X	X	X
Índice de proteólise	4	X	X	X	X
Avaliação do derretimento	4	X	X	X	X
Teste de aceitação	4			X	
Perfil de textura	4	X	X	X	X
Análises microbiológicas	4	X	X	X	X

### **4.3 Determinações analíticas**

#### **4.3.1 Tecnologia de fabricação do queijo de coalho**

Os queijos de coalho foram fabricados utilizando a tecnologia apresentada na Figura 3, descrita por Machado (2011). Essa tecnologia utiliza o ácido láctico em substituição ao fermento láctico e quando comparado com o queijo de coalho fabricado com fermento e sem fermento apresentou vantagens tecnológicas como menor perda de gordura no soro do que os demais queijos, e menor proteólise tanto na extensão quanto na profundidade. Além de vantagens sensoriais como melhor aceitação que os demais tratamentos (queijo de coalho fabricado com fermento e sem fermento).

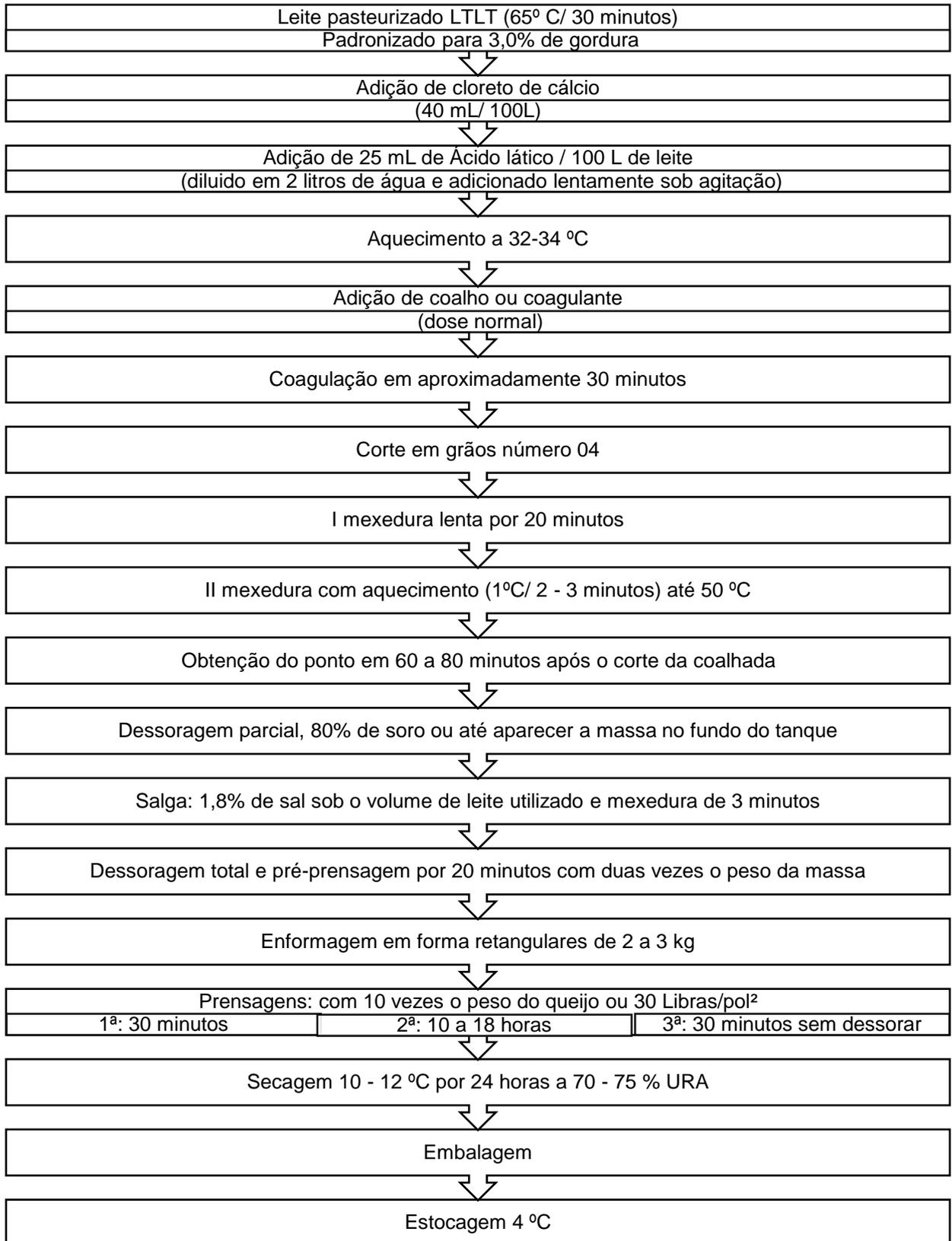


Figura 3. Tecnologia de fabricação de queijo de coalho. Fonte: Machado (2011).

### 4.3.2 Amostragens dos queijos durante a estocagem

Após a embalagem do queijo, com 2 dias de maturação, os queijos foram coletados aleatoriamente de cada lote para análises físico-químicas, perfil de textura, capacidade de derretimento, proteólise e análises microbiológicas. Aos 15, 30 e 60 dias após a fabricação, também foram coletados aleatoriamente um exemplar por período para avaliação da capacidade de derretimento e análises microbiológicas, proteólise e perfil de textura. O processo de preparo de amostra foi realizado segundo Brasil (2006).

### 4.3.3 Análises físico-químicas dos queijos de coalho

Os queijos foram analisados nos tempos dois dias de estocagem refrigerada, em cada repetição, quanto aos seguintes aspectos:

- Teores percentuais (m/m) de Umidade e Sólidos Totais: método gravimétrico em estufa a  $102^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  (Brasil, 2006);
- Teor percentual de gordura: método butirométrico (Brasil, 2006) para determinar a Gordura no extrato seco (GES) = teor de gordura/extrato seco; a Umidade na massa desengordurada do queijo (UMDQ) =  $(100 \times \text{teor de umidade}) / 100 - \text{teor de gordura}$ .
- Nitrogênio total: obtidos pelo método Kjeldahl, conforme descrito por Pereira et al. (2001) para se calcular:
  - Teor percentual de proteína total: com base no teor de nitrogênio total, conforme descrito na seção 6.036 da A.O.A.C. (1984). O fator utilizado foi 6,38;
  - Índice de extensão de proteólise

Os teores de nitrogênio total (NT) e de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS) dos queijos de coalho foram determinados pelo método Kjeldahl, segundo Pereira et al. (2001). O índice de extensão da proteólise é calculado pela relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e a porcentagem de nitrogênio total (Equação 1).

$$\text{Índice de extensão} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel em pH 4,6}}{\text{Nitrogênio total}} \times 100$$

- Índice de profundidade de proteólise

O índice de profundidade da proteólise foi calculado pela relação entre a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% e a porcentagem de nitrogênio total (Equação 2).

$$\text{Índice de profundidade} = \frac{\text{Nitrogênio solúvel TCA 12\%}}{\text{Nitrogênio total}} \times 100$$

- Teor percentual de resíduo mineral fixo (cinzas) (Brasil, 2006);
- Teor percentual de cloretos (PEREIRA et al. 2001);
- Atividade de água por meio da leitura direta no equipamento Aqualab série 3, marca Decagon.
- pH: por meio de extração e posterior filtração da amostra (Brasil, 2006);

Aos 2, 15, 30 e 60 dias, os queijos foram analisados quanto à:

- Nitrogênio total: obtidos pelo método Kjeldahl, conforme descrito por PEREIRA et al. (2001) para se calcular:
- Índice de extensão de proteólise (relação % NS<sub>pH 4,6</sub>/NT);
- Índice de profundidade de proteólise (relação % NS<sub>TCA 12%</sub>/NT).
- Atividade de água por meio da leitura direta no equipamento Aqualab série 3, marca Decagon.
- pH: por meio de extração e posterior filtração da amostra (Brasil, 2006);

A determinação do teor de sódio, cálcio e potássio (mg/100g), foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica (AOAC, 1995).

#### 4.3.4 Análises microbiológicas

Os queijos foram analisados nos tempos 2, 15, 30 e 60 dias de estocagem refrigerada, em cada repetição. As análises microbiológicas realizadas foram:

- Contagem padrão de micro-organismos mesófilos aeróbios – Contagem de Aeróbios em placa de petri. Realizada conforme instrução da IN 62/2003. Onde realizou-se semeadura da amostra e de suas diluições em ágar padrão para contagem seguida de incubação em temperatura de 36 ± 1°C por 48 horas. O meio de cultura utilizado foi o Agar padrão para contagem (PCA), e para as diluições, utilizou-se solução salina peptonada 0,1%.

- Contagem de coliformes a 30°C e a 45°C– Petrifim Coliform Count Plate, 3M, NMUSA (AOAC 991.14 – Contagem de Coliformes e *E. coli* em alimentos, película Reidratável Seca);
- Contagem de fungos filamentosos e leveduras – contagem em placa de petri. Realizada conforme instrução da IN 62/2003. Onde se utilizou o meio de cultura com pH próximo a 3,5 e temperatura de incubação de 25 ± 1°C. O meio de cultura utilizado foi o Ágar batata dextrose 2%. Utilizou-se o ácido tartárico 10% para redução do pH e obtenção da seleção dos micro-organismos desejados para contagem, a solução salina peptonada 0,1% foi utilizada para diluição da amostra.
- Contagem de *Staphylococcus aureus* – PetrifimStaph Express Count Plate, 3M, NMUSA (AOAC 2003.08 – Método para Contagem de *Staphylococcus aureus* em Laticínios).

O controle microbiológico foi verificado em todos os tempos avaliados (2, 15, 30 e 60 dias de estocagem). Os resultados das análises foram expressos na forma logarítmica e comparados com os requisitos microbiológicos para queijos especificados na RDC nº 146 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996).

#### 4.3.5 Avaliação da capacidade de derretimento do queijo de coalho

A capacidade de derretimento foi avaliada pelo método modificado de Shreiber (KOSIKOWISKI, 1982). O teste consiste em retirar da peça de queijo, um cilindro de 36 mm de diâmetro. Desse, são retirados, com o auxílio de fatiador, discos com 7 mm de espessura. Quatro fatias, obtidas da região mais interna da peça, serão utilizadas sendo que cada uma é colocada em uma placa de petri, devidamente dividida em 8 áreas iguais através de diâmetros. Serão medidos 4 diâmetros de cada amostra ( $D_i$ ) e então as amostras serão dispostas em uma estufa a 107 °C por 7 minutos. Posteriormente, as placas serão mantidas por 30 minutos à temperatura ambiente e os diâmetros de cada amostra derretida são medidos ( $D_f$ ). A capacidade de derretimento será calculada usando a equação:  $CD (\%) = \left[ \frac{(D_f^2 - D_i^2) \times 100}{D_i^2} \right]$ . O teste de capacidade de derretimento dos queijos de coalho fabricados foi realizado nos tempos: 2, 15, 30 e 60 dias de estocagem refrigerada, em cada repetição, segundo a metodologia descrita anteriormente.

#### **4.3.6 Análise do perfil de textura dos queijos**

A textura foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA) dos queijos, utilizando um Texturômetro CT3 Textura Analyzer (Brookfield, Middleboro, USA). Para o preparo das amostras, foram retirados seis cubos de 20 mm de aresta não sendo utilizados o centro e as bordas. Os cubos foram embalados individualmente em filme de PVC, acondicionados em sacos plásticos resistentes à penetração de líquido e mantidos em banho de água gelada a 10° C, por pelo menos 1h e 30 min antes do início dos testes. Durante os ensaios, as amostras foram comprimidas a 30%, velocidade do teste 1mm/s, célula de carga de 4500g, por um cilindro de 50,8 mm de diâmetro e 20 mm de largura. A textura foi determinada instrumentalmente, em sextuplicata, pela análise do perfil de textura (TPA - Texture Profile Analysis). A análise do Perfil de Textura dos queijos foi realizada nos dias 2, 15, 30 e 60 dias de estocagem refrigerada em cada repetição. Os parâmetros medidos foram: dureza, mastigabilidade, adesividade, elasticidade e coesividade.

#### **4.3.7 Análise sensorial**

O projeto foi submetido na plataforma Brasil e aprovado pelo comitê de ética (CAAE nº 58495816.9.0000.5103).

O teste de aceitação foi realizado, mediante o uso de uma escala hedônica de nove pontos (JONES et al., 1955) conforme ficha de resposta modelo (Figura 4) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral, com 100 consumidores (58 homens e 42 mulheres com idade entre 18 e 64 anos) no tempo de 30 dias de estocagem refrigerada. Utilizando-se provadores não treinados e selecionados aleatoriamente, representando os consumidores potenciais ativos deste tipo de queijo. Na análise sensorial o queijo foi oferecido em cubos de 3x3x3 cm, juntamente com um copo com água e um biscoito salgado.

As respostas dos provadores foram transformadas em valores numéricos, para análise estatística dos resultados, por programa estatístico apropriado SISVAR (FERREIRA, 1999).

<b>Ficha de Avaliação Sensorial</b>	
Nome: _____	Data: __/__/__
Por favor, avalie a amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento.	
Código da amostra: _____	
<input type="checkbox"/> Gostei extremamente	
<input type="checkbox"/> Gostei muito	
<input type="checkbox"/> Gostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Gostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Indiferente	
<input type="checkbox"/> Desgostei ligeiramente	
<input type="checkbox"/> Desgostei moderadamente	
<input type="checkbox"/> Desgostei muito	
<input type="checkbox"/> Desgostei extremamente	

FIGURA 4: Modelo da ficha-resposta do teste de aceitação (escala hedônica de nove pontos) para o queijo de coalho.

