



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS**  
**ENGENHARIA DE ALIMENTOS**



**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE  
ARARUTA E EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE EM QUEIJO DE COALHO**

**AVLA KESSIA AZEVEDO DE LIRA**

**GARANHUNS-PERNAMBUCO**

**2018**

AVLA KESSIA AZEVEDO DE LIRA

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE  
ARARUTA E EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE EM QUEIJO DE COALHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal Rural de Pernambuco/ Unidade Acadêmica de Garanhuns, como parte das exigências do curso de Engenharia de Alimentos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup> Gerla Castello Branco Chinelate.

**Co-orientadora:** Ms. Glêce Milene Santana Gomes

**GARANHUNS-PERNAMBUCO**

**2018**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns - PE, Brasil

L768a Lira, Avla Kessia Azevedo de

Aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde em queijo de coalho / Avla Kessia Azevedo de Lira. - 2019.

f.

Orientador(a): Gerla Castello Branco Chinelate

Coorientador(a): Glêce Milene Santana Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia de Alimentos, Garanhuns, BR - PE, 2019.

Inclui referências

1. Própole 2. Queijo de coalho 3. Alimentos - Conservação  
I. Chinelate, Gerla Castello Branco, orient. II. Gomes, Glêce Milene Santana, coorient. III. Título

CDD 543.1

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL À BASE DE FÉCULA DE  
ARARUTA E EXTRATO DE PRÓPOLIS VERDE EM QUEIJO DE COALHO

**AVLA KESSIA AZEVEDO DE LIRA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Gerla Castello Branco Chinelate

(Orientadora e Presidente da Banca)

UFRPE/UAG

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Vilma Barbosa da Silva Araújo

(Membro da banca)

UFRPE/UAG

---

Engenheiro de Alimentos. João Pedro Ferreira

(Membro da banca)

UFSC

Dedico este trabalho a minha querida mãe, Ângela Azevedo, e ao meu pai, Aldemir Tavares  
(*in memoriam*), por todo seu amor.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me abençoar, iluminar, consolar nos momentos difíceis e por não me deixar fraquejar durante toda a minha caminhada.

Aos meus pais, Aldemir (*in memoriam*) e Ângela, a minha irmã Adla, por todo amor, dedicação, compreensão, apoio, por estarem sempre à disposição e por acreditarem no meu sucesso. A minha querida mãe, em especial, por ter me ensinado que com persistência e fé posso obter grandes conquistas;

Ao meu namorado, Everaldo Ferreira, por sempre me apoiar, tanto nos bons, quanto nos maus momentos, obrigada por todo amor, paciência e incentivo.

Agradeço a minha professora orientadora, Gerla Castello Branco Chinelate, por todo seu carinho e dedicação. Agradeço-a por todas as orientações, correções, disponibilidade, confiança, palavra de conforto, abraço acolhedor, amizade e respeito.

Agradeço também, a minha professora co-orientadora, Glêce Milene Santana Gomes, por todas as orientações, correções e apoio.

Não poderia deixar de agradecer também aos meus amigos e colegas, que compõe a maior e melhor turma de Engenharia de Alimentos, por todos os momentos compartilhados. Em especial, ao meu grupo amado, “Cluster de 4”, Giovanna, Marcos e Renann; vocês foram essenciais na minha caminhada, obrigada pela amizade, companheirismo e carinho, por atenderem as ligações para tirar dúvidas em todos os horários. Agradeço a Giovanna e Marcos por todas as madrugadas de companheirismo.

Agradeço as minhas amigas, Elizane Melo e Carol pela amizade, por tantos momentos compartilhados, vocês tornaram esses anos mais felizes.

Agradeço a José Wilson (Will), Isabele e Krause, por todo auxílio durante as análises.

Aos professores e funcionários da UFRPE/UAG, que além de me transmitirem conhecimentos técnicos, me ensinaram a ética profissional.

Obrigada!

## RESUMO

O queijo coalho é um dos produtos lácteos típico da região Nordeste do Brasil, sendo propício ao desenvolvimento de micro-organismos, em virtude da ótima composição nutricional, o que leva estudos em busca de métodos para sua conservação, como o uso de revestimentos comestíveis. O desenvolvimento do presente trabalho objetivou avaliar a influência da aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e glicerina, ativado com extrato de própolis verde, sobre a vida de prateleira do queijo de coalho. Foi realizada a caracterização do queijo coalho, sendo submetido às análises de pH, acidez, atividade de água, umidade, gordura, extrato seco total, gordura no extrato seco, cinzas e proteína. Os queijos revestidos, armazenados a  $7\pm 1^\circ\text{C}$ , foram avaliados durante os seguintes intervalos de tempo, 1, 7, 14, 21 e 28 dias. O revestimento apresentou duas composições diferentes em relação a concentração de extrato de própolis, 10%, g/g (T10%) e 20%, g/g (T20%). Os queijos revestidos foram analisados quanto ao pH, acidez, atividade de água, cor, perda da massa e análises microbiológicas, para contagem de mesófilos aeróbios e psicrotóxicos, e armazenamento. Para as análises físico-químicas durante os 28 dias de armazenamento, os resultados de pH variaram de 5,89 a 6,79, o controle apresentou o maior resultado, e o T20% o menor. Na análise de cor, os valores de L apresentaram variações entre os tratamentos, de 80,62 a 86,16. Os resultados para o parâmetro  $a^*$ , variou de 2,6 a 13,08, aumentando ao longo do tempo. Os valores obtidos para  $b^*$  apresentaram valores entre 19,0 a 22,48. Na perda de massa só houve diferença estatística para os tratamentos analisados no dia 21. A atividade de água variou entre 0,91 a 0,94; 0,93 e 0,95; 0,95 e 0,96; 0,93 e 0,94 em relação aos tratamentos durante 01, 07, 14, 21 e 28 dias de armazenamento, tendo diferença significativa entre os tratamentos do mesmo dia, no dia 14. Os resultados para acidez apresentaram variações entre 0,09 a 0,27. Nas análises microbiológicas o tratamento T20% apresentou no dia 28 a menor contagem ( $1,75 \times 10^5$ ) para mesófilos aeróbios. Para os resultados de psicrotóxicos os tratamentos T10% e T20% apresentaram melhores resultados ( $1,59 \times 10^6$ , e  $2,73 \times 10^6$ ) respectivamente, comparados com a amostra C, que apresentou resultado incontável no décimo dia. Os resultados foram satisfatórios, o que torna os revestimentos comestíveis à base de fécula de araruta e glicerina, aditivado com extrato de própolis verde, uma alternativa eficaz no auxílio do aumento da vida de prateleira do queijo coalho.

**Palavras-chave:** Própolis; Queijo de Coalho; Revestimento Comestível; Vida de prateleira

## ABSTRACT

The rennet cheese is one of the dairy products typical of the Northeast region of Brazil, being favorable to the development of microorganisms, due to the excellent nutritional composition, which leads studies in search of methods for its conservation, such as the use of edible coatings. The development of the present work aimed to evaluate the influence of the application of edible coating based on the starch of arrowroot and glycerine, activated with extract of green propolis, on the shelf life of rennet cheese. The charcoal cheese characterization was performed, being analyzed pH, acidity, water activity, moisture, fat, total dry extract, fat in dry extract, ashes and protein. The coated cheeses, stored at  $7 \pm 1$  ° C, were evaluated during the following time intervals: 1, 7, 14, 21 and 28 days. The coating had two different compositions in relation to the concentration of propolis extract, 10%, g / g (T10%) and 20%, g / g (T20%). Coated cheeses were analyzed for pH, acidity, water activity, color, mass loss and microbiological analyzes, for aerobic and psychrotrophic mesophil counts, and storage. For the physico-chemical analyzes during the 28 days of storage, the results of pH ranged from 5.89 to 6.79, the control had the highest result, and the T20 was the lowest. In the color analysis, the L values showed variations between the treatments, from 80.62 to 86.16. The results for parameter a \* ranged from 2.6 to 13.08, increasing over time. The values obtained for b \* presented values between 19.0 and 22.48. In the loss of mass there was only statistical difference for the treatments analyzed on day 21. Water activity ranged from 0.91 to 0.94; 0.93 and 0.95; 0.95 and 0.96; 0.93 and 0.94 compared to treatments during 01, 07, 14, 21 and 28 days of storage, with a significant difference between the treatments on the same day, on day 14. The results for acidity presented variations between 0.09 to 0 , 27. In the microbiological analyzes the treatment T20% showed on the 28th the lower count ( $1.75 \times 10^5$ ) for aerobic mesophiles. For the results of psychrotrophs the treatments T10% and T20% presented better results ( $1.59 \times 10^6$ , and  $2.73 \times 10^6$ ) respectively, compared to the C sample, which presented countless results on the tenth day. The results were satisfactory, which makes edible coatings based on arrowroot starch and glycerin, added with green propolis extract, an effective alternative in aid of the increase in shelf life of rennet cheese.

**Keywords:** Propolis; Coalho Cheese; Edible Coating; Shelf life.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Regra geral para o processo de fabricação do queijo de coalho .....	26
<b>Figura 2.</b>	Variações no processamento de queijo coalho .....	27
<b>2a.</b>	Prensa utilizada na fabricação de queijo coalho produzido na comunidade de Tiasol em Tauá/CE .....	27
<b>2b.</b>	Produção artesanal de queijo coalho no município de Jucati/PE .....	27
<b>Figura 3.</b>	Influência do tratamento em excesso de água sobre o estado do amido .....	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Formulações do revestimento comestível de araruta e extrato de própolis .....	41
<b>Tabela 2.</b>	Parâmetros de caracterização físico-química do queijo de coalho estudado .....	44
<b>Tabela 3.</b>	Evolução do pH de queijo de coalho durante seu armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 1 até 28 dias .....	46
<b>Tabela 4.</b>	Análise de cor (L, a e b) para o queijo de coalho durante seu armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 1 até 28 dias .....	48
<b>Tabela 5.</b>	Perda de massa do queijo de coalho durante seu armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ de 1 até 28 dias .....	49
<b>Tabela 6.</b>	Atividade de água do queijo de coalho durante seu armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ até 28 dias .....	50
<b>Tabela 7.</b>	Acompanhamento da acidez do queijo de coalho durante seu armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ até 28 dias .....	50
<b>Tabela 8.</b>	Resultados das contagens de mesófilos aeróbios totais dos queijos de coalho com diferentes formulações de revestimento durante o armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ até 28 dias .....	51
<b>Tabela 9.</b>	Resultados das contagens de psicrotrofos dos queijos de coalho com diferentes formulações de revestimento durante o armazenamento a $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ até 28 dias .....	52

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b>	Aditivos permitidos pela legislação de queijo coalho .....	22
<b>Quadro 2.</b>	Critérios microbiológicos e tolerâncias para queijo de coalho .....	23

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>Queijo</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>Queijo coalho</b>	<b>18</b>
3.2.1	Definição	19
3.2.2	História	19
3.2.3	Consumo	20
3.2.4	Legislação	21
3.2.5	Matéria-prima	23
3.2.6	Processo de Fabricação	25
3.2.7	Controle de qualidade	26
3.2.8	Percibilidade e métodos de conservação	28
<b>3.3</b>	<b>Revestimentos</b>	<b>28</b>
3.3.1	Revestimentos ativos	30
3.3.2	Amido	30
3.3.2.1	Gelatinização e retrogradação do amido	32
3.3.2.2	Amido de Araruta	33
3.3.3	Glicerina	33
3.3.4	Própolis verde	34
3.3.5	Micro-organismos mesófilos e psicotróficos	35
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização físico-química do queijo de coalho</b>	<b>37</b>
4.1.1	pH	37
4.1.2	Acidez	38
4.1.3	Atividade de água (Aw)	38
4.1.4	Umidade	38
4.1.5	Cinzas	39
4.1.6	Proteína	39
4.1.7	Gordura	40
4.1.8	Extrato seco total (EST)	40
4.1.9	Teor de gordura em base seca (GBS)	41

<b>4.2</b>	<b>Elaboração do revestimento comestível de amido de araruta e extrato de própolis verde .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>Aplicação do revestimento comestível de amido de araruta e extrato de própolis verde no queijo coalho .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4</b>	<b>Análises microbiológicas .....</b>	<b>42</b>
4.4.1	Aeróbios mesófilos cor .....	42
4.4.2	Psicrotróficos .....	42
<b>4.5</b>	<b>Análises físico-químicas .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise estatística .....</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização físico-química do queijo de coalho .....</b>	<b>44</b>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação da aplicação do revestimento comestível em queijo de coalho durante a vida de prateleira .....</b>	<b>46</b>
5.2.1	Análises físico-químicas .....	46
5.2.1.1	pH .....	44
5.2.1.2	Cor .....	47
5.2.1.3	Perda de massa .....	49
5.2.1.4	Atividade de água ( $a_w$ ) .....	49
5.2.1.5	Acidez .....	50
<b>5.3</b>	<b>Avaliação microbiológica do revestimento comestível de amido de araruta e glicerina adicionado de extrato de própolis .....</b>	<b>51</b>
<b>5.4</b>	<b>Análises microbiológicas durante a vida de prateleira do queijo de coalho com revestimento comestível de amido de araruta e glicerina adicionado de extrato de própolis e controle .....</b>	<b>54</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O queijo de coalho ou queijo coalho, conhecido popularmente, é um dos produtos lácteos típico da região Nordeste do Brasil, local onde suas técnicas de produção advêm de tradições históricas que ainda estão presentes em todas as regiões produtoras (SOUSA *et al.*, 2014). Este produto é obtido pela coagulação do leite por meio do coalho ou de outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação. Como resultado desse processo, o queijo coalho apresenta consistência semidura e elástica, com textura compacta e macia, podendo conter algumas olhaduras (BRASIL, 2001).