#### **4.3.8 Análise estatística**

O delineamento utilizado foi parcelas subdividas no tempo, sendo considerado o tratamento como fator principal, e o tempo, como subfator. Apenas para a análise sensorial e a composição físico-química, que foram realizadas em um só tempo, foi utilizado delineamento em blocos. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey com significância  $P < 0,05$  por meio do programa estatístico "SISVAR" 4.3 (Ferreira, 1999).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Análises físicas, químicas e físico-químicas dos queijos de coalho**

#### **5.1.1 Composição centesimal**

A Tabela 3 apresenta os valores médios de composição centesimal encontrados para cada tratamento do queijo de coalho com 2 dias após a fabricação.

TABELA 3: Composição centesimal do queijo de coalho produzido com diferentes níveis de NaCl e KCl aos 2 dias de maturação\*

Constituintes	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
Umidade%(m/m)	44,03±0,92 <sup>a</sup>	44,06±1,15 <sup>a</sup>	44,58±1,09 <sup>a</sup>	44,28±0,90 <sup>a</sup>
Gordura%(m/m)	23,13±1,84 <sup>a</sup>	23,13±2,53 <sup>a</sup>	22,38±1,25 <sup>a</sup>	22,88±1,75 <sup>a</sup>
Proteína%(m/m)	30,91±6,31 <sup>a</sup>	29,39±5,77 <sup>a</sup>	29,88±5,59 <sup>a</sup>	29,33±5,46 <sup>a</sup>
RMF%(m/m)**	4,47±0,38 <sup>a</sup>	4,98±0,43 <sup>a</sup>	5,03±0,50 <sup>a</sup>	4,48±0,54 <sup>a</sup>
GES%(m/m)***	41,28±3,00 <sup>a</sup>	41,29±3,81 <sup>a</sup>	40,68±1,63 <sup>a</sup>	41,24±2,35 <sup>a</sup>
Sal/umidade%(m/m)	4,14±0,69 <sup>a</sup>	4,27±0,60 <sup>a</sup>	3,71±0,47 <sup>a</sup>	3,77±0,45 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ );  $n = 4$ .

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

\*\*RMF - resíduo mineral fixo

\*\*\*GES - gordura no extrato seco.

Todos os constituintes de composição analisados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ), ou seja, a substituição de NaCl por KCl em diferentes níveis de substituição, não alterou significativamente a composição centesimal do queijo de coalho quando comparado ao controle (fabricado com 100% de NaCl).

Este resultado é importante, pois ao alterar as concentrações de sal no queijo de coalho, pretende-se permanecer com os parâmetros de qualidade do produto padrão. Ou seja, comparando-se o tratamento controle (com 100% de NaCl) e os demais tratamentos, objetiva-se obter similaridade nos parâmetros de qualidade que se averigua por meio das análises realizadas.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo de coalho (BRASIL, 2001) prescreve variações muito grandes de umidade e de gordura no extrato seco (GES) para esse tipo de produto, devido às diferenças regionais e a falta de padronização na fabricação deste queijo. Pode-se observar que todos os queijos estão dentro dos padrões da legislação com relação aos teores de umidade e de gordura no extrato seco (BRASIL, 2001). Nestes parâmetros, os queijos fabricados podem ser classificados de acordo com a portaria nº146 de 1996 do MAPA (BRASIL, 1996) como semigordo (GES entre 25,0 e 44,9%) e de média umidade (entre 36 e 45,9% m/m).

O teor de umidade está de acordo com os obtidos por Calvacante et al. (2007), que encontraram a média do teor de umidade de 39,8% (m/m) nos queijos de coalho produzidos em Viçosa, Minas Gerais. Mamede et al. (2010) encontraram o teor de umidade variando entre 51,98% a 53,25% (m/m) nos queijos de coalho produzidos em Salvador na Bahia que podem ser classificados como queijo de alta umidade (46% a 55% m/m). Quanto ao GES, foram encontrados valores situados entre 33,10% a 43,27%, que classificaram os queijos como semigordos (GES entre 25,0 e 44,9% m/m).

O teor de gordura variou de 22,38% a 23,13%(m/m) e os tratamentos não apresentaram diferença estatística entre si ( $P>0,05$ ), o que caracteriza uma homogeneidade na composição lipídica dos queijos. Gomes et al. (2012), obtiveram resultados similares nos queijos de coalho produzidos no Rio Grande do Norte, que apresentaram teor de gordura entre 23,30% e 27,30% (m/m). Nassu et al (2003), obtiveram resultado correlato de  $25,61 \pm 3,81\%$  (m/m) no teor de gordura de queijos de coalho produzidos no Rio Grande do Norte. Observa-se que mesmo que haja alterações nos processos e na região onde o queijo foi produzido, os percentuais de gordura apresentaram resultados parecidos e sem grande variação.

Os teores de proteínas não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Os valores de proteínas obtidos neste estudo (29,33% a 30,91% m/m) coincidem com os determinados por Silva et al. (2010), que encontraram teor de proteína de 26,93% a 29,63% (m/m) em queijos de coalho fabricados em Alagoas.

Os teores de RMF também não obtiveram diferença significativa entre os tratamentos ( $P>0,05$ ) com teores compreendidos entre 4,47% a 5,03%(m/m). Esses resultados são semelhantes aos valores obtidos por Nassu et al. (2010), que encontraram uma média no teor de RMF de 4,05%(m/m) nos queijos de coalho fabricados no Rio Grande do Norte e Cavalcante et al. (2007) que encontraram um teor médio de RMF de 4,17% (m/m) em queijos de coalho.

Quanto à redução de sódio em queijos com substituição usando cloreto de potássio, Ganesan et al. (2014) não encontraram diferença significativa nos teores de umidade e gordura nos queijos Mozzarella. Ayyash e Shah (2010) e Kamleh et al. (2012), não encontraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) no teor de umidade, gordura e proteína em queijo Halloumi em relação aos tratamentos, no mesmo período de armazenamento. Thibaudeau et al. (2014) e Ayyash e Shah (2011c) não encontraram

diferença significativa ( $P>0,05$ ) nos teores de gordura e proteínas em queijos Mozzarella. Já Ayyash e Shah (2011a) não encontraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) nos teores de proteína, gorduras e RMF em queijo Halloumi. Ayyash e Shah (2011d) em estudo realizado com queijos Mozzarella ao avaliar a redução de sódio em substituição ao cloreto de potássio, não observaram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) nos teores de umidade, proteína, gordura e RMF em relação aos tratamentos avaliados.

A umidade em queijos interfere na consistência e influencia também nas modificações físico-químicas que ocorrem ao longo da maturação. O percentual de sal na umidade, ou seja, o sal dissolvido em meio aquoso, além de alterar o sabor e a textura do alimento exerce influência sobre a atividade enzimática e executa uma função seletiva, evitando o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis, tais como: coliformes a 30°C, coliformes a 45°C, fungos filamentosos e leveduras (SBAMPATO et al., 2000).

Não houve diferença estatística ( $P>0,05$ ) na análise de sal na umidade em relação aos tratamentos avaliados. Katsiari et al. (1998), em um estudo com queijo Kefalograviera reduzido em sódio, utilizando KCl em substituição ao NaCl, também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na análise de sal na umidade.

### 5.1.2 Composição mineral média

Os valores médios da composição mineral do queijo de coalho com 2 dias de maturação estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4: Composição mineral do queijo de coalho produzido com diferentes níveis de NaCl e KCl aos 2 dias de maturação\*

minerais	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
Cálcio (mg/100g)	1100±50 <sup>a</sup>	1050±30 <sup>a</sup>	1120±20 <sup>a</sup>	990±90 <sup>a</sup>
Sódio(mg/100g)	780±20 <sup>a</sup>	580±10 <sup>b</sup>	400±50 <sup>c</sup>	260±40 <sup>d</sup>
Potássio (mg/100g)	110±07 <sup>a</sup>	400±60 <sup>b</sup>	590±70 <sup>c</sup>	770±130 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ); n = 4.

\* Resultados expressos em média ± DP.

Em relação ao teor de cálcio, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. O teor de cálcio contribui com o derretimento, uma característica funcional do queijo de coalho. Quanto maior o teor de cálcio, maior a estrutura do queijo, evitando, portanto, o derretimento (McMAHON; OBERG, 1998). Essa é uma característica interessante, visto que o cálcio não foi afetado pela presença de potássio. Esse resultado é semelhante aos resultados apresentados por Ayyash e Shah (2011c) e Thibaudeau et al. (2015) que encontraram concentrações semelhantes de cálcio em queijos Mozzarella que foram salgados a seco com diferentes misturas de NaCl / KCl. Katsiari et al. (1998), em estudo com queijo Kefalograviera reduzido em sódio, também não encontraram diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) no teor de cálcio dos queijos salgados em salmoura.

O sódio apresentou diferença estatística significativa entre todos os tratamentos ( $P < 0,05$ ). A diminuição do seu teor provocou aumento do potássio. Observando-se a evolução de redução do sódio comparado ao controle, houve redução proporcional, o tratamento 30:70 obteve redução de 25,64%. O tratamento 50:50 e tratamento 70:30 apresentaram, respectivamente, redução de 48,72% e 66,67% quando comparados ao tratamento controle (100% NaCl: 0% KCl). Katsiari et al. (1998) e Rulikowska et al. (2013), também encontraram redução estatística significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de sódio em queijos Kefalograviera e Cheddar respectivamente, com redução de sódio, utilizando o KCl em substituição ao NaCl. Soares et al. (2015) também encontraram redução estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em queijo São João da Ilha do Pico, um queijo Português, no qual foi realizada a redução de sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl.

Segundo o Regulamento RDC Nº 54 da Anvisa (BRASIL, 2014), em relação ao conteúdo de sódio, o alimento pode ser considerado light, quando o mesmo tiver uma redução mínima de 25% no teor de sódio e o alimento de referência não pode atender as condições estabelecidas para o atributo “baixo em sódio”. Portanto, todos os tratamentos propostos para redução de sódio podem ser considerados light em sódio.

Houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação ao teor de potássio, com um aumento desse mineral, em substituição ao cloreto de sódio no queijo.

De acordo com Fennema (2010) o potássio presente no leite (matéria prima utilizada para fabricação) encontra-se com média 144 mg por 100 mL de leite, e pode contribuir significativamente com a retenção desse mineral na massa do queijo. No

presente trabalho, além do potássio do leite, ocorreu a adição do KCl como substituto do cloreto de sódio, que contribuíram para esse teor final de potássio.

Ayyash e Shah (2010), também encontraram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) do teor de potássio em relação aos tratamentos avaliados no queijo Halloumi e associaram a maior penetração do KCl do que do NaCl através dos queijos.

Um aumento da ingestão de potássio na dieta pode exercer efeito protetor em indivíduos com hipertensão induzida por sódio. Os benefícios para a saúde associados com menor teor de sódio incluem a redução da pressão arterial em indivíduos com a pressão arterial elevada e redução do risco de doença cardíaca (DRAKE et al., 2011).

### 5.1.3 Atividade de água

A Tabela 5 apresenta os valores médios de  $A_w$  encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 5.  $A_w$  dos queijos de coalho com redução de sódio\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	0,963±0,008 <sup>Aa</sup>	0,961±0,007 <sup>Aa</sup>	0,965±0,006 <sup>Aa</sup>	0,965±0,006 <sup>Aa</sup>
15	0,964±0,006 <sup>Aa</sup>	0,965±0,008 <sup>Aa</sup>	0,967±0,005 <sup>Aa</sup>	0,967±0,005 <sup>Aa</sup>
30	0,959±0,006 <sup>Aa</sup>	0,963±0,008 <sup>Aa</sup>	0,967±0,005 <sup>Aa</sup>	0,965±0,006 <sup>Aa</sup>
60	0,961±0,009 <sup>Aa</sup>	0,958±0,012 <sup>Aa</sup>	0,960±0,008 <sup>Aa</sup>	0,962±0,009 <sup>Aa</sup>

a. A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

A atividade de água nos alimentos está associada à disponibilidade de água para reações bioquímicas e desenvolvimento microbiano. Constitui um dos fatores mais importantes para a indústria de alimentos, por estar associada às reações e desenvolvimento de micro-organismos, que podem modificar os alimentos (CELESTINO, 2010).

Com relação aos resultados, não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na  $A_w$  entre os tratamentos avaliados e ao longo do tempo de estocagem.

Katsiari et al. (1998), em um estudo com queijo Kefalograviera reduzido em sódio, também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na análise de  $A_w$  dos queijos em relação aos tratamentos. Dugat-Bony et al. (2016), também não encontraram diferença significativa ( $P>0,05$ ) na  $A_w$  entre o tratamento controle e os tratamentos com redução de sódio durante todo o período de maturação em queijo macio com redução de sódio utilizando KCl.

A Tabela 6 apresenta os valores médios de umidade encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 6. Umidade (%m/m) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	44,03±0,61 <sup>Aa</sup>	44,06±1,45 <sup>Aa</sup>	44,28±0,61 <sup>Aa</sup>	44,58±1,09 <sup>Aa</sup>
15	44,49±0,85 <sup>Aa</sup>	44,87±0,85 <sup>Aa</sup>	44,95±1,00 <sup>ABa</sup>	44,49±0,43 <sup>Ba</sup>
30	44,47±1,20 <sup>Aa</sup>	44,71±0,86 <sup>Aa</sup>	44,63±0,75 <sup>ABa</sup>	44,45±0,76 <sup>Ba</sup>
60	44,00±0,72 <sup>Aa</sup>	43,58±1,23 <sup>Aa</sup>	43,39±0,57 <sup>Ba</sup>	42,84±0,49 <sup>Ba</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P<0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P<0,05$ ).

\* Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na umidade dos queijos entre os tratamentos avaliados. O mesmo foi observado em queijos com redução de sódio como Mozzarella (Ayyash et al.,2011d, Ganesan et al. 2014) e Cheddar (Ganesan et al.,2014).

Kamleh et al. (2012) e Ayyash e Shah, (2010) também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) no teor de umidade comparando os tratamentos avaliados em queijo Halloumi com redução de sódio.

Houve diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) entre a umidade e tempo de estocagem. O tratamento 50:50 aos 60 dias de maturação e o tratamento 70:30 aos 15 dias de maturação; obtiveram redução significativa ( $P<0,05$ ) no teor de umidade, possivelmente devido as diferenças entre as amostras de queijo utilizadas nas análises.

Ayyash e Shah, (2010) também encontraram redução significativa ( $P<0,05$ ) em queijos Halloumi com substituição de 25%, 50% e 75% de NaCl por KCl, assim como

outros pesquisadores; Fitzgerald; Buckley, (1985) encontraram redução significativa ( $P < 0,05$ ) em queijo Cheddar com 50% de substituição de NaCl por KCl, Reddy; Marth (1993) também em estudo com queijo Cheddar, com 25%, 33%, 50% e 75% de substituição de NaCl por KCl encontraram redução significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de umidade dos queijos. Do mesmo modo, Katsiari et al., (1998) em queijo Kefalograviera com substituição de 25% e 50% de NaCl por KCl também encontraram redução significativa ( $P < 0,05$ ) nos teores de umidade, entretanto Aly (1995) em queijo tipo Feta com 50% de substituição de NaCl por KCl, também encontraram redução significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de umidade dos queijos.

Entretanto, Rapacci et al. (1996) observaram um aumento significativo no teor de umidade em queijo tipo Prato contendo proporções superiores a 70% de cloreto potássio.

Todavia, estudos realizados com queijos de alta umidade não apresentaram alterações neste aspecto (GOMES et al, 2011; AYYASH, SHERKAT, SHAH, 2012).

## 5.2 pH e proteólise ao longo do tempo de estocagem

### 5.2.1 pH

A análise do potencial hidrogeniônico é relevante em queijos por influenciar na textura, microbiota e maturação, na qual ocorrem reações químicas catalisadas por enzimas providas do coalho e da carga microbiana, que dependem do pH (SOUSA et al., 2014).

A Tabela 7 apresenta os valores médios de pH encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 7. pH dos queijos de coalho com redução de sódio ao longo do tempo de estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	6,23±0,10 <sup>Aa</sup>	6,27±0,05 <sup>Aa</sup>	6,30±0,04 <sup>Aa</sup>	6,30±0,03 <sup>Aa</sup>
15	6,22±0,04 <sup>Aa</sup>	6,28±0,04 <sup>Aa</sup>	6,30±0,02 <sup>Aa</sup>	6,33±0,03 <sup>Aa</sup>
30	6,20±0,09 <sup>Aa</sup>	6,23±0,09 <sup>Aa</sup>	6,30±0,04 <sup>Aa</sup>	6,30±0,03 <sup>Aa</sup>
60	6,09±0,24 <sup>Aa</sup>	6,16±0,21 <sup>Aa</sup>	6,26±0,33 <sup>Aa</sup>	6,17±0,16 <sup>Aa</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na análise de pH em relação aos tratamentos avaliados e ao tempo de maturação. Portanto, a substituição do sódio pelo potássio não afetou o pH dos queijos.

Ayyash e Shah (2011b) em um estudo com queijo Mozzarella com redução de sódio, também constataram que a substituição do NaCl pelo KCl não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) o pH dos queijos nos diferentes tratamentos avaliados. Katsiari et al. (1998), também não encontraram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na análise de pH dos queijos Kefalograviera com redução de sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl.

A análise de variância realizada para os valores de pH encontrados para os queijos de coalho nos tratamentos estudados demonstrou que não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) no pH ao longo do período de maturação e nem na interação entre tempo e tratamento ( $P > 0,05$ ).

Uma provável razão para uma baixa alteração do pH está relacionada com a matéria prima de qualidade utilizada na fabricação do queijo. Considera-se que o queijo de coalho quando produzido com matéria prima de baixa qualidade higiênica pode apresentar bactérias acidificantes naturalmente presentes no leite, que podem tornar o meio mais ácido, resultando em uma diminuição do pH (FREITAS FILHO, 2012).

O queijo foi fabricado por acidificação direta, sem a utilização de fermento láctico. A acidificação de queijos utilizando ácido láctico é descrita como uma forma de melhorar as características de produção e de preservação, pelo fato de diminuir as alterações qualitativas ao longo do tempo de estocagem (FOX, 2000). A acidificação pode reduzir ou eliminar a produção de ácidos pelas bactérias do fermento láctico e o pH do queijo não sofre grandes alterações durante a sinérese da massa (MCMAHON et al, 2005).

Destaca-se também a importância do pH elevado para manter uma boa característica de assamento e fritura do queijo. Queijos com pH inferior a 5,8, pode descaracterizar o produto pelo derretimento em excesso, ocasionado por uma alta produção de acidez (SOBRAL et al., 2007). Observa-se que os queijos obtiveram alto teor de pH o que contribui com a resistência ao derretimento, uma das características funcionais do queijo. O pH do queijo interfere nas alterações químicas da rede proteica

do queijo, sendo que um alto pH, provoca uma interação crescente entre as proteínas (AGARWAL et al., 2011).

Ganesan et al. (2014), não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) no pH dos queijos Mozzarella fabricados com redução de sódio em relação aos tratamentos analisados e ao período de maturação.

### 5.2.2 Índice de extensão da proteólise

A proteólise é um evento bioquímico complexo que ocorre durante a maturação da maioria dos queijos, que pode interferir na maciez e no desenvolvimento de sabor (KATSIARI et al, 2001), por meio da produção de peptídeos e aminoácidos, alguns dos quais são aromatizados (McSWEENEY, 2004).

A Tabela 8 apresenta os valores médios do índice de extensão da proteólise encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 8. Índice de extensão da proteólise (%)\* dos queijos de coalho com redução de sódio\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	4,62±0,63 <sup>Aa</sup>	4,29±0,79 <sup>Aa</sup>	4,83±1,07 <sup>Aa</sup>	4,98±01,55 <sup>Aa</sup>
15	7,0±2,56 <sup>ABa</sup>	7,05±1,23 <sup>ABa</sup>	7,80±2,12 <sup>ABa</sup>	8,94±2,34 <sup>ABa</sup>
30	9,61±3,27 <sup>ABa</sup>	10,68±2,28 <sup>Ba</sup>	10,61±1,96 <sup>Ba</sup>	10,28±4,79 <sup>ABa</sup>
60	11,12±7,06 <sup>Ba</sup>	11,47±3,50 <sup>Ba</sup>	12,31±4,31 <sup>Ba</sup>	12,27±5,48 <sup>Ba</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P<0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P<0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) entre tratamentos, no entanto, houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P<0,05$ ) com o aumento do índice de extensão da proteólise.

As diferenças na atividade de água são conhecidas por afetar significativamente a atividade proteolítica, uma vez que a atividade enzimática está ligada a  $A_w$  (Rulikowsk et al., 2013). Não houve uma diferença estatística significativa

( $P > 0,05$ ) em relação aos tratamentos no estudo em relação à  $A_w$ , o que provavelmente contribuiu para que não ocorresse diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na proteólise em relação aos tratamentos avaliados.

Ayyash et al., (2012) em um estudo com queijo Akawi com redução de sódio, utilizando KCl em substituição ao NaCl, também não encontraram diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na extensão da proteólise entre os tratamentos, no mesmo período de armazenamento.

No entanto, houve um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na extensão da proteólise ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos avaliados.

As proteinases naturais do leite (plasmina e possivelmente catepsina D e outras enzimas de células somáticas) e as enzimas do coagulante (quimosina, pepsina, proteases microbianas ou de plantas) estão relacionadas com o índice de extensão. Essas degradam a proteína em peptídeos de alta massa molecular (NARIMATSU et al., 2003).

No estudo houve uma padronização da quantidade do coalho utilizado, para que a mudança fosse somente na salga dos queijos. O coalho retido na massa do queijo contribuiu com o aumento da proteólise ao longo do período de maturação.

Kamleh et al. (2012) e Ayyash e Shah (2010), ao estudarem queijo Halloumi com redução de sódio utilizando o KCl em substituição ao NaCl, também encontraram um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) no teor de proteólise ao longo da maturação dos queijos. Assim como, Dugat-Bony et al. (2016) estudaram queijos macios e encontraram um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na proteólise primária durante a maturação. Esses dados estão de acordo com o estudo de Grummer et al. (2013) com queijo Cheddar reduzido em sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl.

### **5.2.3 Índice de profundidade da proteólise**

A Tabela 9 apresenta os valores médios do índice de profundidade da proteólise encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 9. Índice de profundidade (%) da proteólise dos queijos de coalho com redução de sódio\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl: NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	1,98±0,43 <sup>Aa</sup>	1,95±0,27 <sup>Aa</sup>	1,62±0,5 <sup>Aa</sup>	2,13±1,10 <sup>Aa</sup>
15	2,69±1,25 <sup>Aa</sup>	2,34±1,12 <sup>Aa</sup>	3,09±1,63 <sup>ABa</sup>	3,50±1,41 <sup>ABa</sup>
30	3,39±3,27 <sup>Aa</sup>	3,72±0,67 <sup>ABa</sup>	4,38±1,12 <sup>Ba</sup>	6,03±1,56 <sup>Ba</sup>
60	7,06±1,83 <sup>Ba</sup>	5,96±0,67 <sup>Ba</sup>	5,14±1,94 <sup>Ba</sup>	6,07±1,64 <sup>Ba</sup>

a. A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Observa-se que a substituição do NaCl pelo KCl não influenciou na profundidade da proteólise. O nível de KCl também não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) a profundidade da proteólise em queijo Nabulsi com redução de sódio utilizando o KCl em substituição ao NaCl (AYYASH; SHAH, 2011d).

Porém houve diferença estatística significativa ao longo do tempo ( $P < 0,05$ ) com o aumento da profundidade da proteólise.

Aos 30 dias de maturação, os tratamentos 50:50 e 70:30 tiveram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na profundidade da proteólise, enquanto os tratamentos 0:100 e 30:70 tiveram aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na profundidade da proteólise aos 60 dias de maturação.

A atividade das endoenzimas e exoenzimas do fermento láctico utilizado na produção do queijo e possíveis contaminantes degradam os peptídeos de alta massa molecular a peptídeos de baixa massa molecular que resultam na profundidade da proteólise (NARIMATSU et al., 2003). Durante o desenvolvimento das bactérias lácticas no leite, o passo inicial consiste na degradação dos peptídeos longos, provenientes da ação das enzimas coagulantes sobre a caseína, pela protease associada à membrana celular (lactocepina) em peptídeos curtos. Estes últimos são transportados para o interior da célula microbiana, mediante um sistema de transporte, no qual são posteriormente hidrolisados a aminoácidos pelas diversas peptidases intracelulares existentes (UPADHYAY et al., 2004). As NSLAB possuem enzimas que tem a capacidade de catabolizar os aminoácidos afetando a proteólise e também o aroma dos queijos (DI CAGNO et al, 2006). Possivelmente as NSLAB contribuíram com o

aumento da profundidade da proteólise ao longo do período de armazenamento, já que esse queijo foi fabricado sem uso de fermento lácteo.

Dugat-Bony et al. (2016) e Rulikowska et al. (2013) também encontraram diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) na proteólise secundária durante a maturação de queijos Macios e Cheddar respectivamente, com redução de sódio utilizando o KCl em substituição ao NaCl.

O queijo de coalho, não apresenta um período de maturação estipulado pela legislação, porém suas condições de estocagem e comercialização podem favorecer proteólise durante sua vida de prateleira, modificando suas propriedades funcionais (SOBRAL et al., 2007).

### 5.3 Derretimento

Uma das características do queijo de coalho é a sua capacidade de ser submetido ao calor sem sofrer alterações da sua forma original (mantendo as arestas do queijo sem deformar). A análise de derretimento é importante, por ser um parâmetro de qualidade do queijo de coalho (MACHADO et al., 2011).

A Tabela 10 apresenta os valores médios da capacidade de derretimento encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 10. Capacidade de derretimento (%) dos queijos de coalho com redução de sódio durante estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,18±0,36 <sup>Aa</sup>	0,35±0,41 <sup>Aa</sup>	1,13±1,99 <sup>Aa</sup>
15	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,18±0,37 <sup>Aa</sup>	1,07±0,71 <sup>Aa</sup>	0,73±1,03 <sup>Aa</sup>
30	0,35±0,71 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,36±0,42 <sup>Aa</sup>	0,54±1,08 <sup>Aa</sup>
60	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,36±0,42 <sup>Aa</sup>	0,00±0,00 <sup>Aa</sup>	0,53±0,68 <sup>Aa</sup>

<sup>a. A</sup> médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) no derretimento dos queijos entre os tratamentos avaliados, nem ao longo do tempo de maturação ( $P > 0,05$ ).