O consumo do queijo coalho se dá, seja na sua forma natural, assado ou frito, como também, é muito utilizado em elaborações culinárias. É facilmente encontrado para comercialização em supermercados, feiras, padarias, nas próprias unidades produtoras, entre outras (OLIVEIRA, 2015).

Assim, como parte dos derivados do leite, o queijo coalho apresenta uma excelente composição nutricional, é naturalmente rico em muitos nutrientes, incluindo cálcio, fósforo, proteínas, vitaminas lipossolúveis e vitaminas B. Entretanto, devido a essas características, constitui um meio propício para o desenvolvimento de micro-organismos, o qual pode ter origem na matéria-prima, especialmente quando o produto é elaborado com leite não pasteurizado, nas etapas de fabricação ou após o processamento. Sendo assim, ele é apontado como um veículo frequente de patógenos de procedência alimentar dentre os produtos lácteos. Desse modo, o queijo coalho apresenta uma vida de prateleira reduzida, em média de 25 a 30 dias sob temperatura de 7 a 10°C, necessitando do emprego de algum processo ou técnica para auxiliar na sua conservação e na manutenção da qualidade durante o armazenamento até o momento do consumo (FRUTUOSO, 2014; SOUZA; AUGUSTO; COSTA, 2015).

A qualidade de um produto alimentício depende de suas características sensoriais, nutricionais e higiênicas, que podem ser alteradas durante a estocagem e comercialização. Com isso, faz-se necessário a utilização da tecnologia de alimentos, que tem como principal objetivo controlar os agentes que causam alterações dos produtos alimentícios, com o intuito de melhorar a vida útil dos mesmos, permitindo um melhor armazenamento em perfeito estado nutritivo e saudável (ORDÓÑEZ, 2005).

O melhor processo para a conservação dos alimentos é aquele que menos altera as propriedades dos mesmos. Os métodos de conservação podem acontecer pelo uso de calor, frio, embalagens, fermentação, açúcar, aditivos, entre outros (BARROS, 2013). Dentre eles,

tem-se os revestimentos comestíveis, que consistem em películas formadas por substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o alimento, sem pôr em risco a saúde do consumidor. Este método representa uma alternativa viável na conservação do queijo coalho, pois, podem apresentar atividade antimicrobiana, inibir a migração de umidade, oxigênio e reter os compostos aromáticos do produto, contribuindo assim com a preservação da integridade do alimento (FRUTUOSO, 2014).

Os revestimentos comestíveis obtidos a partir de biopolímeros, como amidos e proteínas, entre outros materiais de origem orgânica, destacam-se como uma alternativa promissora no mercado. O amido é constituído por dois polissacarídeos, a amilose e a amilopectina, que são capazes de gelatinizar, uma das suas propriedades mais requeridas, principalmente na indústria de alimentos para formação de uma estrutura contínua necessária a formação de filmes poliméricos e revestimentos (COSTA, 2013).

O amido é bastante utilizado para elaboração de películas em razão do seu baixo custo, alta disponibilidade e desempenho. Os revestimentos de amido podem ser aditivados com compostos bioativos, resultando em revestimentos com propriedades ativas, cuja preservação do produto revestido é melhorada. O extrato de própolis verde, ingrediente natural que apresenta atividade antimicrobiana e antioxidante, caracterizando-se como potencial aditivo para ser adicionado em revestimentos (COSTA, 2013).

Nesse contexto, a aplicação de revestimento comestível à base de amido e extrato de própolis se apresenta como uma boa alternativa para a conservação de alimentos, principalmente para aqueles que são perecíveis, como por exemplo, o queijo coalho, pois pode possibilitar o aumento do tempo de vida de útil do produto.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito da aplicação de revestimento comestível à base de fécula de araruta e extrato de própolis verde sobre a vida de prateleira do queijo coalho.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar o queijo coalho quanto aos aspectos físico-químicos e microbiológicos;
- Aplicar revestimento comestível, a partir de formulações distintas, com base na concentração de extrato de própolis verde, no queijo coalho;
- Acompanhar periodicamente a vida de prateleira do queijo coalho revestido mediante caracterizações físico-químicas e microbiológicas.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Queijo**

O queijo é um derivado de leite de origem muito remota, com dados que datam de 12 mil anos a.C. (MARTINS, 2014). A origem do queijo é tão antiga que há variadas versões para explicá-la, desde versões mitológicas, como a descoberta do queijo por Aristeu, um dos filhos de Apolo e rei de Acárdia, até formas mais sofisticadas de fabricação. Há dados que levam a acreditar que o queijo tenha sido produzido primeiramente pelos egípcios, um dos primeiros povos que criaram gado para o uso de leite, além do leite de ovelha (SEBRAE, 2008a).

Com a evolução da sociedade, o queijo se tornou um produto amplamente consumido em todo o mundo, sendo um derivado do leite concentrado através da coagulação e da eliminação do soro do leite. As variações nos processos de coagulação e eliminação do soro são o que caracterizam os diferentes tipos de queijo. A denominação queijo está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea (MARTINS, 2014).

Queijo, de acordo com a Portaria nº 146, de 7 de março de 1996, do Ministério de Agricultura e Abastecimento, que institui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Queijos, é o produto fresco ou maturado obtido pela separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos, isolados ou combinados, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e, ou especiarias e, ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes (BRASIL, 1996).

Em suas variadas formas de produção, sabores, texturas, etc., o queijo é um produto derivado do leite muito apreciado no mundo. No Brasil, alguns queijos são tomados como tradicionais culturalmente, como o queijo coalho, muito consumido regionalmente no Nordeste (MARTINS, 2014).

#### **3.2 Queijo coalho**

O queijo coalho é um queijo tradicional muito apreciado no Nordeste do Brasil,

representando atividade bastante significativa para a economia regional (MARTINS, 2014). Por ser um produto muito versátil, podendo ser consumido com diversos acompanhamentos e de diversas formas, é um derivado do leite alvo de muitos estudos.

### 3.2.1 Definição

Queijo coalho, segundo a Instrução Normativa nº 30, de 20 de junho de 2001, que institui o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo Coalho e Queijo de Manteiga, é definido como sendo um queijo que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas, e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação (BRASIL, 2001).

De acordo com Nogueira Filho *et al* (2006), as queijarias do Nordeste do Brasil são classificadas como empresas familiares (95%), societárias (3%) e cooperativas (2%), sendo a principal forma jurídica a informal (71,6%).

O queijo coalho é um queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida, e apresenta um teor de gordura nos sólidos totais variável de 35% a 60%, podendo ser um queijo adicionado de condimentos, ervas e especiarias para diferenciação no sabor, e tendo como uma de suas características principais a manutenção da firmeza depois de assado (NASSU, 2006).

### 3.2.2 História

O queijo coalho é produzido há mais de 150 anos em vários estados da região Nordeste do Brasil. O início de sua produção se deu com a chegada do gado bovino, trazido pelos Portugueses (SEBRAE, 2008a). No sertão nordestino brasileiro, o queijo coalho surgiu com a necessidade dos viajantes, ao realizarem longas jornadas, acondicionarem o leite em mochilas (matulão) fabricadas a partir do estômago de animais jovens silvestres ou bezerros. Algum tempo depois, observaram que o leite coagulava, e que a massa formada era muito saborosa, dando origem ao queijo coalho, sendo uma iguaria típica e cultural da culinária nordestina, tendo seu processo baseado na simples coagulação do leite e prensagem da massa (MARTINS, 2014). Essa técnica de utilização do estômago de bezerros foi substituída pelo uso de coalho industrial, mais seguro microbiologicamente. Embora haja mudanças em seu processo, o queijo coalho é considerado como alimento identitário, de identidade cultural nordestina brasileira (MENEZES, 2011).

O queijo coalho é tradicionalmente feito com leite cru, não havendo padronização higiênica e microbiológica em seu processo, quando artesanal, que é o maior tipo de produção no Nordeste brasileiro. É considerado um produto artesanal por manter suas características tradicionais, culturais ou regionais, obedecendo parâmetros fixados em regulamentos de forma rudimentar, sendo comercializado, em geral, de maneira informal (DANTAS, 2012). Quando feito com leite pasteurizado e sob condições higiênico-sanitárias controladas, o queijo tem características microbiológicas seguras e padronizadas.

### 3.2.3 Consumo

O consumo de queijo no Brasil foi introduzido com a chegada dos portugueses, que já consumiam o produto em grande escala.

O queijo coalho, devido à sua origem e desenvolvimento, é um alimento com grande consumo na região Nordeste do país, principalmente nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas, devido a estar incorporado na cultura regional destes locais (ARAÚJO *et al*, 2012).

Alagoas possui duas bacias leiteiras significativas, nas regiões do Agreste e do Sertão Alagoano, se referindo principalmente ao seguimento de laticínios e produção de queijo coalho (SEBRAE, 2008b). O Ceará contribui bastante no mercado de queijos, com várias unidades produtoras. Em 1998, o SEBRAE/CE fez um estudo que apontou o consumo diário de 26,4% de queijo coalho pela população na capital do estado, Fortaleza, e 27,7% no interior do estado. Esses números provavelmente subiram ao longo dos anos com o crescimento do setor de queijos no Brasil.

No estado de Pernambuco, o queijo coalho é uma representação importante da tradição e cultura local, sendo sua produção de grande importância econômica e social para os pequenos produtores do Agreste e Sertão. A atividade constitui um dos principais suportes econômicos para as microrregiões do Vale do Ipojuca, Vale do Ipanema e Garanhuns (OLIVEIRA, 2015).

Na Paraíba, a produção e comercialização do queijo coalho é expressiva, com 73,68% das indústrias produtoras de queijos no estado produzindo queijo coalho, sendo o item mais representativo do mix de produtos destas empresas (SOARES *et al*, 2011).

De modo geral, o consumo do queijo coalho no Nordeste do país é muito expressivo devido ao seu peso de tradição e cultura local. O sabor e consistência diferentes faz do queijo um dos principais queijos artesanais, que representam 40% do volume total de queijos

produzido no Brasil (SEBRAE, 2008a).

#### 3.2.4 Legislação

A legislação que regula os padrões do queijo coalho é a Instrução Normativa nº 30/2001. A definição de queijo coalho, segundo este regulamento, é o queijo que se obtém por coagulação do leite por meio do coalho ou outras enzimas coagulantes apropriadas, complementada ou não pela ação de bactérias lácteas selecionadas e comercializado normalmente com até 10 (dez) dias de fabricação.

Sua classificação, segundo a instrução, é de queijo de média a alta umidade, de massa semicozida ou cozida e apresentando um teor de gordura nos sólidos totais variável entre 35,0% e 60,0%. Queijos de média a alta umidade, de acordo com a Portaria nº 146/1996, são aqueles com umidade, respectivamente, de 36,0% a 45,9% e de 46,0% a 54,9%, sendo estes reconhecidos como queijos semiduros ou macios (BRASIL, 1996).