As interações entre moléculas de caseínas governam as propriedades de derretimento do queijo. O sódio promove a hidratação das caseínas e facilita interações entre essa e os glóbulos de gorduras que diminuem a capacidade de fusão devido a emulsificação das caseínas (KHETRA et al., 2015). Embora houvesse uma redução do sódio e acréscimo do potássio, esse mineral também não interferiu na interação entre as caseínas e conseqüentemente no derretimento do queijo.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) no derretimento dos queijos ao longo do tempo. Considera-se, portanto, um aspecto positivo, já que esse queijo possui a característica de não sofrer alterações na sua forma ao ser aquecido, com um menor derretimento do mesmo. Portanto, a redução do sódio e o uso do cloreto de potássio não interferiram no derretimento do queijo de coalho.

O queijo pode sofrer modificações na sua estrutura e essas mudanças podem estar relacionadas com o aumento do pH (formação de  $\text{NH}_3$ ), com a hidrólise da matriz da caseína ( $\alpha_{s1}$ -caseína) e com a diminuição da atividade de água causada pelo aumento da retenção de água pelos novos grupos aminos e carboxílicos formados durante a proteólise, na qual a fragilização da rede proteica pode resultar em maior derretimento do queijo (McSWEENEY, 2004).

Observa-se que o queijo de coalho fabricado com redução de sódio não apresentou diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) no pH e na atividade de água, o que provavelmente contribuiu para que não houvesse alteração no derretimento do queijo. Porém, o aumento da proteólise durante o armazenamento, pode contribuir com o aumento do derretimento (Khetra et al., 2015).

Além disso, Sobral et al. (2007), destaca o derretimento como uma das características funcionais do queijo de coalho e afirma que não é indicada a utilização de fermento proteolítico quando deseja-se conseguir essa propriedade no queijo. Na fabricação do queijo proposto, não se utilizou fermento e sim acidificação direta, o que contribuiu com essa característica.

#### **5.4 Análise do perfil de textura**

A funcionalidade do queijo depende da sua variedade, composição e processo de fabricação. Uma das considerações mais importantes na elaboração do queijo é a

obtenção de produto aceitável sob os pontos de vista de sabor e textura (SOBRAL et al., 2007).

#### 5.4.1 Dureza

A Tabela 11 apresenta os valores médios de dureza encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 11: Dureza (N) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	39,943±0,005 <sup>Aa</sup>	40,265±0,014 <sup>Aa</sup>	37,214±0,005 <sup>Aa</sup>	36,916±0,010 <sup>Aa</sup>
15	39,279±0,008 <sup>Aa</sup>	37,406±0,008 <sup>Aa</sup>	39,257±0,009 <sup>Aa</sup>	35,078±0,004 <sup>Aa</sup>
30	34,023±0,011 <sup>Aa</sup>	35,698±0,008 <sup>Aa</sup>	31,056±0,007 <sup>Aa</sup>	29,408±0,007 <sup>Aa</sup>
60	33,952±0,070 <sup>Aa</sup>	36,447±0,012 <sup>Aa</sup>	32,852±0,005 <sup>Aa</sup>	31,915±0,004 <sup>Aa</sup>

<sup>a, A</sup> médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na dureza dos queijos entre os tratamentos avaliados ao longo do período de maturação.

Ganesan et al. (2014) e Fitzgerald e Buckley (1985), em estudo com queijo Cheddar com redução de sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl não encontraram diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) na dureza dos queijos, assim como Katsiari et al. (1998) em estudo com queijo Kefalograviera.

Entretanto, Gomes et al. (2011), encontraram uma diminuição significativa ( $P < 0,05$ ) na dureza dos queijos Minas Frescal com substituição de NaCl por KCl. Ayyash e Shah (2011b) também encontraram diminuição na dureza do queijo com o aumento da proporção de KCl no queijo Halloumi.

O aumento do KCl no produto, quando utilizado em substituição ao NaCl tende a diminuir a firmeza do queijo (CRUZ et al., 2011). Isso provavelmente ocorre devido a maturação. Observa-se nesse processo, um amolecimento da massa que ocorre devido a ação da quimosina gerando proteólise da caseína  $\alpha s1$ . Também pode ser devido a utilização dos sais que se ligam a água e, com isso diminuem a água

disponível para solvatação do caseinato. No entanto, o KCl tem uma força iônica diminuída em relação ao NaCl o que resulta em uma diminuição da solubilidade das proteínas, com efeito direto sobre a matriz do queijo. (KATSIARI et al., 1998, PASTORINO et al., 2003).

Observa-se que no trabalho realizado, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) na dureza do queijo nem em relação aos tratamentos, nem ao longo do período de maturação, o que é um aspecto positivo, considerando-se que se deseja manter os parâmetros de textura dos queijos.

#### 5.4.2 Adesividade

A adesividade é definida como o trabalho necessário para superar as forças atrativas entre a superfície do alimento e outras superfícies em que o alimento entra em contato (FOX et al., 2000).

A Tabela 12 apresenta os valores médios de adesividade encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 12. Adesividade (J) dos queijos de coalho com redução de sódio ao longo do período de estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamentos (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	$2,2 \times 10^{-4} \pm 3,4 \times 10^{-5}$ ABa	$3,32 \times 10^{-4} \pm 2,9 \times 10^{-4}$ Aa	$2,32 \times 10^{-4} \pm 1,0 \times 10^{-4}$ Aa	$3,52 \times 10^{-4} \pm 1,0 \times 10^{-4}$ Aa
15	$4,12 \times 10^{-4} \pm 2,7 \times 10^{-4}$ Ba	$2,22 \times 10^{-4} \pm 9,8 \times 10^{-5}$ Aa	$2,12 \times 10^{-4} \pm 6,2 \times 10^{-5}$ Aa	$2,12 \times 10^{-4} \pm 1,0 \times 10^{-4}$ Aa
30	$1,32 \times 10^{-4} \pm 1,9 \times 10^{-5}$ Aa	$2,52 \times 10^{-4} \pm 8,8 \times 10^{-5}$ Aab	$3,22 \times 10^{-4} \pm 1,3 \times 10^{-4}$ Aab	$4,32 \times 10^{-4} \pm 1,4 \times 10^{-4}$ Ab
60	$1,62 \times 10^{-4} \pm 1,4 \times 10^{-4}$ ABa	$2,12 \times 10^{-4} \pm 3,7 \times 10^{-5}$ Aa	$2,12 \times 10^{-4} \pm 7,9 \times 10^{-5}$ Aa	$2,82 \times 10^{-4} \pm 1,4 \times 10^{-4}$ Aa

a,b,c Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ); n = 4. A,B,C Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

Houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) na adesividade dos queijos entre os tratamentos avaliados apenas com 30 dias de maturação.

Ayyash et al., (2012) também encontraram diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) na adesividade dos queijos Akawi com redução de sódio, utilizando o KCl

em substituição ao NaCl. Kamleh et al. (2012) em queijos Halloumi com redução de sódio utilizando o KCl em substituição ao NaCl, também encontraram um aumento significativo ( $P < 0,05$ ) da adesividade em queijos com maior concentração de potássio.

Houve interação entre adesividade e o tempo de armazenamento. Aos 15 dias de maturação, o tratamento 0:100 obteve aumento significativo ( $P < 0,05$ ) na adesividade.

A adesividade está relacionada com a capacidade das proteínas interagirem com a água ou outras proteínas, assim a proteólise e a umidade são fatores que influenciam intensamente nesse parâmetro (PASTORINO et al., 2003).

Observa-se que no estudo houve aumento na proteólise com o aumento do período de estocagem com o aumento do teor de KCl, o que provavelmente contribuiu com o aumento da adesividade com 30 dias no tratamento 70:30.

#### 5.4.3 Coesividade

A coesividade é definida como a extensão com que um queijo pode ser deformado até que haja ruptura na sua estrutura (FOX et al., 2000).

A Tabela 13 apresenta os valores médios de coesividade encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 13: Coesividade (N) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	0,80±0,61 <sup>Aa</sup>	0,75±1,45 <sup>Aa</sup>	0,81±0,61 <sup>Aa</sup>	0,76±1,09 <sup>Aa</sup>
15	0,78±0,85 <sup>Aa</sup>	0,81±0,85 <sup>Aa</sup>	0,80±1,00 <sup>Aa</sup>	0,80±0,43 <sup>Aa</sup>
30	0,80±1,20 <sup>Aa</sup>	0,79±0,86 <sup>Aa</sup>	0,80±0,75 <sup>Aa</sup>	0,80±0,76 <sup>Aa</sup>
60	0,80±0,72 <sup>Aa</sup>	0,79±1,23 <sup>Aa</sup>	0,79±0,57 <sup>Aa</sup>	0,79±0,49 <sup>Aa</sup>

<sup>a, A</sup> médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na coesividade dos queijos em relação ao tratamento e ao longo do período de maturação. Observa-se que a substituição do NaCl pelo KCl no estudo não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) a coesividade do queijo.

Ayyash e Shah (2011d) indicaram que a substituição de NaCl por KCl não afetou significativamente ( $P > 0,05$ ) a coesividade do queijo Nabulsi. Katsiari et al.

(1998) em um estudo com queijo Kefalograviera, Ganesan et al. (2014) e Fitzgerald e Buckley (1985), em estudo com queijo Cheddar também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na coesividade dos queijos em relação aos tratamentos e ao longo do tempo. Assim como Patel et al. (2013) que não encontraram diferença estatística significativa ( $p>0,05$ ) em relação aos tratamentos avaliados em queijo processado reduzido em sódio com substituição do NaCl pelo KCl. Kamleh et al. (2012) relataram que a substituição de NaCl por KCl não teve efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre a coesividade do queijo Halloumi.

#### 5.5.4 Elasticidade

A elasticidade é definida como o grau de recuperação da deformação causada a um pedaço de queijo depois que a força de deformação é removida (FOX et al., 2000).

A Tabela 14 apresenta os valores médios de elasticidade encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 14: Elasticidade (mm) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	5,36±0,61 <sup>Aa</sup>	5,39±1,45 <sup>Aa</sup>	5,37±0,61 <sup>Aa</sup>	5,36±1,09 <sup>Aa</sup>
15	5,22±0,85 <sup>Aa</sup>	5,32±0,85 <sup>Aa</sup>	5,31±1,00 <sup>Aa</sup>	5,33±0,43 <sup>Aa</sup>
30	5,35±1,20 <sup>Aa</sup>	5,36±0,86 <sup>Aa</sup>	5,32±0,75 <sup>Aa</sup>	5,23±0,76 <sup>Aa</sup>
60	5,46±0,72 <sup>Aa</sup>	5,22±1,23 <sup>Aab</sup>	5,21±0,57 <sup>Bab</sup>	5,19±0,49 <sup>Ab</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P<0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P<0,05$ ).

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

O aumento do teor de potássio nos queijos não afetou significativamente ( $P>0,05$ ) a elasticidade no tempo inicial. Este mesmo perfil foi observado por Ayyash et al. (2012) no início da maturação de queijos Akawi com diferentes proporções de sódio e potássio.

Entretanto, Patel et al. (2013) não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na elasticidade em relação aos tratamentos avaliados em queijo processado reduzido em sódio com substituição do NaCl pelo KCl.

No entanto, houve interação entre elasticidade e os tratamentos com diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) na elasticidade dos queijos aos 60 dias de maturação. Observa-se uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) na elasticidade com o aumento do KCl.

Gutiérrez-Méndez et al. (2013) verificaram em um estudo que analisou o perfil de textura de queijo fresco e queijo de Chihuahua que a elasticidade mostrou cargas similares da umidade.

No estudo houve uma diminuição estatística significativa ( $P < 0,05$ ) no teor de umidade ao longo do tempo, assim como houve uma redução da elasticidade ( $P < 0,05$ ) ao longo do período de armazenamento.

#### 5.5.5 Mastigabilidade

A Tabela 15 apresenta os valores médios de mastigabilidade encontrados para cada tratamento do queijo de coalho ao longo do período de maturação.

TABELA 15: Análise de mastigabilidade (N) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada\*

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	0,17±0,61 <sup>Aa</sup>	0,17±1,45 <sup>Aa</sup>	0,16±0,61 <sup>Aa</sup>	0,16±1,09 <sup>Aa</sup>
15	0,15±0,85 <sup>Aa</sup>	0,16±0,85 <sup>Aa</sup>	0,17±1,00 <sup>Aa</sup>	0,15±0,43 <sup>Aa</sup>
30	0,15±1,20 <sup>Aa</sup>	0,15±0,86 <sup>Aa</sup>	0,13±0,75 <sup>Aa</sup>	0,12±0,76 <sup>Aa</sup>
60	0,14±0,72 <sup>Aa</sup>	0,15±1,23 <sup>Aa</sup>	0,14±0,57 <sup>Aa</sup>	0,13±0,49 <sup>Aa</sup>

a. A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

\*Resultados expressos em média ± DP.

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) na mastigabilidade dos queijos em relação aos tratamentos avaliados e ao longo do tempo de maturação.

A textura é um dos três principais atributos de aceitabilidade dos alimentos (aparência, sabor, textura) que proporcionam prazer em comer e leva o consumidor a decidir se deve ou não comprar esse alimento novamente. Seja qual for a forma do alimento, ele deve ser convertido em um líquido durante o processo de mastigação para permitir que ele seja engolido. Devido à ampla gama de estruturas e texturas encontradas nos alimentos, diferentes procedimentos são usados para reduzir cada tipo de textura em um líquido fácil de engolir. Estes incluem corte, rasgo e moagem entre os dentes, amaciamento por absorção de saliva ou bebida, derretimento ou

endurecimento causado por uma mudança de fase. Algumas características de textura possuem relação entre si (BOURNE, 2004).

Foster et al. 2011, estudaram o perfil de textura e constataram que existe uma relação entre a dureza e a mastigabilidade. Encontraram um aumento no número de ciclos de mastigação relacionado ao aumento da dureza.

Observou-se no estudo uma correlação positiva entre mastigabilidade e dureza (0,923553). Observa-se que não houve alteração nos perfis de dureza e de mastigabilidade, o que se associa a existência de correlação entre os parâmetros avaliados.

A textura dos queijos ocorre a princípio através da hidrólise da caseína por uma série de enzimas proteolíticas no queijo, que eventualmente conduz a peptídeos, aminoácidos e compostos de superfície (CHEN, ROSENTHAL, 2015).

Katsiari et al. (1998) em um estudo com queijo Kefalograviera reduzido em sódio também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na mastigabilidade dos queijos em relação aos tratamentos e ao longo do tempo de maturação. Patel et al. (2013) não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na mastigabilidade em relação aos tratamentos avaliados em queijo processado reduzido em sódio com substituição do NaCl pelo KCl.

Dimitreli e Thomareis (2007) afirmaram que a utilização do KCl em substituição ao NaCl não teve nenhum efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre a mastigabilidade de queijo processado.

## **5.6 Análises microbiológicas dos queijos de coalho**

O queijo de coalho pode apresentar um elevado teor de umidade, além de ter uma intensa manipulação no seu processamento, portanto, apresenta condições para a contaminação microbiana. Estas bactérias podem ser patogênicas e podem causar infecções alimentares ou produzir toxinas causando intoxicações (BRASIL, 2001; BORGES et al., 2008).

A legislação brasileira, através da portaria nº 146 de Março de 1996 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1996), especifica os padrões microbiológicos sanitários para queijo de acordo com a umidade desse alimento e define os limites de tolerância para contagem de bactérias: Coliformes a 30°C, Coliformes a 45°C e Estafilococos coagulase positiva.

O sal (NaCl), contribui com o controle do crescimento de micro-organismos patogênicos e deteriorantes. A redução do teor de sódio em alimentos como o queijo, pode ocasionar, portanto um descontrole no desenvolvimento dos micro-organismos (TAYLOR e LATHROP, 2015).

A redução do sódio não foi um fator de inibição para todos os micro-organismos estudados, considerando que houve contagem bacteriana ao longo do armazenamento.

#### 5.6.1. Coliformes a 30°C

Os resultados obtidos nas análises microbiológica de Coliformes a 30°C ao longo do tempo em estocagem refrigerada está apresentado na Tabela 16.

TABELA 16: Análise de coliformes 30°C (log UFC/g) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	2,37 <sup>Ba</sup>	2,16 <sup>Aa</sup>	2,17 <sup>Aa</sup>	2,37 <sup>Aa</sup>
15	0,42 <sup>Aa</sup>	1,16 <sup>Aa</sup>	1,45 <sup>Aa</sup>	1,64 <sup>Aa</sup>
30	0,89 <sup>ABa</sup>	1,98 <sup>Aa</sup>	1,59 <sup>Aa</sup>	1,42 <sup>Aa</sup>
60	0,57 <sup>ABa</sup>	1,50 <sup>Aa</sup>	1,17 <sup>Aa</sup>	0,94 <sup>Aa</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si (P<0,05); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si (P<0,05).

Não houve diferença estatística significativa (P>0,05) em relação aos coliformes a 30°C em relação aos tratamentos avaliados.

Os limites para coliformes a 30°C estão preconizados pela RDC nº 146, que considera o limite máximo aceitável de  $5,0 \times 10^3$  UFC/g ou 3,6989 log UFC/g.

Estes micro-organismos são utilizados como indicadores de falhas na higiene e das boas práticas de fabricação (BPF) e podem reduzir a vida de prateleira dos alimentos.

No estudo os valores encontrados de coliformes a 30°C estão abaixo dos preconizados pela legislação o que possivelmente ocorreu devido aos cuidados de higiene obtidos no processo de fabricação e armazenamento dos queijos.

Houve diferença estatística significativa dos coliformes a 30°C (P>0,05) em relação aos tempos de armazenamento. Houve uma diminuição significativa (P<0,05) no tratamento controle (0:100) com 15 dias de maturação.

Nespolo et al. (2009) também observaram uma redução nos níveis de coliformes a 30°C e coliformes a 45°C, ao longo da maturação do queijo Fascal.

A redução dos coliformes possui uma relação com o tempo. A redução da contagem de coliformes durante o armazenamento pode ter sido causada pelo desenvolvimento de bactérias láticas no meio. O ácido láctico é capaz de evitar o desenvolvimento de micro-organismos indesejáveis como os coliformes (VANDENBERGH, 1993).

Santana et al. (2008) avaliaram queijos de coalho comercializados em Aracaju, no estado de Sergipe e verificaram que 93,3% dos queijos analisados não estavam aptos à comercialização em relação aos coliformes a 30°C e, conseqüentemente, ao consumo humano.

Santos et al. (1995) avaliaram queijos de coalho provenientes de diferentes pontos comerciais de Fortaleza, Ceará. Verificaram que os valores de coliformes a 30°C variaram de  $1,3 \times 10^6$  e  $9,3 \times 10^6$  UFC/g (6,1139 e 6,9684 log UFC/g), e estão acima dos estabelecidos pela legislação.

Soares et al. (2015) realizaram um estudo com queijo São João da Ilha do Pico com redução de sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl e encontraram um aumento de micro-organismos em queijos com concentrações mais baixas de NaCl, o que não foi observado nesse trabalho. O sal (cloreto de sódio) é adicionado aos alimentos e possui muitas funções, entre elas, contribuir com a estabilidade microbiana. Portanto, com a redução do NaCl, pode ocorrer uma desestabilidade dos micro-organismos nos alimentos (TAYLOR et al., 2015).

### **5.6.2. Coliformes a 45°C**

Os resultados obtidos nas análises microbiológica de coliformes a 45°C ao longo do tempo em estocagem refrigerada estão apresentados na Tabela 17.

TABELA 17: Análise de coliformes 45°C (log UFC/g) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	0,73 <sup>Aa</sup>	1,13 <sup>Ba</sup>	0,75 <sup>Aa</sup>	1,35 <sup>Ba</sup>
15	0,00 <sup>Aa</sup>	0,87 <sup>ABa</sup>	0,42 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>
30	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>
60	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

Os limites para coliformes a 45°C estão preconizados pela RDC nº 146, que considera o limite máximo aceitável de  $5,0 \times 10^2$  UFC/g ou 2,6989 log UFC/g. A presença de coliformes pode indicar alguns problemas tais como problemas na pasteurização do leite, na pós pasteurização ou seja, pode ter ocorrido uma recontaminação após a pasteurização, que podem ser advindas de operários portadores de doenças, sujidades de equipamentos (FREITAS FILHO et al., 2009).

Os valores encontrados estão abaixo dos preconizados pela legislação o que indica que foram tomados cuidados necessários visando minimizar a presença desses micro-organismos. Obteve-se inclusive ausência do mesmo em muitas análises, sendo um resultado positivo, principalmente em relação a saúde do consumidor.

Não houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação aos tratamentos avaliados.

Kamleh et al. (2012) também não observaram alterações significativas ( $P > 0,05$ ) quanto à contagem de coliformes a 45°C nos queijos Halloumi com 50% de substituição de sódio.

Feitosa et al. (2003) analisaram queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte e constataram que todas as amostras de queijo de coalho analisadas apresentavam coliformes a 30°C e 36,4% continham coliformes a 45°C.

Oliveira et al. (2010) avaliaram a qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no Município do Cabo de Santo Agostinho, em Pernambuco. Coletaram quarenta e duas amostras de queijo de coalho em trinta e nove pontos comerciais distintos e constataram em relação a contaminação por coliformes a 45°C, 80,95% encontravam-se fora dos limites aceitáveis.

Santos et al. (1995) avaliaram a qualidade microbiológica de cinquenta e seis amostras de queijo de coalho provenientes de diferentes pontos comerciais de Fortaleza, Ceará. Verificaram que 67,9% das amostras não atendiam aos padrões estabelecidos pela legislação em relação aos coliformes a 45°C.

Houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) em relação aos tempos de armazenamento. Houve uma diminuição significativa ( $P<0,05$ ) no tratamento (30:70) com 30 dias de maturação e no tratamento (70:30) com 15 dias de maturação.

Segundo Felício et al (2013) a garantia das práticas higiênicas na produção dos queijos, contribui com a qualidade microbiológica dos queijos com substituição de sódio e pode mantê-la estável ao longo do período de estocagem.

Observa-se que no estudo houve uma redução do teor de umidade dos queijos com substituição de sódio, o que pode colaborar com a estabilidade dos microorganismos. Apesar de apresentar uma diferença estatística significativa ao longo do período de estocagem, os valores do teor de umidade foram próximos, o que pode ter contribuído com a estabilidade microbiana nesse período de estudo. Observa-se ainda que houve uma redução dos coliformes a 45°C ao longo do período de estocagem, mas a contagem inicial era tão baixa, em alguns tratamentos, que não apresentou diferença estatística.

### 5.6.3. Fungos Filamentosos e Leveduras

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas de fungos filamentosos e leveduras ao longo do tempo em estocagem refrigerada estão apresentados na Tabela 18.

TABELA 18: Análise de fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	1,00 <sup>Aa</sup>	1,80 <sup>Aa</sup>	0,50 <sup>Aa</sup>	0,50 <sup>Aa</sup>
15	0,50 <sup>Aa</sup>	1,17 <sup>Aa</sup>	1,44 <sup>Aa</sup>	1,15 <sup>ABa</sup>
30	1,00 <sup>Aa</sup>	1,00 <sup>Aa</sup>	2,43 <sup>Aa</sup>	1,32 <sup>ABa</sup>
60	1,72 <sup>Aa</sup>	1,71 <sup>Aa</sup>	2,48 <sup>Aa</sup>	2,84 <sup>Ba</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P<0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P<0,05$ ).

Não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) em relação aos tratamentos avaliados.

Dugat-Bony et al. (2016) em um estudo com queijo macio reduzido em sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl também não encontraram diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) em relação aos fungos filamentosos e leveduras e os tratamentos avaliados.

Observou-se uma diferença estatística significativa ( $P<0,05$ ) em relação aos tempos de armazenamento, com um aumento significativo no tratamento (70:30) com 60 dias de maturação.

Apesar da inexistência de padrão normativo, o número de fungos filamentosos e leveduras é um indicador de qualidade dos produtos alimentícios. Esses micro-organismos são responsáveis pela deterioração e afetam a aceitabilidade do produto (Kamleh et al., 2012). Portanto esse aumento no tratamento 70:30 provavelmente contribuiu com a redução da aceitabilidade do queijo.

El-Bakry et al. (2011) em um estudo com queijo análogo com redução de sódio, utilizando o KCl em substituição ao NaCl, também encontraram um aumento significativo ( $P<0,05$ ) na contagem de fungos filamentosos e leveduras nos queijos análogos com menor teor de KCl ao longo do armazenamento.

Dugat-Bony et al. (2016) encontraram um aumento ligeiramente maior com a maturação do queijo na análise de fungos filamentosos ao longo do período de armazenamento e justificaram esse aumento, com um lento aumento nos valores de pH, o que não pode ser justificado no estudo em questão, pois não houve diferença estatística significativa ( $P>0,05$ ) na análise de pH.

Feitosa et al. (2003) analisaram queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte e em relação a contagem de fungos filamentosos encontraram uma contagem que variou entre  $1,9 \times 10^4$  e  $4,8 \times 10^8$  UFC/g (4,2785 e 8,6812 log UFC/g).

Santos et al. (1995) avaliaram queijos de coalho provenientes de diferentes pontos comerciais de Fortaleza, Ceará. Verificaram que os valores de fungos filamentosos e leveduras variaram de  $1,4 \times 10^6$  e  $5,2 \times 10^9$  UFC/g (6,1461 e 8,7160 log UFC/g).

#### 5.6.4. Mesófilos aeróbios

Os resultados obtidos nas análises microbiológica de mesófilos aeróbios ao longo do tempo em estocagem refrigerada estão apresentados na Tabela 19.

TABELA 19: Análise de mesófilos aeróbios (log UFC/g) dos queijos de coalho com redução de sódio durante a estocagem refrigerada

Estocagem refrigerada (dias)	Tratamento (KCl:NaCl)			
	0:100	30:70	50:50	70:30
2	5,98 <sup>Aa</sup>	5,20 <sup>Aa</sup>	5,29 <sup>Aa</sup>	6,11 <sup>Aa</sup>
15	6,01 <sup>Aab</sup>	5,94 <sup>ABa</sup>	7,09 <sup>Bb</sup>	6,40 <sup>Aab</sup>
30	6,33 <sup>Aa</sup>	6,52 <sup>Ba</sup>	6,11 <sup>ABa</sup>	6,59 <sup>Aa</sup>
60	5,74 <sup>Aa</sup>	5,84 <sup>ABa</sup>	6,02 <sup>ABa</sup>	6,14 <sup>Aa</sup>

a, A médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas linhas diferem entre si ( $P < 0,05$ ); médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

Não houve diferença estatística significativa ( $P > 0,05$ ) em relação aos mesófilos aeróbios e os tratamentos avaliados com 2 dias de maturação, porém nos demais tempos houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ).