Os ingredientes obrigatórios são: leite integral ou padronizado a 3% (m/m) em seu conteúdo de matéria gorda, e coalho ou outras enzimas apropriadas para a fabricação do queijo. Entre os ingredientes opcionais listados pela instrução normativa, tem-se: cloreto de cálcio, cultivo de bactérias lácteas selecionadas, sólidos de origem láctea, condimentos e especiarias, cloreto de sódio (BRASIL, 1996).

As características sensoriais do queijo devem ser: consistência semidura e elástica, com textura compacta e macia, cor branca amarelada uniforme, sabor brando, ligeiramente ácido, podendo ser salgado, odor ligeiramente ácido, lembrando massa coagulada, crosta fina, sem trinca, não sendo usual a formação de casca bem definida, com olhaduras pequenas ou sem olhaduras. O formato e o peso do queijo são variáveis, a depender do produtor (BRASIL, 1996).

A Portaria nº 146/1996 lista os aditivos permitidos em queijos, sendo os aditivos permitidos para queijo coalho listados no Quadro 1, dentre eles aromatizantes, corantes e conservantes.

Quanto aos contaminantes, a IN nº 30/2001 previa apenas que os contaminantes orgânicos e inorgânicos não devem estar presentes em quantidades superiores aos limites estabelecidos pela legislação vigente. Em 2017 foi publicada a Resolução nº 1, pelo MAPA, que institui o plano de amostragem e limites de referência para o Plano Nacional de Controle

de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Animal – PNCRC, que prevê os limites para leite, devendo ser respeitados tais limites quanto à matéria-prima utilizada.

**Quadro 1.** Aditivos permitidos pela legislação para queijo coalho

<b>Nome</b>	<b>Função</b>	<b>Limite Máx./Conc.</b>	<b>Tipo de queijo</b>
Aroma natural de defumado	Aromatizante	b.p.f.	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
Nisina	Conservador	12,5mg/kg de queijo	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
Ácido sórbico e seus sais de Na, K e Ca	Conservador	1000mg/kg de queijo em ácido sórbico	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
Nitrato de sódio ou potássio (isolados ou combinados)	Conservador	50mg/kg de queijo em nitrato de sódio	m.u, b.u.
Lisozima	Conservador	25mg/l de leite	m.u, b.u.
Natamicina (só na superfície dos cortados ou fatiados)	Conservador	1mg/dm <sup>2</sup> -máximo; 5mg/kg, não detectável a 2mm de profundidade, ausência na massa	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
Carotenoides naturais beta caroteno, bixina, norbixina, urucum, annato, rocu, clorofila, clorofilina (como norbixina)	Corante	15mg/kg de queijo	a.u, m.u, b.u.
Clorofila crúpica, sais de sódio de potássio em clorofila, cúrcuma, curcumina	Corante	b.p.f.	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
Betacaroteno sintético (idêntico ao natural)	Corante	b.p.f.	m.a.u, a.u, m.u, b.u.
<b>Nome</b>	<b>Função</b>	<b>Limite Máx./Conc.</b>	<b>Tipo de queijo</b>
Riboflavina	Corante	b.p.f.	
Vermelho de beterraba	Corante	b.p.f.	
Peróxido de benzoila	Corante	20mg/l de leite	a.u, m.u, b.u.
Dióxido de titânio	Corante	b.p.f.	a.u, m.u, b.u.

Legenda: m.a.u – queijos de muita alta umidade; a.u – queijos de alta umidade; m.u – queijos de média umidade;

b.u – queijos de baixa umidade. Fonte: Portaria nº 146/1996.

A legislação prevê que as práticas de higiene para elaboração do produto deverão estar de acordo com Regulamento Técnico sobre condições higiênicas-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos elaboradores/industrializadores de alimentos, previsto na Portaria nº 368 de 4 de setembro de 1997.

O queijo deve ser ausente de qualquer tipo de impurezas ou elementos estranhos.

Os critérios microbiológicos impostos ao queijo coalho pela Portaria nº 146/1996 estão dispostos no Quadro 2.

**Quadro 2.** Critérios microbiológicos e tolerâncias para queijo coalho

Micro-organismos	Critério de aceitação	Categoria ICMSF	Método de análise
Coliformes a 30°C/g	n=5; c=2; m=1000; M=5000*/ n=5; c=2; m=5000; M=10000**	5	FIL 73A: 1985
Coliformes s 45°C/g	n=5; c=2; m=100; M=500*/ n=5; c=2; m=1000; M=5000**	5	APHA 1992, cap. 24
Estafilococos coagulase positiva/g	n=5; c=2; m=100; M=1000/	5	FIL 145: 1990
<i>Salmonella sp.</i> /25g	n=5; c=0; m=0	10	FIL 93A: 1985
<i>Listeria monocytogenes</i> /25g	n=5; c=0; m=0	10	FIL 143: 1990

Legenda: (\*) critério de aceitação para queijo de média umidade; (\*\*) critério de aceitação para queijo de alta umidade. Fonte: Portaria nº 146/1996.

A categoria ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) indica o grau de risco oferecido pelos micro-organismos.

### 3.2.5 Matéria-prima

A IN nº 62, de 29 de dezembro de 2011, do MAPA, instituiu o Regulamento Técnico

de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado, e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru e seu Transporte a Granel.

De acordo com a mesma, entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, devendo, quando proveniente de animais de outra espécie, ser especificada a espécie de procedência. Sua classificação é feita de acordo com o modo de produção, composição e requisitos físico-químicos e biológicos, podendo ser classificado em leite pasteurizado tipo A ou leite cru refrigerado.

O leite é um produto alimentar consumido em todas as classes sociais, sendo a matéria-prima primordial para a fabricação do queijo. A qualidade do leite é definida por parâmetros relacionados à composição química, características físico-químicas e de higiene. A presença de nutrientes como proteína, gordura, lactose, sais minerais e vitaminas determina a qualidade da sua composição, e a presença ou não de micro-organismos que não fazem parte da composição natural do leite determina a qualidade higiênica do produto (DANTAS, 2012).

O produtor deve ter como preocupação a manutenção da qualidade da matéria-prima desde a ordenha até a entrega ao estabelecimento de beneficiamento. Para isso, é essencial que se adote cuidados desde a ordenha, como a higienização de materiais, dos funcionários e também atentando-se à sanidade do rebanho, até o transporte em caminhão refrigerado (DANTAS, 2012).

A contaminação de alimentos está diretamente relacionada ao manejo e acondicionamento do produto, seja no local de produção ou de comercialização, podendo ocorrer de maneira física, química ou microbiológica, isoladas ou em conjunto. Os contaminantes físicos mais comuns em leite e queijos são pelos de animais, cabelos, fragmentos de vegetais, pregos, fios sintéticos, etc., facilmente visíveis para o consumidor, levando o produtor a tomar medidas preventivas (NERO *et al.*, 2007).

Dentre os contaminantes químicos, estão venenos utilizados no combate de ectoparasitas, agrotóxicos, pesticidas, detergentes, resíduos de antibióticos utilizados nos animais, etc. Esses contaminantes são impossíveis de ver a olho nu, necessitando de análise química para sua detecção, devendo o beneficiador e produtor do queijo verificar a procedência quando receber a matéria-prima. No caso de pequenos produtores, que produzem seu próprio queijo, não há, normalmente, análise para detecção desses contaminantes, o que acaba levando ao consumidor um produto contaminado (NERO *et al.*, 2007).

Os contaminantes microbiológicos mais comumente encontrados são fungos, vírus, bactérias, células somáticas, e micro-organismos como moscas, larvas e carrapatos. A

presença desses contaminantes pode ocasionar doenças no consumidor. Algumas contaminações ocorrem dentro do cotidiano da cadeia produtiva quando medidas higiênic-sanitárias não são atendidas, em situações de adulteração do leite pela adição de água (DANTAS, 2012), ou, ainda, pela ordenha de vacas doentes.

Devido à forma de produção do queijo coalho, não são tão encontrados relatos de fraudes quanto em outros tipos de queijo (como o de manteiga), onde por vezes são adicionados amido para diminuição de custos. Porém, a utilização de matéria-prima adulterada ou contaminada leva a prejuízos na cadeia produtiva e também à saúde do consumidor.

### 3.2.6 Processo de fabricação

O queijo é alimento muito rico do ponto de vista nutricional, sendo fonte de proteínas, aminoácidos essenciais, vitaminas, cálcio, zinco, potássio, ferro, fósforo, ácidos graxos como o linoleico, entre outros. Sua composição, caracteriza o queijo como um alimento apropriado para todas as fases da vida. Sendo derivado do leite, depende da qualidade deste para sua própria qualidade, pois a utilização de matéria-prima de baixa qualidade irá afetar proporcionalmente na qualidade do produto final. Apesar das exigências legais estabelecidas, o queijo coalho é comumente produzido com leite cru, havendo variadas maneiras de produção e, da mesma forma, de produtos finais, devido à simplicidade de seu processo.

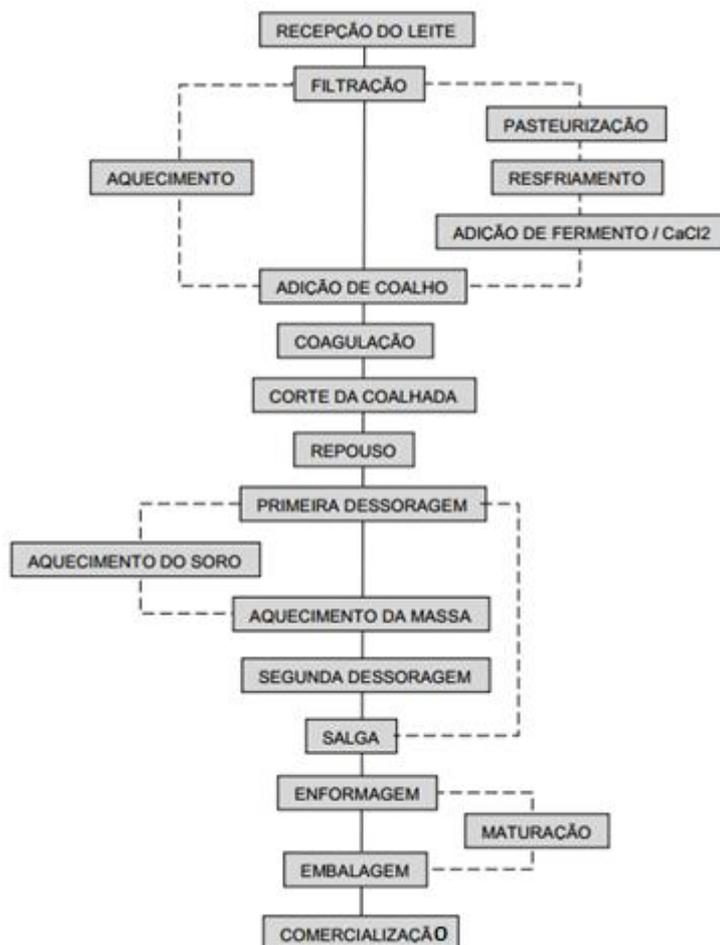
Bruno e Carvalho (2009) afirmam que três etapas influenciam diretamente na definição das características do queijo coalho: a utilização do leite cru, o cozimento da massa e a temperatura da etapa de cozimento, e a salga. Dantas (2012) apresenta um fluxograma geral de produção do queijo coalho (Figura 1).

Na produção do queijo coalho os fabricantes utilizam de 8 a 12 litros de leite para cada kg de queijo, apresentando então uma média de 10 litros. A recepção do leite é normalmente no próprio local de produção, no caso de fabricantes artesanais. A filtração do leite é feita em pano de algodão ou em peneira de malha fina plástica (DANTAS, 2012). A coagulação é a primeira etapa básica do processamento de queijos. Há a transformação do leite fluido em um gel conhecido como coalhada (FOX *et al.*, 2000). O mecanismo para essa coagulação acontecer pode ser através de enzimas específicas conhecidas como coalho (obtidas do estômago de animais ruminantes) ou através de coagulantes vegetais e microbianos (FOODS INGREDIENTS BRASIL, 2011).

Logo depois, tem-se a etapa de corte seguido da mexedora da massa, para a liberação

do lacto soro (processo chamado de sinérese ou dessoragem).