Houve diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) em relação aos mesófilos aeróbios. Andrade et al. (2017), observaram em queijos de coalho comercializados no estado da Paraíba uma elevada contagem de micro-organismos aeróbios mesófilos com valores entre  $2,3 \times 10^6$  e  $3,8 \times 10^7$  UFC/g.

Meneses et al. (2012) avaliaram queijos de coalho na cidade de Salvador, Bahia e apresentaram contagens expressivas por micro-organismos aeróbios mesófilos, média de 8,14 log UFC/g.

Santos et al. (1995) avaliaram queijos de coalho provenientes de diferentes pontos comerciais de Fortaleza, Ceará. Verificaram que os valores de mesófilos aeróbios variaram de  $2,9 \times 10^7$  e  $3,9 \times 10^9$  UFC/g (7,4623 e 8,5910 log UFC/g).

Soares et al. (2015) realizaram um estudo com queijo São João da Ilha do Pico com redução de sódio utilizando KCl em substituição ao NaCl e encontraram um aumento ao longo do tempo de todos os micro-organismos analisados (Contagem bacteriana total, Enterobacteriaceae, Estafilococos coagulase positivos e fungos filamentosos e leveduras) em queijos com concentrações mais baixas de NaCl.

No estudo não houve utilização de fermento láctico, essa contagem possivelmente está relacionada com NSLAB. Os mesófilos aeróbios incluem também micro-organismos contaminantes (PERRY et al, 2004). Em queijos com utilização do

fermento láctico pode ocorrer uma inibição de contaminantes indesejáveis devido a ação das bactérias presentes no fermento (MCMAHON et al, 2005).

#### **5.6.4. *Staphylococcus aureus***

Verificou-se no estudo que não houve influência da redução de cloreto de sódio no queijo pela substituição com o KCl no desenvolvimento e proliferação do *Staphylococcus aureus*, pois não houve contagem desse microrganismo, nas diluições até  $(10^{-4})$ . A contaminação do queijo de coalho por *Staphylococcus* enterotoxigênicos coagulase-positiva e negativa representa um problema de saúde pública pelo risco de causar intoxicação alimentar. Entre as espécies coagulase-positiva, *S. aureus* é a mais frequentemente associada a casos e surtos de intoxicação alimentar, devido à habilidade de muitas de suas cepas produzirem vários tipos de enterotoxinas (BORGES et al., 2008).

O limite máximo aceitável para Estafilococos coagulase positiva preconizados pela RDC nº 146, é de  $1,0 \times 10^3$  UFC/g ou 3 log UFC/g.

Os valores encontrados estão abaixo dos valores preconizados pela legislação, apresentando ausência desse micro-organismo em todas as amostras.

As contaminações por *S. aureus* podem estar associadas com deficiência na higienização durante a ordenha, água contaminada, ordenhadores infectados e condições inadequadas de processamento, refrigeração e comercialização dos produtos. Contaminações cruzadas e demais condições implicadas no desenvolvimento deste agente em produtos lácteos (ALVES et al, 2009).

Portanto esses resultados são positivos e possivelmente estão associados as boas práticas de fabricação favorecendo a segurança do consumidor.

Feitosa et al. (2003) analisaram queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte e a ocorrência de *S. aureus* foi observada em 72,7% das amostras de queijo de coalho.

Oliveira et al. (2010) avaliaram a qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no Município do Cabo de Santo Agostinho e constataram em relação a contaminação *Staphylococcus aureus* em 76,19% fora dos limites aceitáveis.

Santos et al. (1995) avaliaram queijos de coalho provenientes de diferentes pontos comerciais de Fortaleza, Ceará. Verificaram que 62,5% das amostras não atendiam aos padrões estabelecidos pela legislação em relação a análise de *Staphylococcus aureus*.

## 5.7 Análise sensorial

Os resultados obtidos na análise sensorial estão apresentados na Tabela 20.

TABELA 20. Avaliação sensorial dos queijos de coalho com redução de sódio com trinta dias de maturação\*

Atributos	Tratamento (KCl: NaCl)*			
	0:100	30:70	50:50	70:30
Aparência	6,97±1,27 <sup>a</sup>	7,03±1,34 <sup>a</sup>	7,26±1,11 <sup>a</sup>	7,27±1,41 <sup>a</sup>
Aroma	6,94±1,26 <sup>a</sup>	6,78±1,56 <sup>a</sup>	6,69±1,24 <sup>a</sup>	6,17±1,63 <sup>b</sup>
Sabor	6,89±1,44 <sup>a</sup>	6,36±1,81 <sup>ab</sup>	6,11±1,96 <sup>b</sup>	4,69±2,25 <sup>c</sup>
Textura	6,86±1,57 <sup>a</sup>	6,55±1,67 <sup>ab</sup>	6,70±1,41 <sup>ab</sup>	6,25±1,67 <sup>b</sup>
Aceitação global	6,99±1,37 <sup>a</sup>	6,42±1,66 <sup>a</sup>	6,52±1,67 <sup>a</sup>	5,60±2,04 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si ( $P > 0,05$ );  $n = 4$ .

\*Resultados expressos em média  $\pm$  DP.

Considerando os resultados do teste de aceitação do queijo de coalho com diferentes tratamentos de redução de sódio, a aparência dos queijos não foi afetada pelo uso do cloreto de potássio ( $P > 0,05$ ). Isto se deve, provavelmente, as semelhanças químicas entre o KCl (cloreto de potássio) e ao NaCl (cloreto de sódio) (JOHNSON et al., 2009).

Quanto ao aroma, esse não foi afetado pela redução de até 50% de sódio ( $P > 0,05$ ). Porém, no tratamento 70% KCl:30% NaCl houve diferença significativa no aroma do queijo ( $P < 0,05$ ), possivelmente pelo alto teor de cloreto de potássio. A substituição do cloreto de sódio por outros cátions como o potássio não promove a mesma percepção de gosto salgado com o íon sódio (FITZGERALD e BUCKLEY, 1985; GRUMMER et al., 2013). A redução do sabor salgado e doce, também podem resultar em uma diminuição da percepção de aromas associados com os gostos. Reduzindo, portanto, a aceitação do consumidor em relação ao aroma dos queijos com maior teor de KCl (KEAST et al., 2004; LIEM et al., 2011). Observou-se no estudo uma correlação positiva entre aroma e sabor (0,8956), confirmando os dados da literatura.

A percepção do gosto salgado é influenciada pela complexidade da matriz alimentícia, que também afeta a quantidade de sódio que pode ser removido sem que isso seja notado pelos consumidores (DRAKE et al., 2011). Como o sabor é o resultado de uma combinação de sensações, ao remover ou reduzir um ingrediente como o sal, o efeito resultante pode ir além da simples perda do gosto salgado e interferir em todo o perfil sensorial do alimento (LIEM et al., 2011, DESIMONE et al., 2013). Esses dados foram confirmados no estudo, mostrando uma correlação positiva entre o aroma e a textura (0,8678), assim como entre o aroma e aceitação global (0,9053).

O sabor do queijo foi afetado pelo uso do cloreto de potássio ( $P < 0,05$ ), com escores menores no queijo com substituição de 70% NaCl pelo KCl. O problema mais comum na utilização do cloreto de potássio como substituto do cloreto de sódio é o sabor metálico que confere ao produto (KISHIMOTO et al., 2013).

A utilização de cloreto de potássio sem agente para mascarar seu gosto amargo leva a uma maior rejeição do consumidor (FELICIO et al., 2016), o que foi observado no presente trabalho apenas com a utilização de 70% KCl.

O uso de KCl também afetou significativamente a textura dos queijos ( $P < 0,05$ ). Embora a maioria dos resultados evidenciem que a substituição de NaCl para misturas de 50:50% de NaCl e KCl normalmente não causam mudanças bioquímicas, microbiológicas ou de textura, algumas discrepâncias entre os resultados mencionam que a utilização de misturas com essa proporção afeta a qualidade sensorial dos queijos. Desta forma, as proporções inferiores a 50:50, tendem a ser mais atraentes, uma vez que o importante é atingir a redução de NaCl sem alterar a qualidade sensorial. A redução de sódio de forma adequada tende a manter o sabor característico do queijo, agradando aos consumidores em geral (CRUZ et al., 2011).

Houve correlação positiva entre a textura e aceitação global (0,8170).

As alterações de sabor e textura no queijo oriundas dos substitutos do NaCl podem ser devidamente explicadas devido as diferenças químicas do cloreto de sódio com os outros sais existentes ou na utilização de substitutos. Apesar do KCl ser o mais semelhante ao NaCl, pode afetar essas características sensoriais (JOHNSON et al., 2009).

Com relação a aceitação global do produto, os queijos não apresentaram diferença significativa quanto a redução do sódio com até 50% ( $P > 0,05$ ). Fletcher (2008) afirmou que o KCl ajuda a manter o gosto salgado e pode reduzir a quantidade

de sal nos alimentos em até 25% sem perdas na palatabilidade do produto. Os resultados encontrados estão de acordo com outros trabalhos. O queijo Muçarela fabricado com redução de sódio obteve boa aceitação com redução de até 50% de sódio (Ayyash e Shah, 2013). No entanto, El-bakry et al. (2012) conseguiram uma redução de sódio de 25% no queijo cheddar com redução de sódio pelo KCl. O mesmo foi verificado por Gomes et. al. (2011) queijo Minas Frescal. Possivelmente a diferença na redução do sódio, deve-se ao tipo de queijo fabricado, as condições de armazenamento e alterações bioquímicas do alimento.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos podem levar às seguintes conclusões quanto a redução de sódio em substituição ao cloreto de potássio:

Não altera significativamente sua composição centesimal quando comparada aos queijos sem redução de sódio.

Não altera significativamente a proteólise e o pH em relação aos queijos sem redução de sódio. O pH não sofreu alteração ao longo do tempo, porém a proteólise, de uma maneira geral, aumentou significativamente ao longo do tempo durante a maturação dos queijos.

A composição mineral média dos queijos sofreu alterações significativas. Houve diminuição do teor de sódio e aumento do teor de potássio, entretanto o cálcio não sofreu alterações significativas.

Interferiu em algumas propriedades de textura. Houve aumento da adesividade nos queijos com maiores teores de KCl, que também influenciou ao longo do tempo, já em relação a elasticidade, houve redução com o aumento dos teores de KCl. Portanto, a redução no teor de sódio pode alterar características de textura dos queijos.

Não interferiu no derretimento dos queijos e o tempo também não foi um fator significativo na avaliação deste parâmetro.

Alterou a microbiota do queijo, houve uma diminuição significativa nos coliformes a 30°C e 45°C, entretanto os fungos filamentosos e leveduras e mesófilos aeróbios apresentaram aumento significativo.

Alterou algumas propriedades sensoriais do queijo de coalho, com exceção da aparência. O aroma, textura e aceitação global apresentaram diferença significativa apenas nos queijos com maior teor de potássio.

A redução de sódio no queijo de coalho com substituição parcial de até 50% NaCl por KCl é uma alternativa possível para esse produto.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIA. Cenário do consumo de sódio no Brasil. 2011. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/sodio/pressrelease.asp>>. Acesso em: 17 de Agosto de 2017.

AGARWAL S et al. Sodium content in retail Cheddar, Mozzarella, and process cheeses varies considerably in the United States. **Journal of Dairy Science**. v. 94, n3, p.1605–1615. 2011.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução nº 28, de 28 de Março de 2000. Dispõe sobre os procedimentos básicos de Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos beneficiadores de sal destinado ao consumo humano e o roteiro de inspeção sanitária em indústrias beneficiadoras de sal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 mar. 2000.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001b. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2 jan. 2001.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Teor de sódio nos alimentos processados**. Informe técnico nº 69, 2015. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388729/Informe+T%C3%A9cnico+n%C2%BA+69+de+2015/85d1d8f0-5761-4195-9aee-e992abd29b3e>>. Acesso em: 7 mar. 2017.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resultado do monitoramento do teor de iodo no sal para consumo humano**. Brasília: Anvisa, 2014. 12 p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/395584/Relat%C3%B3rio+Pro+Iodo+2014/9fcda63e-a164-41f7-a32b-156399f30f1c>>. Acesso em: 2 de Março de 2017.

ALCÂNTARA-JONES D.M de, et al. Existe associação entre tireoidite de Hashimoto e câncer de tireoide? Análise retrospectiva de dados. **Radiologia Brasileira**, v. 48, n. 3, p. 148-153, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rb/v48n3/pt\\_0100-3984-rb-48-03-0148.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rb/v48n3/pt_0100-3984-rb-48-03-0148.pdf)>. Acesso em: 10 de Janeiro de 2017.

ALMEIDA S. L de.et al. Representação da Produção e Consumo do Queijo coalho Artesanal. **Revista Interdisciplinar de Gestão Social** v.2, n.2, p. 26-32 2013.

ALVES L.M.C et al. Qualidade Microbiológica do leite cru e de queijo de coalho comercializados informalmente na cidade de São Luís – MA. **Pesquisa em Foco**, v. 17, n.2, p. 01-13, 2009. Disponível em: <[http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA\\_EM\\_FOCO/article/view/248/251](http://ppg.revistas.uema.br/index.php/PESQUISA_EM_FOCO/article/view/248/251)> . Acesso em: 10 de Julho de 2017.

AL-OTAIBI M.M; WILBEY, A. Effect of temperature and salt on the maturation of white-salted cheese. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n. 1, p: 57-63, 2006.

ALY M.E. An attempt for producing low-sodium Feta type cheese. **Food Chemistry**, V. 52, n. 3, p. 295-299, 1995.

ANDRADE, A.A. et al. Características físico-químicas de queijos de coalho industriais e artesanais produzidos no estado do Ceará. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 23, 2005. Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, EPAMIG, 2005.

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

ANDRADE V.O. Qualidade Microbiológica de Queijo de coalho. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2016. **Anais...** Natal, COINTER, 2017.

AOAC (Association of Analytical Chemists) (1995). Official methods of analysis of AOAC international. Washington: AOAC.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis. 14 ed. Washington (D.C.), 1984, 1141 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO (ABIQ). **Produção brasileira de produtos lácteos e estabelecimentos sob inspeção federal.** São Paulo, 2012. Não paginado.

AYYASH, M.M. SHAH, N.P. Effect of partial substitution of NaCl with KCl on Halloumi cheese during storage: Chemical composition, lactic bacterial count, and organic acids production. **Journal of Food Science**. v.75, n.1, p.525-529, 2010.

AYYASH, M.M. SHAH, N.P. Effect of partial NaCl substitution with KCl on the texture profile, microstructure, and sensory properties of low moisture mozzarella cheese. **Journal of Dairy Research**. v. 80, n.3, p. 7-13, 2013.

AYYASH, M.M. SHAH, N.P. Effect of Partial Substitution of NaCl with KCl on Proteolysis of Halloumi Cheese. **Journal of Food Science**. v.76, n.1, p.31-37, 2011a.

AYYASH, M et al. The effect of NaCl substitution with KCl on Akawi cheese: Chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 9, p. 4747-4759, 2012.

AYYASH, M.M. SHAH, N.P. The effect of sodium chloride substitution with potassium chloride on texture profile and microstructure of Halloumi cheese. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.1, p. 37-42, 2011b.

AYYASH, M. M., e SHAH N. P. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture Mozzarella cheese. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.3, p.3761–3768, 2011c.

AYYASH, M. M., e SHAH N. P. The effect of substituting NaCl with KCl on Nabulsi cheese: Chemical composition, total viable count, and texture profile. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n.6, p. 2741-2751, 2011d.

BARRETO N.S.E. et al. Qualidade microbiológica e suscetibilidade antimicrobiana do leite in natura comercializado em Cruz das Almas, Bahia. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2315-2326, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria n. 146, de 07 de março de 1996.

Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 11 mar. 1996. Seção 1, p. 3977.

BRASIL. Instrução Normativa nº 30 de 26 de junho de 2001 do Departamento de Inspeção de produtos de origem animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de coalho e Queijo de Manteiga. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 jul. 2001a. Seção I, p.13-5.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Instrução Normativa n. 68, de 12 de dezembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 14 de dezembro de 2006, Seção 1, Página 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de Junho de 2001a. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de coalho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jun. 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº62, de 26 de Agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 ago. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Portaria nº 54, de 12 de novembro de 2012, Regulamento Técnico Mercosul sobre Informação Nutricional Complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais), 2012.

BERESFORD T. P. et al. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v.11, n. 4, p. 259-274, 2011.

BEZERRA T.K.A et al. Proteolysis in goat “coalho” cheese supplemented with probiotic lactic acid bacteria. **Food Chemistry**, v. 196, n. 1, p. 359–366, 2016.

BORGES M.F. et al. Perfil de contaminação por *Staphylococcus* e suas enterotoxinas e monitorização das condições de higiene em uma linha de produção de queijo coalho. **Ciência Rural**, v. 38, n.5, p. 1431- 1438, 2008.

BOURNE, M. Relationship between texture and mastication. **Journal of Texture Studies**, v. 35, n.1, p. 125-143, 2004.

CAMANDAROBA M.P.G. Carcinoma Papilífero da Tireoide Associado à Tireoidite de Hashimoto: uma Série de Casos. **Revista Brasileira de Cancerologia**.v.55, n.3, p. 255-261,2009.

CARDOSO, A.V. **Avaliação de queijo de coalho produzido com bactérias lácticas endógenas**. 2009. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

CAUVAIN, S. P. Reduced salt in bread and other baked products. In: KILCAST, D.; ANGUS, F. **Reducing Salt in Foods**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2007. part 3, p. 283-295.

CAVALCANTE, José Fernando Mourão, et al. Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 205-214, 2007.

CELESTINO S.M.C. Princípio de secagem de alimentos. ISSN 2176-5111. Embrapa, Planaltina, DF, 2010.

CHAVHAN G.B et al. Effect of potassium-based emulsifying salts on sensory, textural, and functional attributes of low-sodium processed Mozzarella cheese. **Dairy Science & Technology**. v.95, n.3, p. 265–278, 2015.

CHEN, Jianshe; ROSENTHAL, Andrew (Ed.). **Modifying Food Texture: Volume 2: Sensory Analysis, Consumer Requirements and Preferences**. Woodhead Publishing, 2015.

CHIESA M.O. de et al. Avaliação da composição química, proteólise e propriedades funcionais do queijo Mussarela comercial com teor reduzido de gordura. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 381, n. 66, p. 28-33, 2011.

CHINELATE, G.C.B. et al. Avaliação do teor de sódio no queijo de coalho produzido no estado do Ceará. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.59, n. 339, p.134-137, 2004.

COELHO K.O et al. Níveis de células somáticas sobre a proteólise do queijo Mussarela. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.682-693, 2012.

CRUZ, A.G et al. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory properties. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 6, p. 276-291, 2011.

DAVAATSEREN M. et al. Effects of Partial Substitutions of NaCl with KCl, CaSO<sub>4</sub> and MgSO<sub>4</sub> on the Quality and Sensorial Properties of Pork Patties. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**, v. 34, n. 4, p 500–506, 2014.

DAGOSTIN J.L.A. **Avaliação de atributos microbiológicos e físico-químicos de queijo minas frescal elaborado a partir de leite carbonatado**. 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

DE RENSIS, C.M.V.B; PETENATE, A.J; VIOTTO W.H. Caracterização físico-química, reológica e sensorial de queijos tipo Prato com teor reduzido de gordura. **Ciências e Tecnologia Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 488-494, 2009.

DESIMONE J. A et al. Sodium in the food supply: challenges and opportunities. **Nutrition Reviews**. v. 71, n.3. p. 55-56, 2013.

DIAS J.N et al. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de leite cru e queijo coalho comercializados em mercados públicos no norte do Piauí. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 2, p. 277-284, 2015.

DI CAGNO, R et al. Assessing the proteolytic and lipolytic activities of single strains of mesophilic lactobacilli as adjunct cultures using a Caciotta cheese model system. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 2, p. 119-130, 2006.

DIMITRELI G. e THOMAREIS A.S. Texture evaluation of block-type processed cheese as a function of chemical composition and in relation to apparent viscosity. **Journal of Food Engenharia**, v.78, n.1, p. 1364-1373, 2007.

DRAKE, M.A. Sensory analysis of dairy foods. **Journal of Dairy Science**. v.9, n.2. p. 4930-4932, 2008.

DRAKE S.L et al. Salty taste in dairy foods: Can we reduce the salt? **Journal of Dairy Science**. v.94, n.2, p.636-645, 2011.

DURAK, E. et al. Salt: A review of its role in food science and public health. **Current Nutrition & Food Science**, v. 4, n.4, p.290–297, 2008.

DOYLE, M.E; GLASS, K.A. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, p. 44-56, 2010.

DUGAT-BONY E. et al. The effect of reduced sodium chloride content on the microbiological and biochemical properties of a soft surface-ripened cheese. **Journal of Dairy Science**. v.99, n.3, p. 2502–2511, 2016.

EL-BAKRY, M. Salt in Cheese: A review. **Current Research in Dairy Sciences**. v.4, n.2, p. 1-5; 2012.

EL-BAKRY, M. et al. Reducing salt in imitation cheese: Effects on manufacture and functional properties. **Food Research International**. v.44, n.1, p. 589-596, 2011.

FDA. 2011. Nutrition labeling of food. 21 CFR 101.9(c) (9). Disponível em: <<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcr/CFRSearch.cfm?fr=101.9>>. Acesso em: 7 mar. 2017.

FEITOSA, T et al. Pesquisa de *Salmonella* sp., *Listeria* sp. e microrganismos indicadores higiênico- sanitários em queijos produzidos no estado do Rio Grande do Norte. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p.162-165, 2003.

FELICIO T.L.et al. Cheese. What is its contribution to the sodium intake of Brazilians? **Appetite**, v.66, n.4, p. 84–88, 2013.

FELICIO T.L. et al. Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. **Food Chemistry**. v.196, n.1, p. 628–637, 2016.

FENNEMA, O. R.; DOMODARAM S.; PARKIN K. L. **Química de alimentos**. Artmed, 2010, 900p.

FERREIRA, D. F. Sisvar – Sistema de Análise de Variância. Lavras. UFLA, 1999.

FITZGERALD E. and BUCKLEY J. Effect of Total and Partial Substitution of Sodium Chloride on the Quality of Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 68, n.3. p. 130-132, 1985.

FLATCHER, A. Selako salt replacer targets health-conscious consumers. 2008. Disponível em: <<http://www.foodnavigator.com/Science-Nutrition/Selako-salt-replacer-targets-health-consciousconsumers>>. Acesso em: 03 fev. 2017.

FOSTER, Kylie D. et al. The role of oral processing in dynamic sensory perception. **Journal of Food Science**, v. 76, n. 2, 2011.

FOX, P. F. Significance of salt in cheese ripening. **Dairy Industries International**, v.52, n.9, p.19-22, 1987.

FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; McSWEENEY, P.L.H. **Fundamentals of cheese science**. Gaithersburg: Aspen, 587p., 2000.

FREITAS FILHO, J. R. F de. et al. Avaliação da Qualidade do Queijo de “coalho” Artesanal Fabricado em Jucati – PE. **Revista Eletrônica de Extensão**. v. 6; n. 8. p. 36-38, 2009.

FREITAS W.C. de. et al. Avaliação Microbiológica e físico-química de leite cru e queijo de coalho produzidos no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.15, n.1, p.35-42, 2013.

FREITAS FILHO J.R.de. et al. Avaliação dos parâmetros físico químicos do queijo coalho artesanal produzidos em Calçado – PE. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v.06, n.01, p.722-729, 2012.

FURTADO, M. M. **Manual prático de mussarela** (Pizza Cheese). Campinas: Master Graf., 1997. 97p.

FURTADO, M.M. **Quesos Típicos de Latinoamérica**. São Paulo: Fonte Comunicações, 2005. 192p.

FURTADO, M.M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção**. São Paulo: Fonte Comunicações, 1999. 171p.

GANESAN B; IRISH K.B.D; MCMAHON J.D. Manufacture and sensory analysis of reduced and low sodium Cheddar and Mozzarella cheeses. **Journal of Dairy Science**, v.97, n; 4, p.1980-1982, 2014.

GIRARDI, F. M. et al. Carcinoma papilífero da tireoide: associação com tireoidite de Hashimoto influência nas características clínico-patológicas da doença? **Journal Dairy Science**, v. 81, n. 3, p. 283-287, 2015.

GOMES A.P, et al. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: Effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 6, p. 2701-2706, 2011.

GOMES, R.A et al. Caracterização físico-química dos Queijos de coalho artesanal e industrial comercializados na cidade de Currais Novos/RN. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 26., 2013, Palmas. **Anais...**Palmas: CONNEPI, 2013. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3305/3022>>.

Acessoem: 7 mar 2017

GRUMMER J. et al. Manufacture of reduced-sodium Cheddar-style cheese with mineral salt replacers. **Journal of Dairy Science**, v.95, n. 6, p. 2834–2839, 2012.

GRUMMER J. et al. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n.3, p. 1410-1414, 2013.

GRIMES C.A. et al. Consumer knowledge and attitudes to salt intake and labelled salt information. **Appetite**, v. 53, n.2, p.190–192, 2009.

GUINEE, T.P.; O'KENNEDY, B.T. Reducing salt in cheese and dairy spreads. In: KILCAST, D.; ANGUSF. **Reducing salt in foods: Practical strategies**. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 316-357, 2007.

GUTIÉRREZ-MÉNDEZ N. et al. Texture profile analysis of Fresh cheese and Chihuahua cheese using miniature cheese models. **Tecnociencia Chihuahua**, v. 7, n.2, p.65-74, 2013.

HE, F.J; MACGREGOR, G.A. Fortnightly review: beneficial effects of potassium. **British Medical Journal**, v. 323, p. 497-501, 2001.

IBGE — Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PESQUISAS DE ORÇAMENTOS FAMILIARES (POF) (2008/2009). **Participação das categorias de alimentos na ingestão de sódio da população brasileira**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC. **Redução de Sódio em alimentos uma análise dos acordos voluntários no Brasil**. São Paulo: Idec, 2014. 27p.

JOHNSON, M. et al. Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. v. 8, n.3, p. 252-268, 2009.