**Figura 1.** Fluxograma de fabricação do queijo coalho



Fonte: Dantas (2012)

Após a mexedura, o processo de cozimento se dá através da incorporação de parte do soro que foi previamente retirado e aquecido a 85°C-100°C, ou com água quente ou vapor, diretamente sobre o coalho, até se obter uma massa pré-cozida, submetida até 45°C, ou cozida entre 45° e 60°C. A salga com cloreto de sódio ocorre para evitar o estufamento da massa, provocado por coliformes, uma das principais contaminações encontradas no queijo coalho (QUEIROZ, 2008).

O grande desafio do processo de fabricação do queijo coalho é a segurança do alimento, devido ao leite utilizado ser, em sua maioria, cru, que não atendeu às normas exigidas para a ordenha, apesar das exigências legais de utilização de leite pasteurizado.

### 3.2.7 Controle de Qualidade

A qualidade do queijo coalho está diretamente ligada à qualidade microbiológica da matéria-prima. Apesar de ser um produto amplamente consumido, a imagem do queijo coalho ainda é relacionada a um alimento pouco seguro microbiologicamente, devido às falhas cometidas durante seu processamento.

Por não necessitar de equipamentos específicos, nem caros para sua fabricação, e pela simplicidade do processo, o queijo coalho é produzido de maneiras diferentes, conforme as figuras 2a e 2b, resultando em muitas variações de processamento, bem como falta de padronização.

**Figura 2.** Variações no processamento de queijo coalho

**2a.** Prensa utilizada na fabricação de queijo coalho produzido na comunidade de Tiasol, em Tauá/CE



Fonte: Araújo *et al.*(2012)

**2b.** Produção artesanal de queijo coalho no município de Jucati/PE



Fonte: Freitas Filho *et al.*(2009)

A falta de cuidados durante o processamento leva à introdução de produtos de baixa qualidade e no mercado, pela não verificação dos padrões exigidos pela legislação. As condições de processamento (técnicas e estrutura) também ficam à margem dos padrões oficiais, não havendo a adoção, ou está sendo deficiente, dos procedimentos de boas práticas de fabricação (OLIVEIRA, 2015). A problemática ainda vai além, devido às condições precárias nas etapas de pós-processamento (transporte, armazenamento e comercialização) do queijo coalho.

Devido aos fatores de precariedade com que o alimento é preparado e comercializado, o queijo coalho se torna um produto com vida de prateleira reduzida pela suscetibilidade a contaminações microbianas (OLIVEIRA, 2015).

### 3.2.8 Perecibilidade e métodos de conservação

A vida de prateleira do queijo coalho é baixa, levando em consideração que grande parte dos queijos produzidos é fabricada com leite cru e sem as boas práticas de manipulação aplicadas ao processamento.

Muitos estudos revelam ocorrência de micro-organismos patogênicos e contagem de micro-organismos deteriorantes em números que excedem aos limites estabelecidos pela legislação.

A deterioração do queijo coalho ocorre, principalmente, durante o armazenamento. O crescimento de fungos, bactérias e mofos é comum, além do desenvolvimento de *off-flavours* (sabores e odores indesejáveis), diminuindo a qualidade do queijo e seu tempo de prateleira. Isto acontece mais rapidamente em queijos que não são embalados de forma a aumentar a vida útil do queijo, como em embalagens a vácuo ou com atmosfera modificada (COSTA *et al.*, 2018).

Outro fator que diminui a vida do queijo coalho é a perda de água, levando o queijo a ficar com partes endurecidas e secas, com características sensoriais indesejáveis, que não se aproximam da textura macia do queijo coalho.

Para aumentar a vida de prateleira do queijo, podem-se utilizar alguns métodos de conservação, como utilização de salga, que impede o desenvolvimento de vários micro-organismos deteriorantes no queijo, utilização de conservantes permitidos pela legislação, conforme descrito anteriormente no Quadro 1, diminuição da temperatura (essencial na manutenção da qualidade de laticínios como o queijo coalho), entre outros, como embalagens inteligentes (a vácuo ou com atmosfera modificada) (COSTA *et al.*, 2018).

Os revestimentos comestíveis tem-se apresentado como uma alternativa que amplamente utilizada em queijos para aumento de sua vida útil, com bastante benefícios quando comparados a embalagens usuais, como permitir trocas gasosas quando desejado e a não ocorrência de lixo plástico (COSTA *et al.*, 2018).

## 3.3 Revestimentos

Queijo tem uma composição complexa devido às muitas reações biológicas e bioquímicas que ocorrem desde seu processamento até o armazenamento, o que influencia seus aspectos físicos, químicos e sensoriais, como a textura, flavor, cor, etc. (ROBERTSON,

2006).

Durante o armazenamento, pode haver um intenso crescimento de fungos, mofos e bactérias na superfície do queijo, devido às condições externas de manutenção e transporte, que geralmente reduz consideravelmente a qualidade do queijo.

Os tipos de embalagens que são utilizados para evitar as reações biológicas e bioquímicas são vários, e são dependentes do tipo de queijo e de sua maturação, conteúdo de água e estabilidade mecânica. Queijos frescos como cream cheese, cottage, etc., devem ser embalados em embalagens com atmosfera modificada, contendo  $N_2$  e/ou  $CO_2$ , no lugar de oxigênio (COSTA *et al*, 2018), porém ainda assim, pode haver crescimento de micro-organismos anaeróbios. Alguns tipos de materiais usados em embalagens de queijos são: polietileno, poliamido e polipropileno, que não são biodegradáveis ou comestíveis, podendo levar a problemas no ecossistema, além de sofrer regulações pela legislação sobre migração de materiais para o queijo.

Em revestimentos, a migração pode acontecer, pois há a aplicação na superfície do queijo e sua posterior solidificação. Por esse motivo, estudos são feitos para o desenvolvimento de revestimentos comestíveis, que diminui preocupações ambientais ou de migração. Revestimentos comestíveis são feitos com base em materiais que possam garantir a qualidade do alimento, agindo como barreiras semipermeáveis ao oxigênio, dióxido de carbono e vapor de água, permitindo um controle da maturação do queijo (COSTA *et al*, 2018). Além disso, revestimentos comestíveis podem ter agentes antimicrobianos e evitar crescimentos indesejáveis de micro-organismos na superfície do queijo (CERQUEIRA *et al*, 2010).

Dessa forma, revestimentos comestíveis podem ser utilizados para manter e aumentar a qualidade e segurança dos alimentos, aumentando sua vida de prateleira através do atraso da deterioração microbiológica, mantendo também o sabor, cor e valor nutricional do queijo, além de contribuir para a diminuição de resíduos plásticos, dado que não há embalagem a ser descartada, e ainda que o queijo não seja consumido, é biodegradável. Também tem benefícios em comparação a conservantes adicionados ao queijo, pois muitos deles tem limites de uso, devido a possíveis agressões à saúde do consumidor (CERQUEIRA *et al*, 2010).

Os revestimentos comestíveis podem ser desenvolvidos a partir de muitas substâncias, dependendo do objetivo e do tipo de alimento a ser revestido. O tipo de queijo define que tipo de revestimento comestível deve ser utilizado, a depender do nível de umidade do queijo, maturação, etc. As condições de armazenamento também alteram o tipo de revestimento,

como a temperatura e umidade relativa do ambiente, além do método de aplicação, que pode ser por spray, imersão, etc. (COSTA *et al*, 2018).

Os revestimentos podem ser desenvolvidos a partir de proteínas (RAMOS PEREIRA *et al*, 2012), polissacarídeos (MARTINS *et al*, 2012) e lipídeos (FADINI *et al*, 2013), sendo estes os mais aplicados em queijos. Polissacarídeos e proteínas têm vantagens como sua solubilidade em água, enquanto lipídeos e ceras não apresentam tal característica.

Outro fator a ser considerado é se um agente antimicrobiano será adicionado ao revestimento, verificando sua solubilidade e possível interação com o revestimento e como isso afetará a performance quando aplicado ao queijo. Alguns materiais usados em revestimentos são: alginato de sódio, quitosana, caseinatos, ceras, amidos, proteína do soro do leite, etc. Neste trabalho utilizou-se amido de araruta

### 3.3.1 Revestimentos ativos

Revestimentos ativos interagem com o alimento, visando melhorar algumas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Este tipo de revestimento pode possuir atividade antimicrobiana e antioxidante, como alternativa para o aumento da vida de prateleira dos produtos, além de fornecer maior segurança do alimento aos consumidores.

Os filmes antimicrobianos são feitos de substâncias sintéticas ou naturais, adicionados de agentes antimicrobianos, com objetivo de retardar ou inibir o crescimento de microorganismos quando em contato com o produto. Esses filmes tem sua eficiência graças à migração do agente antimicrobiano para a superfície do alimento, ou pelo simples contato (COSTA, 2013). Esse método de conservação apresenta muitas vantagens em relação aos métodos tradicionais de conservação, porém podendo ser utilizado em conjunto com estes, como por exemplo, a refrigeração.

A eficiência de revestimentos ativos é amplamente comprovada em diversos artigos e na literatura. Moraes *et al*. (2011) verificou a eficiência dos revestimentos com adição de ácido sórbico e de aroma de pizza, além do aumento na qualidade sensorial. Moraes *et al*. (2007) verificou que houve a redução da carga microbiana de manteiga durante o armazenamento desta com filmes de base celulósica com adição de ácido sórbico. Melo (2010) também avaliou a eficiência dos revestimentos ativos, ao incorporar óleo de alecrim em filmes a base de acetato de celulose.

### 3.3.2 Amido

O amido é um carboidrato de reserva de várias plantas, estando presente nos cloroplastos das folhas e nos amiloplastos dos órgãos de reserva (sementes, tubérculos, raízes e rizomas). O amido é sintetizado nas células de cada planta, ocorrendo sob a forma de grânulos com formas e dimensões que variam de acordo com sua origem (VICENTINI, 2003).

A Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 aprovou o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos, que define amido como sendo os produtos amiláceos extraídos de parte comestíveis de cereais, tubérculos, raízes ou rizomas. Os amidos extraídos de tubérculos, raízes ou rizomas podem ser designados de fécula (BRASIL, 2005). Os grânulos de amido tem certa organização molecular, conferindo aos mesmos um caráter parcialmente cristalino, com cristalinidade que varia de 20% a 45% (VINCENTINI, 2003).

O amido é um homopolímetro, com ligações lineares alfa (1-4) e ligações ramificadas alfa (1-6), sendo composto por dois polímeros, amilose (20% a 30%) e amilopectina (70% a 80%). A amilose é um carboidrato pouco ramificado com ligações alfa (1-4), enquanto a amilopectina, considerada um dos maiores polímeros naturais, é altamente ramificada, sendo baseada em ligações alfa (1-4) (95%) e alfa (1-6) (5%) (SENHORINHO, 2015).

Além dos dois carboidratos básicos, a depender da fonte do amido, pode ser encontradas pequenas quantidades de proteína, lipídeos e fósforo (COPELAND *et al*, 2009). A estrutura e conformação do amido também variam de acordo com a fonte, conferindo propriedades diferenciadas de acordo com a fonte de extração. O amido vem sendo utilizado para a produção de bioplásticos, podendo ser desenvolvidos a partir de amidos isolados ou em conjunto com moléculas naturais ou sintéticas. Sua aplicação se dá pela sua capacidade de formar géis e bioplásticos (SOUZA E ANDRADE, 2000).

O uso dessa substância para desenvolvimento de filmes iniciou-se na década de 70, sendo a primeira fonte para tal o milho, por ser fonte abundante encontrada em todo o mundo, ficando a mandioca em segundo lugar. O mecanismo de formação de revestimento com amido depende do teor de amilose e de sua concentração de sólidos. A formação ocorre pela agregação e empacotamento dos grânulos de amido intumescidos de uma dispersão com concentração relativamente elevada de sólidos. O momento e a extensão em que as duplas hélices se formam e se agregam depende significativamente do teor de amilose (LIU E HAN, 2005).

Os revestimentos de amido têm excelentes barreiras ao oxigênio e gás carbônico,

devido ao empacotamento firme das moléculas, ligações de hidrogênio ordenadas em uma estrutura interligada e baixa solubilidade. Porém, os revestimentos constituídos apenas de amido são quebradiços, devido à essa alta forma intermolecular, apresentando baixa resistência mecânica e alta sensibilidade à umidade, tornando-os insatisfatórios para algumas aplicações (GHANBARZADEH *et al*, 2010).

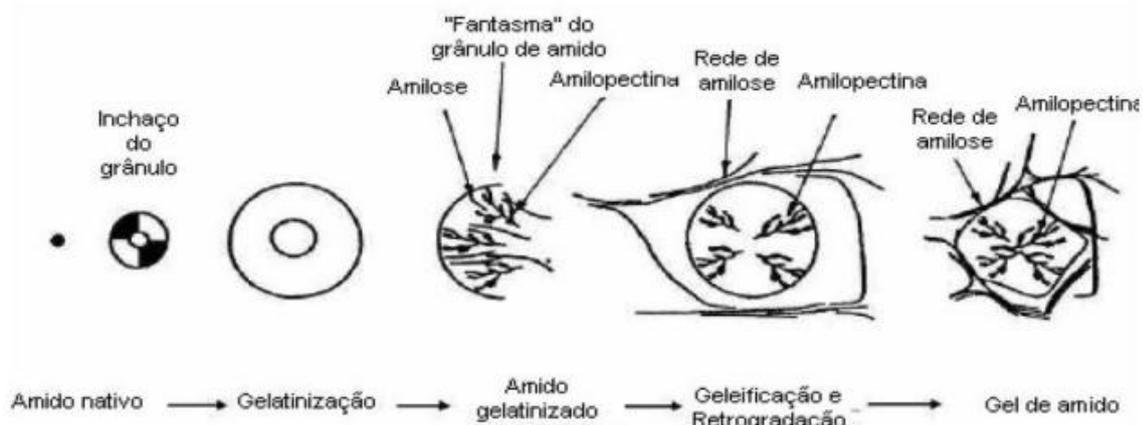
Para melhorar esse aspecto dos revestimentos de amido, busca-se a utilização de plastificantes, reduzindo as forças intermoleculares e suavizando a rigidez da estrutura, melhorando as propriedades mecânicas.

### 3.3.2.1 Gelatinização e retrogradação do amido

A gelatinização é a associação de cadeias poliméricas mediante pontes cruzadas para originar uma rede tridimensional contínua que imobiliza o líquido em seu interior, formando uma estrutura rígida e resistente, ocorrendo quando as suspensões de amido são aquecidas em excesso de água (LEWIS, 1993).

Na Figura 3 pode ser visualizada que a gelatinização se inicia quando a amilose é liberada para a fase aquosa devido ao rompimento do grânulo, provocado pela sua expansão durante a hidratação, que acontece quando as moléculas de água possuem energia cinética suficiente (através do aquecimento) para superar as ligações de hidrogênio entre as moléculas de amilose e amilopectina (ZHOU *et al*, 2002).

**Figura 3.** Influência do tratamento em excesso de água sobre o estado do amido



Fonte: Vincentini, (2003).

O processo tem início na temperatura em que a membrana que envolve o grânulo de amido se torna permeável, absorvendo a água e inchando lentamente até atingir volumes três vezes maiores que o inicial (THOMAS E ATWELL, 1999). No início, a solução se torna menos fluida, até se solidificar e atingir o grau máximo de gelatinização, ocorrendo o

aumento de viscosidade da solução. A temperatura em que isto ocorre depende da fonte botânica (CEREDA *et al*, 2001).

Após a gelatinização, as moléculas de amilose tendem a se orientar paralelamente, aproximando-se o suficiente para formar ligações de hidrogênio, diminuindo o volume e reduzindo a afinidade pela água, permitindo que o amido gelatinizado forme filmes estáveis e flexíveis. Este processo se chama retrogradação, e é essencial na formação dos revestimentos (BOBBIO E BOBBIO, 1995).

A retrogradação é o processo de transição irreversível do estado altamente solubilizado do amido para o estado insolúvel. Fatores como a concentração de amido, fonte do amido, pH, relação amilose/amilopectina, presença de solutos e ciclos de aquecimento e resfriamento influenciam tal processo (BOBBIO E BOBBIO, 1995).

### 3.3.2.2 Amido de Araruta

A araruta (*Maranta arundinacea L.*) é planta nativa de regiões tropicais da América, que pertence à família Marantácea (*Calanthea* e *Maranta*), grupo das Zingiberales, que produz um rizoma rico em amido. O amido da araruta tem características e qualidades diferenciadas, conferindo leveza e digestibilidade aos produtos finais, podendo dar características desejáveis e consideradas funcionais quando utilizado em revestimentos (SENHORINHO, 2015).

A importância da araruta está relacionada às características especiais de seu amido, tendo produção mundial pequena. O teor de amido extraído varia de acordo com a idade da planta, podendo chegar a um rendimento maior que 20% (MONTEIRO E PERESSIN, 2002).

O amido de araruta tem composição centesimal dentro do previsto pela legislação brasileira, com teor de amilose de 23,9% (LEONEL *et al.*, 2002). Os grânulos são circulares e ovalados, com ampla faixa de tamanhos (9 mm a 42 mm), com predominância de grânulos de 21mm de diâmetro. Tem baixa estabilidade a quente frente à agitação, com tendência à retrogradação semelhante ao amido de mandioca (SENHORINHO, 2015).

### 3.3.3 Glicerina

O uso de plastificante em revestimentos de amido é essencial, pois esse componente geralmente podem ser polióis, como o glicerol. Os plastificantes reduzem as interações intermoleculares entre as cadeias dos polímeros ao se dispor entre elas, levando a maior

mobilidade e aumento do volume livre (ZULLO E IANNACE, 2009).

Os plastificantes compatíveis mais estudados em revestimentos à base de amido são os poliois como o glicerol e sorbitol, materiais que interagem com as cadeias de amido, aumentando a mobilidade molecular e a flexibilidade de seus filmes. Porém, podem proporcionar o aumento da hidrofiliabilidade e da permeabilidade ao vapor de água (MALI *et al.*, 2005).

As características desejáveis do revestimento dependem de um equilíbrio entre o grau de reticulação da matriz polimérica (necessário para reduzir a solubilidade em água, porém induzindo a fragilidade) e adição de agentes plastificantes, para melhor mobilidade.

O glicerol é um líquido claro, viscoso e incolor, de paladar adocicado e higroscópico à temperatura ambiente, com nome comercial de glicerina. Ocorre naturalmente em formas combinadas com acilglicerídeos em todos os óleos graxos de origem animal e vegetal. Vários tipos de glicerina são disponíveis comercialmente, variando em seu conteúdo de glicerol e em outras características como cor, odor, teor de impurezas. A glicerina tem massa molar menor que outros poliois como o sorbitol, exercendo uma plastificação mais efetiva (SOTHORNVIT E KROCHTA, 2001).

Porém, devido à ação higroscópica do glicerol, é necessário atentar-se à concentração empregada, para que não haja efeito indesejado ao filme ou revestimento, como por exemplo, o aumento da solubilidade em água ou até mesmo o efeito antiplastificante (o que ocorre quando a concentração empregada é muito pequena, geralmente inferior a 20%).

#### 3.3.4 Própolis verde

Para aumentar os benefícios de revestimentos comestíveis, podem-se adicionar substâncias que tornem o filme com propriedades ativas, como por exemplo, características antimicrobianas, antioxidantes, etc.

O extrato de própolis é um composto hidrofóbico que contribui para as propriedades dos filmes comestíveis, como a barreira ao vapor de água (PASTOR *et al.*, 2010), que reduz a perda de água de alimentos como queijo, além de agir como antimicrobiano natural em substituição a conservantes.

A IN nº 3 de 19 de janeiro de 2001 institui o Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geléia Real, Geléia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis, e define própolis como o produto oriundo de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, colhidas por abelhas, de brotos, flores e exsudados de

plantas, nas quais as abelhas acrescentam secreções salivares, cera e pólen para elaboração final do produto. A legislação classifica a própolis quanto às quantidades de flavonoides: baixo teor (até 1,0% m/m), médio teor (>1,0% - 2,0% m/m) e alto teor (>2,0% m/m) (BRASIL, 2001).

A mesma legislação define extrato de própolis como o produto proveniente da extração dos componentes solúveis da própolis em álcool neutro (grau alimentício), por processo tecnológico adequado. As características sensoriais do extrato de própolis são aroma característico, cor que varia de tons de âmbar, avermelhada e esverdeada, sabor característico, de suave a forte, amargo e picante, sendo um líquido limpo e homogêneo (BRASIL, 2001).

Os principais constituintes da própolis (e de seu extrato) são os flavonoides, ácidos fenólicos e seus ésteres e terpenoides. Eles possuem papel importante no organismo, pois agem como antioxidantes, anti-inflamatórios, antimicrobianos, etc. (CHEN *et al.*, 2003).

A composição química da própolis bruta é de 50% a 60% de resina, 30% a 40% de cera, 5% a 10% de óleos essenciais, 5% de pólen, além de minerais como alumínio, cálcio, estrôncio, ferro, cobre, manganês e quantidades traços de vitaminas B1, B2, B6, C e E (MARCUCCI, 1995).

Os flavonoides da própolis afetam a capacidade das camadas lipoproteicas dos micro-organismos de trocar íons, realizar transporte ativo e combinar com substratos. Alguns aumentam a permeabilidade da membrana afetando o transporte, capacidade de síntese de ATP e mobilidade (FIQUEIREDO *et al.*, 2014).

Quanto às bactérias, os componentes da própolis possuem efeitos sobre a permeabilidade da membrana citoplasmática dos íons, causando dissipação do potencial de membrana, caracterizando-a como substância ionófora. Esse efeito diminui a resistência das células a outros compostos antibacterianos, sendo o efeito maior em bactérias gram-positivas, por ter parede celular mais permeável, apesar de mais espessa, do que em bactérias gram-negativas, que tem parede celular mais fina, mas estruturalmente mais complexa (ABUBAKAR *et al.*, 2014).

Quanto à atividade antifúngica da própolis, Longhini *et al.* (2007) obtiveram resultados promissores, concluindo que a própolis apresenta atividade antifúngica mesmo em quantidades muito pequenas, estando esse efeito associado aos flavonoides.

### 3.3.5 Micro-organismos mesófilos e psicrotróficos

As bactérias mesófilas compõem um grupo capaz de se multiplicar entre 10°C e 45°C,

sendo a temperatura ideal de crescimento em torno de 30°C. Esse grupo de bactérias é importante porque inclui a maioria dos contaminantes dos alimentos de origem animal, podendo atingir altas contagens quando o alimento é mantido à temperatura ambiente. Segundo a ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) o número de microrganismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos da qualidade dos alimentos frequentemente utilizado, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. A contagem dos mesófilos, permite também obter informações sobre as primeiras alterações dos alimentos, sua provável vida de prateleira, a falta de controle no descongelamento ou desvios na temperatura de refrigeração estabelecida (FERREIA *et al.*, 2014; SILVA, 2002).

As bactérias psicotróficas se multiplicam em baixas temperaturas, abaixo de 7°C, embora a temperatura ótima de crescimento seja entre 20°C e 30°C (FURTADO, 2005). Essas bactérias são eliminadas pela pasteurização, mas algumas enzimas produzidas pelas bactérias Gram-negativas e os esporos, produzidos pelas Gram-positivas, são termorresistentes, provocando reações bioquímicas nos constituintes do leite, resultando em alterações das características normais do produto. Podem atuar no leite cru, leite que foi pasteurizado e nos derivados lácteos, causando alterações físicas e sabores indesejáveis (FERREIA *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2012)

São encontrados estudos na literatura que avaliaram o efeito de revestimento comestível com ação antimicrobiana em queijos. Olivato, Mali e Grossmann (2006) observaram que queijos com revestimento comestível à base de amido e glicerol não apresentaram crescimento de bactérias mesófilas e psicotróficas até os 30 dias de armazenamento, enquanto o queijo controle, sem utilização do revestimento, apresentou crescimento para as mesmas bactérias aos 14 dias de armazenamento; comprovando, desta forma, a ação antimicrobiana do revestimento nos queijos.

Di daPierro *et al.* (2011), em estudos sobre revestimento comestível de quitosana e proteína de soro de leite, observaram que os queijos revestidos apresentaram um decréscimo da quantidade de bactérias mesofílicas até o vigésimo dia de armazenamento, havendo crescimento apenas no trigésimo dia, enquanto o queijo não revestido apresentou crescimento após 7 dias de armazenamento. Quanto às bactérias psicotróficas, os autores observaram que o queijo revestido apresentou um crescimento menor, mantendo o nível de bactérias até o trigésimo dia, comparado ao queijo sem revestimento, que atingiu o limite permitido aos 7 dias de armazenamento.