JONES, L.V.; PERYAM, D. R.; THURSTONE, L. L. Development of a scale for measuring soldiers food preferences. **Food Research**, v. 20, n. 4, p. 512-520, 1955.

KAMLEH, R. et al. The effect of substitution of sodium chloride with potassium chloride on the physico chemical, microbiological, and sensory properties of Halloumi cheese. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.3, p.1146–1149, 2012.

KATSIARI, M.C. et al. Manufacture of Kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl. **Food Chemistry**,v.61, n. 1-2, p.64-68, 1998.

KATSIARI, M.C. et al. Proteolysis in reduced sodium Kefalograviera cheese made by partial replacement of NaCl with KCL. **Food Chemistry**, v. 73, p.32-36, 2001.

KEAST R., et al. **Flavor Interactions at the Sensory Level**. Blackwell; Oxford, UK: 2004. 255p.

KHETRA et al. Y. Storage changes in low sodium-processed Mozzarella cheese prepared using potassium-based emulsifying salts. **Dairy Science and Technology**. v. 95, n.1, p.639-649, 2015.

KISHIMOTO, G.B et al. Desenvolvimento de queijo Mussarela com baixo teor de sódio, 2013. Disponível em:<[https://www.milkpoint.com.br/mypoint/224299/p\\_desenvolvimento\\_de\\_queijo\\_mussarela\\_com\\_baixo\\_teor\\_de\\_sodio\\_mussarela\\_reducao\\_de\\_sodio\\_queijos\\_inovacao\\_inovaleite\\_5205.aspx](https://www.milkpoint.com.br/mypoint/224299/p_desenvolvimento_de_queijo_mussarela_com_baixo_teor_de_sodio_mussarela_reducao_de_sodio_queijos_inovacao_inovaleite_5205.aspx)>. Acesso em: 15 de Julho de 2017.

LIEM D.G et al. Reducing Sodium in Foods: The Effect on Flavor. **Nutrients**. v. 3, n. 6. 704–706, 2011.

LOPES, A.C. **Clínica médica: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: Atheneu, 2013. 7148p.

LOURENÇO NETO, J. P. de M. **Queijos: aspectos tecnológicos**. São Paulo: Master Graf, 2013. 270p.

MACHADO, G. de M. et al. Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido láctico. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 22, n. 3, p. 422-425, 2011.

MAHAN L.K, ESCOTT-STUMP S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 395p.

MALTA, D. C. et al. O Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas Não Transmissíveis no Brasil e a definição das metas globais para o enfrentamento dessas doenças até 2025: uma revisão. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 22, n. 1, p. 155, 2013.

MAMEDE, M. E. O et al. Estudo das características sensoriais e da composição química de queijo de coalho industrializado. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.69, n.3, p.366, 2010.

MARTINS, C.E.C.B; SILVA P.H.F. da. Queijo de coalho: aspectos físico-químicos e microbiológicos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 352. v.61. p. 18, 2006.

MARTINS A. P. B. et al. Avaliação do monitoramento do teor de sódio em alimentos: uma análise comparativa com as metas de redução voluntárias no Brasil. **Revista da Vigilância Sanitária**, v.3, n.2, p.58, 2015.

MATTOS, M.R. de et al. Qualidade do leite cru produzido na região do agreste de Pernambuco, Brasil. **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 173-182, 2010.

MCMAHON, D.J et al. Influence of calcium, pH, and moisture on protein matrix structure and functionality in direct-acidified nonfat Mozzarella cheese. **Journal of dairy science**, v. 88, n. 11, p. 3754-3763, 2005.

McMAHON, D. J.; OBERG, C.J. Influence of fat, moisture and salt on functional properties of Mozzarella cheese. **Australian Journal of Dairy Technology**, v.53, n.4, p.98-101, 1998.

MCSWEENEY, P.L.H. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v.57, n.2/3, p.127-144, 2004.

MENESES, R.B.de et al. O comércio de queijo de coalho na orla de Salvador, Bahia: trabalho infantil e segurança de alimentos. **Revista Nutrição**, v.25, n.3, p.381-392, 2012.

MENEZES, S.S.M. Queijo de coalho: tradição cultural e estratégia de reprodução social na região nordeste. **Revista de Geografia**, v. 28, n.1, p.49-50, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Termo de Compromisso de 05 de Novembro de 2013. Termo de Compromisso que firma entre si a União, por intermédio entre o Ministério da Saúde, a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (ABIA), Associação Brasileira de Queijos (ABIQ), Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS), Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de São Paulo (SINDICARNES) e União Brasileira de Avicultura (UBABEF) com a finalidade de estabelecer metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimentos processados no Brasil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 5 de Novembro de 2013.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Plano de redução do sódio em alimentos processados. 2011. Disponível em: <<https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelinck.php?numlink=1-77-23-2003-08-26-62>>. Acesso em: 02 mar. 2017.

MOREIRA, G.M.M. Efeito da adição de transglutaminase e gelatina na viscosidade de bebidas lácteas fermentadas fabricadas com soro de queijo de coalho. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 5, p. 334-340, 2014.

MURTAZA M.A, et al. Texture, flavor, and sensory quality of buffalo milk Cheddar cheese as influenced by reducing sodium salt content. **Journal of Dairy Science**, v. 97. n.3, p.6700–6707, 2014.

NARIMATSU, A. et al. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 177-182, 2003.

NASCIMENTO, R. D. de et al. Substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio: Influência sobre as características físico químicas e sensoriais de salsichas. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**, v.16, n. 2, p. 297-302, 2005.

NASSU, R.T. et al. Diagnóstico das condições de processamento e caracterização físico-química de queijos regionais e manteiga no Rio Grande do Norte. ISSN 1679-6543. Embrapa, Fortaleza, CE, 2003.

NASSU, R. T.; LIMA, J. R; ANDRADE, A. A. de. Caracterização físico-química e análise sensorial de queijo de coalho produzido no Rio Grande do Norte. **Higiene Alimentar**, v. 24, p. 40-45, 2010.

NESPOLO C.R et al. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos durante a produção e maturação do queijo Fascal. **Acta Scientia e Veterinariae**. v. 37, n.4, p.323-328, 2009.

NILSON, E.A.F. et al. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v.32, n.4, p. 287-292, 2012.

OLIVEIRA V.J et al. Estudo sobre a elasticidade do queijo Mozzarella para pizza, elaborado com leite de búfala (*Bubalus bubalis*). **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**. v. 64, n. 370, p. 18-21, 2009.

OLIVEIRA, K.A. et al. Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município do Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco, Brasil. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.3, p.435-440, 2010.

OLIVEIRA, M.E.G de et al. Technological, physicochemical and sensory characteristics of a Brazilian semi-hard goat cheese (coalho) with added probiotic lactic acid bacteria. **Scientia Agricola**, v. 69, n. 6, p. 370-379, 2012.

OTTONI I.C; SPINELLI M.G.N. Oferta de sódio em refeições de unidades de alimentação e nutrição escolar. **Revista Univap**, v. 20, n. 35, p.35-43, 2014.

PAULA, J. C. J.;CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios Básicos de Fabricação de queijo: Do Histórico à Salga. **Revista Instituto Cândido Tostes**, v.64, n.367/368, p.19-25, 2009.

PASTORINO A. J. et al. Effect of salt on the structure-function relationships of cheese. **Journal of Dairy Science**. v. 86, n.2, p. 60-69, 2003.

PATEL, P.V.; PATEL, J.B.; LEE, E. The Effect of Potassium Chloride as a Salt Replacer on the Qualities of Processed Cheese. **Research Services**, p. 313, 2013.

PEREIRA, D. B. C.; SILVA, P. H. F.; COSTA JÚNIOR, L. C. G.; OLIVEIRA, L. L. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. 2.ed. ampl. e rev. Juiz de Fora: Templo Gráfica e Editora, 2001. 234 p.

PERRY, K.S.P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PONTES, A.A.N de et al. Iodação do sal no Brasil, um assunto controverso. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabólica**, v. 53, n.1, p. 113-114, 2009.

RAPACCI, M et al. Efeito da substituição de NaCl por KCl nas características do queijo prato. **Revista do Instituto de Laticínios "Cândido Tostes"**. v. 50, n. 297, p. 3-12, 1996.

REDDY, K.A, MARTH E.H. Composition of Cheddar cheese made with sodium chloride and potassium chloride either singly or as mixtures. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 6, n.4, p. 354-363, 1993.

RODRIGUES F.M de et al. Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high-pressure technology. **Food Science and Technology**, v.36, n.1, p.1-8, 2016.

RODRIGUES, J.F. et al. Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.8, p.4733-4744, 2014.

RULIKOWSKA A. et al. The impact of reduced sodium chloride content on Cheddar cheese quality. **International Dairy Journal**, v.28, n.1, p.45-55, 2013.

RUYSSSEN, T. et al. Characterization of Gouda cheeses based on sensory, analytical and high-field <sup>1</sup>H nuclear magnetic resonance spectroscopy determinations: Effect of adjunct cultures and brine composition on sodium-reduced Gouda cheese. **International Dairy Journal**, v.33, n.3, p.142-152, 2013.

SAINT-EVE A. et al. Reducing salt and fat content: impact of composition, texture and cognitive interactions on the perception of flavored model cheeses. **Food Chemistry**, v. 116, n.1, p. 167-175, 2009.

SANTANA, R.F. et al. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1517-1522, 2008.

SANTOS F.A et al. Aspectos microbiológicos do queijo tipo "coalho" comercializado em Fortaleza – Ceará. **B. Ceppa**, v.13, n.1, p. 31-36, 1995.

SANTOS, J.S. et al. Diagnóstico das condições de processamento de produtos artesanais derivados do leite no estado do Sergipe. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.363, n.63, p.17-25, 2008.

SARNO F. et al. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 47, n. 3, p.571-578, 2013.

SHIBAO, J; BASTOS, D.H.M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 6, p. 895-904, 2011.

SILVA, M.C.D. da et al. Influência dos procedimentos de fabricação nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de queijo de coalho. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p.214-221, 2010.

SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos. Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa: UFV. 2002. 218p.

SILVA, J.G. et al. Características físico-químicas do queijo Minas Artesanal da canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.380, n.66, p.16-22, 2011.

SILVA, R.A. et al. Avaliação da microbiota bacteriana do queijo de coalho artesanal produzido na região Agreste do estado de Pernambuco. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1732-1738, 2012.

SIHUFE, G.A; ZORRILA, S.E., RUBIOLO, A.C. Casein degradation of Fynbo cheese salted with NaCl/KCl brine and ripened at various temperatures. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 1, p. 117-123, 2003.

SOBRAL, D; PAULA, J.C.J. de; SILVA, P.H.F da. Queijo de coalho: características e tecnologia. **Informe Agropecuário**, v.28, p.57-62, 2007.

SOUSA, A.Z.B.de. et al. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE- OMS. **Review and updating of current WHO recommendations on salt/sodium and potassium consumption**. Geneva, Suíça, 2011. 8p.

SBAMPATO C.G et al. Queijo Gorgonzola fabricado com leite pasteurizado por ejetor de vapor e HTST: Parâmetros físico-químicos e sensoriais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.35, n.1, p.191-200, 2000.

SOARES, Catarina et al. The effect of lowering salt on the physicochemical, microbiological and sensory properties of São João cheese of Pico Island. **International journal of dairy technology**, v. 68, n. 3, p. 409-419, 2015.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA – SBC. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 89, n. 3, p. 24-79, 2007.

SOUZA, M.J; ARDO, Y.; MCSWEENEY, P.L.H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **Journal of Dairy Science**, v.327, n.11, p.327-345, 2014.

TAYLOR T.M e LATHROP A.A. Evaluation of Antimicrobials and salt replacers for use in low-sodium dairy products. **Journal of Food Safety**, v. 35, n.1, p. 32-40, 2015.

TESHIMA, E. et al. Identidade e qualidade de queijo de coalho comercializado em Feira de Santana. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.59, n. 339, p. 194-198, 2004.

THIBAudeau E. et al. Production of brine-salted Mozzarella cheese with diferente ratios of NaCl/KCl. **International Dairy Journal**. v. 40, n.1. p. 54-61, 2014.

UPADHYAY V.K et al. **Proteolysis in Cheese Ripening**. In Fox, P.F. 3 ed. Cheese: Chemistry, physics and microbiology, v. 1, p. 391-433, 2004.

VANDENBERGH, P. A. Lactic acid bacteria, their metabolic products and interference with microbial growth. **FEMS Microbiology Reviews**, v.12, n.1-3, p.221–237, 1993.

VAZ A.P.L, FARO Z.P, VIEIRA M.L.M. Avaliação de laudos analíticos de queijo tipo coalho, á luz das Legislações Federal e Estadual de Pernambuco. **Revista Higiene Alimentar**. v. 109, n. 17, p.19-23, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. (2003). **Reported of Joint WHO/FAO expert consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Geneva: Switzerland. Disponível em: <[http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who\\_fao\\_experts\\_report.pdf](http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_experts_report.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. (2011). **Review and updating of current WHO recommendations on salt/soidum and potassium consumption**. Genebra: World Health Organization.

WHO (World Health Organization). Publicado em 2013. **WHO issues new guidelines on dietary salt and potassium**. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2013/saltpotassium20130131/en/>>. Acesso em: 15 fev. 2017.

WYNESS, L.A.; BUTRISS, J.L.; STANNER, S.A. Reducing the population's sodium intake. The UK Food Standards Agency's salt reduction programme. **Public Health Nutrition**, v. 15, p. 254-261, 2012.