Com base nos estudos supracitados, a aplicação de revestimentos comestíveis com atividade antimicrobiana demonstrou-se como alternativa efetiva para controle do crescimento de bactérias mesófilas e psicotróficas em queijos.

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

O revestimento foi elaborado a partir de amido de araruta, da variedade “comum”, adquirido da empresa Araruta Bahia, proveniente da cidade Conceição do Almeida-BA; a glicerina, da marca Química Moderna, foi utilizada como plastificante e o extrato de própolis verde, com 11% de sólidos, adquirido por meio de doação da empresa Apis Flora, aplicado como aditivo antimicrobiano.

O queijo coalho foi adquirido no mercado local do município de Garanhuns-PE, com selo de inspeção federal.

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Análise de Alimentos do LACTAL – Laboratório Multiusuários de Ciência Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Microbiologia do Cenlag – Central de Laboratórios de Garanhuns e Laboratório de Ensino de Biologia Animal, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).

### **4.1 Caracterização físico-química do queijo coalho**

Para a caracterização físico-química do queijo de calho, foram realizadas análises em duplicata de pH, acidez (expressa em ácido láctico), atividade de água ( $A_w$ ), teor de umidade, cinzas, proteína, gordura, extrato seco total, teor de gordura (b.s), de acordo com as metodologias descritas abaixo.

#### **4.1.1 pH**

O pH foi determinado utilizando um pHmetro digital (precisão  $\pm 0,01$ ), MARCONI, PA 200 previamente calibrado com soluções-tampão de pH 4,0 e 7,0. Foram pesados

aproximadamente 10 g da amostra (triturada) e adicionados 20 mL de água destilada em um béquer de 50 mL, procedendo a homogeneização com um bastão de vidro. Posteriormente foi realizada a leitura do pH, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2004).

#### 4.1.2 Acidez

A acidez foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Silva *et al.* (2017). Uma amostra (triturada) de aproximadamente 10 g foi misturada com 50 mL de água destilada aquecida a 40°C, de forma a eliminar o gás carbônico, e homogeneizada com bastão de vidro. Após esta etapa, foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL, resfriando em água corrente e completou-se o volume com água destilada. Em seguida transferiu-se uma alíquota de 50 mL para um béquer de 125 mL, adicionou-se 10 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% (m/v). As soluções foram tituladas com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L) até o aparecimento da cor rósea e expressas em ácido láctico segundo a Equação 1.

$$Acidez = \frac{V \times f \times 0,9}{m} \quad (1)$$

Onde:

Acidez = % (m/m) de compostos ácidos expressos em ácido láctico;

V = volume da solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L gasto na titulação, em mL;

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 mol/L;

0,9 = fator de conversão do ácido láctico;

m = massa da amostra na alíquota, em gramas.

#### 4.1.3 Atividade de Água ( $A_w$ )

A atividade de água foi determinada pelo analisador de atividade de água digital, Aqualab Pre, Decagon. Uma quantidade de aproximadamente 10g da amostra foi empregada para o preenchimento do porta-amostras do Aqualab, previamente calibrado com carvão e, em seguida foi realizada a leitura direta da atividade de água.

#### 4.1.4 Umidade

O teor de umidade das amostras foi obtido utilizando-se o equipamento balança analisadora de umidade da marca Shimadzu, modelo MOC63u.

#### 4.1.5 Cinzas

O teor de cinzas foi obtido através da incineração de aproximadamente 5 g da amostra a 550 °C em mufla, marca Autonic,, modeloTC4-14R, sendo resfriada em dessecador até temperatura ambiente e pesada, até atingir peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 2004). O resultado correspondente as cinzas, foi calculado de acordo com a Equação 2.

$$\%Cinzas = \frac{(m_2 - m_1) \times 100}{m_0} \quad (2)$$

Em que:

$m_2$  = massa do cadinho com amostra após incineração, em gramas;

$m_1$  = massa do cadinho vazio, em gramas;

$m_0$  = massa da amostra, em gramas.

#### 4.1.6 Proteína

O teor de proteína foi calculado através do método de *Kjeldahl* (Instituto Adolfo Lutz, 2004), para determinação do nitrogênio total, utilizando o fator de conversão de 6,25.

Foi pesado aproximadamente 0,1 g de amostra e transferido para tubos digestores. Depois, foi adicionado 13 mL de ácido sulfúrico (98%, Química moderna) e 2 g da mistura catalítica (10 partes de sulfato de potássio para 1 parte sulfato de cobre).

Em seguida, os tubos foram levados para o bloco digestor a 350°C, na capela de exaustão, por aproximadamente 2 horas. Após esse período, a amostra digerida e resfriada até temperatura ambiente, foi destilada em um destilador de nitrogênio. Para tanto, 20 mL de água destilada e 20mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 40% para neutralizar o meio. Em um Erlenmeyer de 250 mL, foi adicionado 30 mL de ácido bórico e 3 gotas de uma solução indicadora mista de vermelho de metila 0,1 % e verde de bromocresol 0,1 %, que foi acoplado no destilador a fim de recuperar o nitrogênio obtido da destilação, indicado pela mudança da

coloração rosa para azulada. Por fim, o produto obtido na destilação foi titulado com ácido clorídrico (HCl) 0,1 M.

O teor de proteínas, expresso em porcentagem, foi obtido de acordo com a Equação 3.

$$Proteína (\%) = \frac{M \times F \times V \times 0,014 \times 100 \times 6,25}{P} \quad (3)$$

Em que:

M = molaridade do ácido clorídrico;

F = fator de correção;

V = volume de ácido clorídrico gasto na titulação;

P = massa da amostra em gramas.

#### 4.1.7 Gordura

A gordura foi determinada pelo método Butirométrico de Gerber, utilizando-se um butirômetro de leite. Pesou-se aproximadamente 2 g da amostra em um béquer de 50 mL, adicionou-se 10 mL da solução de ácido sulfúrico (98%, Química moderna), homogeneizou-se com bastão de vidro e procedeu-se o aquecimento a 60 °C, até dissolução completa. Em seguida, foi transferida para o butirômetro, lavando duas vezes o béquer com 4 mL da solução de ácido sulfúrico. Por fim, adicionou-se 1 mL de álcool isoamílico, após a colocação da rolha, agitou-se o butirômetro e realizou-se o aquecimento do butirômetro em banho-maria a 65°C, durante 10 minutos. Após esse período, procedeu-se a centrifugação por 5 minutos, retomando-se para o banho-maria por mais 10 minutos. Em seguida foi realizada a leitura, e calculado o teor de gordura de acordo com a Equação 4.

$$\%Gordura = \frac{L \times 11,3}{m} \quad (4)$$

Em que:

L = leitura do butirômetro;

11,3 = massa em gramas do leite;

m = massa da amostra, em gramas.

#### 4.1.8 Extrato seco total (EST)

O extrato seco total foi determinado por diferença da composição total e o teor de umidade.

#### 4.1.9 Teor de gordura em base seca (GBS)

O teor de gordura em base seca foi obtido conforme a Equação 5 descrita por Frutuoso (2014):

$$GBS = \frac{\% \text{ de gordura} \times 100}{\text{Extrato seco total}} \quad (5)$$

## 4.2 Elaboração do revestimento comestível de amido de araruta e extrato de própolis verde

Foram produzidas duas formulações distintas para os revestimentos comestíveis de amido de araruta, com base na concentração de extrato de própolis verde, conforme descrição da Tabela 1. A glicerina foi utilizada com a função plastificante em uma proporção de 30% (m/m).

**Tabela 1** - Formulações do revestimento comestível de araruta e extrato de própolis

Amostra	Araruta (g)	Glicerina (g)	Extrato de Própolis (g)	Água (mL)	Total (mL)
10%	30	9,0	3,0	597	600
20%	30	9,0	6,0	594	600

Fonte: Autora, 2018.

As concentrações de extrato e glicerina foram estabelecidas em relação à massa de amido de araruta, esta por sua vez foi fixada em 5% de sólidos da solução total.

A araruta e a glicerina foram misturadas em meio aquoso, em seguida a mistura foi aquecida em banho termostático a 90°C, em agitação mecânica constante para formação do gel. O aquecimento permaneceu por 10 minutos, após a suspensão atingir 70°C, o extrato de própolis foi adicionado ao gel, mantendo-se em aquecimento e agitação por mais 1 minuto.

### **4.3 Aplicação do revestimento comestível de amido de araruta e extrato de própolis verde no queijo coalho**

A aplicação do revestimento comestível nas amostras foi realizada no Laboratório de Microbiologia do Cenlag – Central de Laboratórios de Garanhuns. Todo o material necessário à manipulação para o revestimento do queijo tais como peneira, bandejas e facas, foram higienizados em solução de água clorada a 200 ppm e submetido à radiação ultravioleta por 30 minutos.

O gel empregado no revestimento do queijo coalho foi resfriado a temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ).

O queijo coalho foi cortado em cubos de 10g, e revestido por imersão durante 1 minuto. As amostras de queijo revestidas foram drenadas em peneiras até a completa secagem, em condições assépticas. Posteriormente, os queijos revestidos e secos foram acondicionados em sacos estéreis de polietileno e armazenados em estufa B.O.D. a  $7^{\circ}\text{C}$ , e analisados em 1, 7, 14, 21 e 28 dias. Foram elaboradas amostras controle, sem revestimento.

O experimento foi realizado em duplicata, sendo duas amostras utilizadas para análise físico-química e duas para análise microbiológica.

### **4.4 Análises microbiologias**

Foram realizadas análises microbiológicas nos revestimentos das formulações descritas na tabela 1, no dia em que foram aplicados os revestimentos aos queijos, a fim de garantir a qualidade microbiológica durante o preparo. As amostras de queijo coalho, revestidos e o controle, não revestido, foram analisados durante os dias 1, 7, 14, 21 e 28 dias após etapa de revestimento. Realizaram-se análises para contagem total de micro-organismos aeróbios mesófilos e psicrotóficos em placa.

#### **4.4.1 Aeróbios Mesófilos**

As análises de aeróbios mesófilos foram realizadas segundo a metodologia de plaqueamento em superfície (SILVA *et al.*, 2017). Inicialmente, adicionou-se 90 mL de água peptonada 0,1% em 10 g da amostra e procederam-se as diluições seriadas. De cada diluição, tomou-se 1 mL, para o plaqueamento com 25 mL do meio PCA em duplicata. As placas inoculadas foram incubadas em estufa a  $35^{\circ}\text{C}$  por 48 horas. Os resultados da contagem foram

expressos em UFC/g.

#### 4.4.2 Psicrotróficos

A análise de psicrotróficos foi realizada segundo a metodologia de plaqueamento em superfície, segundo APHA 13.61:2015. O preparo da amostra e das respectivas diluições seriadas, foram idênticas à descrita para mesófilos. Sobretudo, as placas inoculadas foram incubadas em estufa B.O.D a 7°C ( $\pm$  3°C) por 10 horas. Os resultados da contagem foram expressos em UFC/g.

#### 4.5 Análises físico-químicas

Foram realizadas análises físico-químicas nas amostras de queijo coalho revestidos e controle, durante os dias 1, 7, 14, 21 e 28. Realizaram-se em duplicata as seguintes análises de: pH, utilizando um pHmetro digital (precisão  $\pm$  0,01, Marconi, PA 200); cor, sendo realizadas medidas diretas usando um colorímetro (Konica Minolta, CR-10); perda de massa, utilizando uma balança analítica; atividade de água, determinada pelo analisador de atividade de água digital (Aqualab Pre, Decagon), e acidez, determinada pela metodologia descrita por Silva *et al.* (2017).

#### 4.6 Análise estatística

Os parâmetros analisados foram submetidos à análise de variância ANOVA e comparação de média através do teste de Tukey em um nível de 95% de confiança, através do *software* estatístico Minitab 17.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização físico-química do queijo coalho

Os resultados encontrados para os parâmetros físico-químicos pH, acidez (expressa em ácido láctico), atividade de água ( $a_w$ ), teor de umidade, cinzas, proteína, gordura, extrato seco total, teor de gordura (b. s.) do queijo coalho utilizado podem ser observados na Tabela 2.

**Tabela 2** - Parâmetros da caracterização físico-química do queijo coalho.

Parâmetro	Resultado	Parâmetro	Resultado
<b>pH</b>	6,30±0,04	<b>Proteína(%)</b>	23,06±0,34
<b>Acidez (%)</b>	0,24±0,02	<b>Gordura (%)</b>	44,20±0,71
<b>Atividade de água (<math>a_w</math>)</b>	0,95±0,00	<b>EST (%)</b>	58,43±0,73
<b>Umidade (%)</b>	41,57±0,73	<b>GES (%)</b>	75,64±0,27
<b>Cinzas (%)</b>	5,38±0,00		

Fonte: Autor, 2018.

Para o potencial hidrogeniônico (pH), a amostra de queijo coalho apresentou 6,3 indicando estar próximo a neutralidade. Resultados semelhantes foram observados por Pagani *et al.* (2012), que encontraram pH de 5,22 a 6,57 em seu estudo sobre aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo coalho. O pH é considerado uma determinação importante para caracterizar queijos devido à sua influência na textura, na atividade microbiana e na maturação, já que ocorrem reações químicas que são catalisadas por enzimas provenientes do coalho e da microbiota, que dependem do pH (SOUSA *et al.*, 2014).

A acidez percentual, expressa em ácido láctico, para o queijo coalho, foi de 0,24%, próximo aos valores encontrados por Sousa *et al.* (2014), que encontraram 0,16% e 0,74% de

ácido láctico para os queijos com inspeção estadual e federal, respectivamente. A acidez decorrente da produção de ácido láctico ocorre a partir da degradação da lactose pelas bactérias que tem influência direta no pH, durante a expulsão de soro da massa na fabricação e na fase inicial da cura do queijo (MAMEDE *et al.*, 2010). O valor de acidez é um fator decisivo na confecção do queijo, este parâmetro indica particularidades da textura do produto.

O resultado para a atividade de água foi de 0,95, podendo indicar uma alta probabilidade de crescimento dos microrganismos no queijo coalho. Resultados semelhantes foram observados por Andrade (2006), que encontrou valores de atividade de água variando de 0,944 a 0,979. A atividade de água ( $a_w$ ) está relacionada com o conteúdo de água livre presente na amostra. É um fator intrínseco fundamental para os microrganismos, valores elevados de atividade de água tornam os queijos mais suscetíveis ao maior desenvolvimento microbiano (ROCHA E CRUZ, 2018).

A legislação não estabelece os valores de referência para as análises de pH, acidez e atividade de água do queijo coalho. Contudo os valores encontrados neste trabalho foram semelhantes aos citados na literatura.

Quanto à umidade, o queijo coalho apresentou o resultado de 41,57%, classificado como queijo de média umidade de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo, valores na faixa de 39% a 55% (BRASIL, 1996). Silva *et al.* (2006) encontraram valores médios de 40,28% no total de 11 amostras de queijo coalho comercializados na cidade de Natal-RN.

O percentual de cinzas foi de 5,38%, próximo aos valores encontrados por Gomes, Medeiros e Silva (2012), de 4,88% para queijo coalho industrial comercializadas na cidade de Currais Novos-RN. O teor de cinzas em alimentos indica a quantidade de sais minerais presentes na amostra, sendo importante do ponto de vista nutricional (SILVA *et al.*, 2017).

O resultado de proteína encontrado foi em média 23,06%, muito próximo ao apresentado pela tabela nutricional, especificada pelo fabricante, do queijo coalho, empregado no presente estudo, correspondente a 23,33%. Valores similares foram encontrados por Freitas Filho *et al.* (2012) e Nassu *et al.* (2003) em seus estudos, encontraram médias em suas determinações em queijo coalho de 24,15% e 24,87%, respectivamente. Mamede (2010) em seu estudo sobre as características sensoriais e da composição química de queijo coalho industrializado encontrou resultados de 21,53% a 26,04%. Os valores obtidos de proteínas corroboraram com os dados analisados por Perez (2005) que tem estudando queijo do tipo coalho e constatou valores médios proteicos variando de 21,29% a 25,49% em suas análises.

O valor de gordura obtido no presente estudo foi de 44,2%, como já era esperado, já

que, na tabela nutricional do queijo coalho em estudo tem-se um valor e 46, 67%. Perez (2005) encontrou valores inferiores, de 30,17% a 33,76%, na composição média de sete marcas comerciais de queijo coalho. Já Mamede *et al.* (2010), encontraram resultados entre 33,10% a 43,07%, em análises de queijo coalho industrializado. De acordo com Andrade (2006), o teor de gordura de um queijo é melhor analisado quando expresso em relação ao extrato seco total, impedindo-se que ocorram variações ocasionadas por uma eventual perda de umidade.

O percentual de gordura no extrato seco encontrado para o queijo em estudo foi de 75,64%. Conforme a Portaria nº 146/96 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1996), classifica-se como queijo extra gordo ou duplo creme, cujo percentual mínimo seja de 60%. Frutuoso (2104), em seu estudo encontrou valores inferiores, que variou de 41,74% e 56,77%. Resultado semelhante ao presente estudo, foi encontrado por Gomes, Medeiros e Silva (2012), de 71,57% em análise de queijo coalho industrial.

O resultado para extrato seco total do queijo coalho foi de 58,43%. Andrade (2006) ao analisar amostras de queijo coalho, produzidas no Ceará, encontrou resultados semelhantes, tanto para o queijo artesanal, quanto para o queijo industrial, com médias de 55,56% e 55,65%, respectivamente.

## 5.2 Avaliação da aplicação do revestimento comestível em queijo coalho durante a vida de prateleira

### 5.2.1 Análises físico-químicas

#### 5.2.1.1 pH

Os resultados médios de pH dos queijos de coalho avaliados até 28 dias de armazenamento, são descritos na Tabela 3.

**Tabela 3** - Evolução do pH de queijo coalho durante seu armazenamento a  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$  de 1 até 28 dias

Tratamentos*	pH**				
	Dia 01	Dia 07	Dia 14	Dia 21	Dia 28
C	6,24±0,04 <sup>a</sup>	6,35±0,16 <sup>a</sup>	6,79±0,16 <sup>a</sup>	6,57±0,07 <sup>a</sup>	6,67±0,15 <sup>a</sup>
T10%	6,04±0,08 <sup>b</sup>	5,99±0,07 <sup>b</sup>	6,23±0,14 <sup>b</sup>	6,54±0,07 <sup>a</sup>	6,55±0,04 <sup>a</sup>
T20%	6,13±0,03 <sup>a,b</sup>	6,08±0,13 <sup>b</sup>	5,89±0,18 <sup>c</sup>	6,36±0,09 <sup>a</sup>	6,40±0,12 <sup>a</sup>

\*C= controle, T10%=revestimento 3% (m/m) de extrato de própolis, T20%=revestimento com 6% (m/m) de

extrato g de própolis.

\*\*Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, são significativamente diferentes, com 95% de confiança pelo teste de Tukey.

Conforme resultados de pH para o queijo coalho descritos na Tabela 3, observou-se que os valores variaram significativamente ( $p < 0,05$ ) entre 5,89 e 6,79, sendo os maiores resultados encontrados para o queijo controle, ou seja que não continha revestimento, e o menor valor observado foi para o queijo revestido com 20% de extrato de própolis (T20%), ambos no dia 14. Ao longo dos 28 dias, em um mesmo tratamento, foram observados resultados semelhantes entre os valores.

Martins *et al.* (2010) avaliaram a vida útil de ricota com revestimento comestível utilizando galactomananas de *Gleditsia triacanthos* com incorporação de nisina. Os resultados obtidos pelos autores demonstraram valores de pH estáveis ao longo do armazenamento de 28 dias, variando de 5,60 a 6,47, sendo que não apresentaram diferença estatística.

#### 5.2.1.2 Cor

A cor é uma característica muito importante dos alimentos, ocorrendo à percepção inicial dos alimentos nos primeiros 90 segundos de observação, sendo que a cor corresponde de 60% a 90% da avaliação do produto (SINGH, 2006). Dependendo da cor do queijo na percepção inicial, aceitável ou não, os outros dois fatores, como sabor e a textura do queijo, podem ser influenciados (FRANCIS, 1995).

Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios da análise de cor, que correspondem a luminosidade ( $L^*$ ), croma  $a^*$  e croma  $b^*$ , para os três tratamentos avaliados ao longo de 28 dias de armazenamento. A luminosidade variade 0 a 100, sendo o valor 100 equivalente ao branco perfeito (luminosidade total), enquanto um valor igual a zero significa total ausência de reflexão (negro perfeito) respectivamente (COSTA, 2013).

A partir dos resultados de  $L^*$  observados na Tabela 4, houve diferença significativa entre os tratamentos de queijo coalho revestidos, com exceção dos dias 14 e 21. Os valores de  $L^*$  apresentaram variações durante o armazenamento entre os tratamentos, variando de 80,62 a 86,16. Os três tratamentos apresentaram uma diminuição do valor de  $L$  ao longo do armazenamento, obtendo os menores valores nas análises com 28 dias. De acordo com García-Pérez *et al.* (2005), a diminuição da luminosidade ocorre pela perda de água durante a maturação e, por conseguinte, há concentração dos sólidos do queijo, principalmente gordura e proteína, resultando em uma menor reflexão de luz no produto.

As componentes cromáticas são representadas pelas coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ , a coordenada  $a^*$  mede as tonalidades vermelhas e verdes, variando entre + 60 e - 60, respectivamente; e a coordenada  $b^*$  mede as tonalidades amarela (+ 60) e azul (- 60) (ALVARENGA, 2000). Os valores encontrados para  $a^*$  e  $b^*$  apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ao longo do tempo. Os resultados para a coordenada  $a^*$  variou de 2,6 a 13,08, aumentando ao longo do tempo. Os valores obtidos para  $b^*$  apresentaram valores entre 19,0 a 22,48. Devido ao fato de que a coordenada  $b^*$  apresentou valores maiores que  $a^*$ , fica demonstrada uma influência maior da cor amarela nas amostras de queijo.

**Tabela 4.** Análise de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) para o queijo coalho durante seu armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  de 1 até 28 dias

Tempo de armazenamento	Tratamentos*						
	C	T10%	T20%	C	T10%	T20%	
	$(L^*)^{**}$			$(a^*)^{**}$			
<b>Dia 01</b>	85,8±0,61 <sup>c</sup>	85,38±0,13 <sup>a</sup>	84,54±0,4 <sup>b</sup>	3,66±0,11 <sup>c</sup>	2,6±0,13 <sup>a</sup>	3,08±0,36 <sup>b</sup>	19
<b>Dia 07</b>	85,8±0,12 <sup>a</sup>	85,32±0,38 <sup>b</sup>	86,14±0,09 <sup>a</sup>	2,75±0,05 <sup>b</sup>	2,72±0,16 <sup>b</sup>	3,06±0,18 <sup>a</sup>	22
<b>Dia 14</b>	84,38±0,08 <sup>a</sup>	84,18±0,9 <sup>a</sup>	83,78±0,78 <sup>a</sup>	4,76±0,22 <sup>a</sup>	3,6±0,74 <sup>b</sup>	3,06±0,10 <sup>b</sup>	1
<b>Dia 21</b>	83,48±0,34 <sup>a</sup>	82,62±0,39 <sup>a</sup>	83,06±0,82 <sup>a</sup>	6,24±0,42 <sup>a</sup>	5,32±0,29 <sup>b</sup>	4,52±0,28 <sup>c</sup>	21
<b>Dia 28</b>	80,68±0,95 <sup>b</sup>	80,62±0,2 <sup>b</sup>	83,22±0,33 <sup>a</sup>	13,08±1,36 <sup>a</sup>	11,2±0,97 <sup>b</sup>	8,52±0,31 <sup>c</sup>	19

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível com 20% de extrato de própolis; L=: Luminosidade;  $a^*$  e  $b^*$ = Croma.\*\*Médias que não compartilham letras iguais no mesmo dia (linha) para o três parâmetros da análise de cor são significativamente diferentes, a 95% de confiança.

### 5.2.1.3 Perda de massa

Os valores da perda de massa em função do período de armazenamento durante os dias 01, 07, 14, 21 e 28 estão expostos na Tabela 5.

**Tabela 5.** Perda de massa do queijo coalho durante seu armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  de 1 até 28 dias

Tratamentos*	Perda de massa (g)**				
	Dia 01	Dia 07	Dia 14	Dia 21	Dia 28
C	9,68 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	9,75 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	9,32 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	9,23 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	9,11 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>
T10%	9,74 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	9,75 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	9,31 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	9,10 $\pm$ 0,03 <sup>a</sup>	9,08 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>
T20%	9,71 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	9,68 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	9,21 $\pm$ 0,23 <sup>a</sup>	9,47 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>	8,98 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível com 20% de extrato de própolis. \*\*Médias que não compartilham uma mesma letra na mesma coluna são significativamente diferentes, com 95% de confiança.

Como pode ser observada na Tabela 5, a composição do revestimento não interferiu na perda de massa dos queijos para cada dia avaliado durante o armazenamento a um nível de confiança de 95%. Os queijos apresentaram perdas de massa variando entre 8,98(12%) g a 9,75 (2,5) g durante os 28 dias de armazenamento.

Martins *et al.*, (2010) avaliando a vida útil de ricota com revestimento comestível utilizando galactomananas de *Gleditsia triacanthos* com incorporação de nisina, obtiveram perdas de 7,59% e 4,74% para os queijos tipo ricota sem e com revestimento após 28 dias de armazenamento.

### 5.2.1.4 Atividade de água (aw)

Os resultados médios da atividade de água dos queijos coalho avaliados durante o armazenamento até 28 dias encontram-se descritos na Tabela 6. A análise de variância realizada para os valores de atividade de água dos queijos de coalho nos tratamentos estudados demonstrou que apenas houve efeito significativo no dia 14, sendo os tratamentos C (0,95) tabela) e T10% (0,95) iguais estatisticamente, diferindo do tratamento T20% (0,96) que obteve um valor maior neste dia.

**Tabela 6.** Atividade de água do queijo coalho durante seu armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  até 28 dias

Tratamentos*	Atividade de água**				
	Dia 01	Dia 07	Dia 14	Dia 21	Dia 28
C	0,92±0,00 <sup>a</sup>	0,95±0,00 <sup>a</sup>	0,95±0,00 <sup>a</sup>	0,94±0,02 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>a</sup>
T10%	0,94±0,01 <sup>a</sup>	0,93±0,01 <sup>a</sup>	0,95±0,00 <sup>a</sup>	0,94±0,02 <sup>a</sup>	0,94±0,00 <sup>a</sup>
T20%	0,91±0,03 <sup>a</sup>	0,93±0,00 <sup>a</sup>	0,96±0,00 <sup>b</sup>	0,93±0,02 <sup>a</sup>	0,93±0,02 <sup>a</sup>

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível com 20% de extrato de própolis. \*\*Médias que não compartilham uma mesma letra na mesma coluna são significativamente diferentes, com 95% de confiança.

Frutuoso (2014), em seu estudo sobre revestimento comestível elaborado com galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima* e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* aplicado em queijo coalho, apresentou resultados semelhantes aos encontrados neste estudo, onde variaram de 0,918 a 0,950. Já Pagani *et al.* (2012) encontraram valores de atividade de água superiores, de 0,979 a 0,988.

#### 5.2.1.5 Acidez

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios da análise de acidez do queijo coalho com revestimento no período de armazenamento durante os dias 01, 07, 14, 21 e 28 a temperatura de  $7\pm 1^\circ\text{C}$ .

**Tabela 7.** Resultados da acidez do queijo coalho durante seu armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  até 28 dias

Tratamentos*	Acidez (%)**				
	Dia 01	Dia 07	Dia 14	Dia 21	Dia 28
C	0,10±0,02 <sup>a</sup>	0,21±0,04 <sup>a</sup>	0,14±0,02 <sup>b</sup>	0,10±0,00 <sup>b</sup>	0,09±0,00 <sup>a</sup>
T10%	0,13±0,03 <sup>a</sup>	0,27±0,03 <sup>a</sup>	0,20±0,30 <sup>a</sup>	0,12±0,02 <sup>a,b</sup>	0,10±0,00 <sup>b</sup>
T20%	0,09±0,01 <sup>a</sup>	0,23±0,06 <sup>a</sup>	0,23±0,02 <sup>b</sup>	0,14±0,02 <sup>a</sup>	0,11±0,00 <sup>b</sup>

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível com 20% de extrato de própolis. \*\*Médias que não compartilham uma mesma letra na mesma coluna são significativamente diferentes, com 95% de confiança.

Os valores obtidos nas análises de acidez conforme apresentados na Tabela 7, foram diferentes estatisticamente a um nível de confiança de 95% com base na composição do revestimento, exceto para os tratamentos analisados no dia 01 e no dia 07. De modo geral, os

resultados da acidez apresentaram variações durante o armazenamento, entre 0,09% a 0,27%.

Frutuoso (2017), em seu estudo, observou que seus resultados para acidez dos queijos coalhos aumentou ao longo dos dias, embora o queijo coalho com revestimento tenha apresentado estabilidade após 15 dias de armazenamento. Resultados semelhantes também foi observado por Cavalcante *et al.* (2007), que obtiveram um aumento na acidez ao longo dos dias de 0,74; 0,75 e 0,76% durante 10, 20 e 30 dias de armazenamento de queijo coalho fabricado com cultura lática.

### 5.3 Avaliação microbiológica do revestimento comestível de amido de araruta e glicerina adicionado de extrato de própolis

Os resultados das análises microbiológicas do revestimento comestível de amido de araruta e glicerina adicionado de extrato de própolis não apresentaram contagens de aeróbicos mesófilos e psicotróficos, indicando que o mesmo foi elaborado em boas condições de qualidade higiênico-sanitária, para ser aplicado nas amostras de queijo coalho.

### 5.4 Análise microbiológica durante a vida de prateleira do queijo coalho com revestimento comestível de amido de araruta e adicionado de extrato de própolis

Os resultados das análises microbiológicas para mesófilos aeróbios e psicotróficos dos queijos revestidos com diferentes formulações e o controle estão apresentados nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

**Tabela 8.** Contagem de mesófilos aeróbios totais dos queijos de coalho com diferentes formulações de revestimento durante o armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  até 28 dias.

Análise		Mesófilos Aeróbios (UFC/g)		
		C	T 10%	T 20%
Dia	01	$3,00 \times 10^5 \pm 0,02$	$2,40 \times 10^5 \pm 0,02$	$2,10 \times 10^5 \pm 0,02$
	07	$6,65 \times 10^6 \pm 0,04$	$6,05 \times 10^5 \pm 0,05$	$6,65 \times 10^5 \pm 0,02$
	14	$2,10 \times 10^6 \pm 0,02$	$3,40 \times 10^5 \pm 0,02$	$2,35 \times 10^5 \pm 0,03$
	21	$4,05 \times 10^6 \pm 0,02$	$4,20 \times 10^5 \pm 0,01$	$1,35 \times 10^5 \pm 0,02$
	28	$2,05 \times 10^6 \pm 0,03$	$4,10 \times 10^5 \pm 0,02$	$1,75 \times 10^5 \pm 0,02$

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível

com 20% de extrato de própolis.

Conforme resultados apresentados na Tabela 8, observou-se que a partir do dia 07 até o dia 28, houve uma redução de um ciclo logarítmico da contagem de mesófilos aeróbicos nos queijos T10% e T20%, em relação ao controle. Esse comportamento sugere que os revestimentos contribuíram para a inibição do crescimento microbiológico nos queijos.

Costa (2013) ao aplicar filmes de fécula de mandioca aditivados com própolis vermelha em queijo coalho, observou que as contagens de *Estafilococos Coagulase Positiva*, demonstraram a redução de 1 ciclo logarítmico na contagem desses microrganismos nos períodos de 4, 12, e 28 dias, quando comparados ao queijo revestido sem própolis. Esse comportamento corrobora com os resultados obtidos neste estudo.

Em estudo de identificação de microrganismo aeróbios mesofílicos contaminantes em superfície de queijo tipo Gorgonzola (TEIXEIRA, 2017), a aplicação de extrato etanólico de própolis verde apresentou elevada atividade biocida, havendo melhora na inibição dos microrganismos em relação ao teste *in vitro*, podendo ser utilizado com segurança a partir de 5% de concentração sem interferência no sabor e odor dos queijos.

**Tabela 9.** Contagem de psicrotróficos dos queijos coalho com diferentes formulações de revestimento durante o armazenamento a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  até 28 dias.

Análises		Psicrotróficos (UFC/g)		
		C	T 10 %	T 20%
Tratamentos*				
Dia	01	$1,02 \times 10^5 \pm 0,03$	$2,7 \times 10^4 \pm 0,01$	$1,5 \times 10^4 \pm 0,02$
	07	Incontáveis	$1,59 \times 10^6 \pm 0,03$	$2,73 \times 10^6 \pm 0,01$
	14	Incontáveis	Incontáveis	Incontáveis
	21	Incontáveis	Incontáveis	Incontáveis
	28	Incontáveis	Incontáveis	Incontáveis

\*C= controle; T10%=revestimento comestível com 3% de extrato de própolis; T20%=revestimento comestível com 20% de extrato de própolis.

Como podemos observar na tabela 9, os resultados dos tratamentos T10% e T20% apresentaram melhores resultados na contagem de psicrotróficos dos queijos coalho comparados com a amostra controle, uma vez que esta apresentou-se como incontável logo no décimo dia, enquanto os tratamentos referentes aos revestidos com extrato de própolis só apresentaram-se como incontáveis a partir do vigésimo dia.

Quando analisados individualmente o tempo 01 entre os tratamentos estudados,

observou-se uma diminuição significativa na contagem de psicotróficos, no entanto não o suficiente para o efeito ser positivo durante o estado de armazenamento para este tipo de microrganismos.

Para o queijo coalho, a aplicação do revestimento aditivado com extrato de própolis nas concentrações 10% e 20%, mostrou-se eficiente no controle do crescimento de microrganismos psicotróficos por tempo de comercialização inferior até 10 dias.

Na região do Agreste de Pernambuco é o segundo maior produtor de leite do Nordeste e 10º do país. O leite cru, oriundo dessa região, apresenta altas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, coliformes totais, *Escherichia coli*, psicotróficos e estafilococos coagulase positiva,(MATOS *et al.*, 2010). A qualidade da matéria-prima reflete diretamente na condição de contaminação inicial do produto final, sendo assim, é comum que o queijo coalho fabricado na região do agreste pernambucano apresente contaminação microbiológica inicial elevada.

## 6 CONCLUSÃO

O amido da araruta mostrou-se como uma fonte adequada para a elaboração de revestimento comestível.

A aplicação de revestimentos comestíveis de amido de araruta aditivados com extrato de própolis mostra-se como uma alternativa eficaz no auxílio do aumento da vida de prateleira do queijo coalho, uma vez que apresentaram-se favoráveis quanto aos aspectos físico-químicos e principalmente aos microbiológicos.

Em relação aos aspectos físico-químicos do queijo coalho, revestido ao longo da vida de prateleira, de uma maneira geral todos os resultados apresentaram-se muito próximos, indicando que o aumento da concentração de extrato de própolis provocou alterações sutis, quando comparado com a amostra controle. Além de serem condizentes com a maioria os resultados encontrados na literatura.

Os resultados microbiológicos mostraram-se ainda mais satisfatórios, uma vez que o tratamento com a maior concentração de extrato de própolis (T20%) apresentou um efeito inibitório no desenvolvimento de mesófilos aeróbicos, tendo em vista que ao final de 28 dias, apresentou a menor contagem para este tipo de microrganismo. Para os resultados das contagens de psicrotóxicos, ao longo da vida de prateleira do queijo coalho, os tratamentos aos quais tiveram adição de extrato de própolis apresentaram melhores resultados comparados com a amostra controle, uma vez que esta apresentou-se como incontável logo no décimo dia, enquanto os tratamentos referentes aos revestidos com extrato de própolis só apresentaram-se como incontáveis a partir do vigésimo dia.

De forma geral, o revestimento comestível de araruta aditivado com extrato de própolis se mostrou de grande benefício para o aumento da vida de prateleira do queijo coalho, sendo uma boa opção para a conservação deste.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUBAKAR, M.B.; ABDULLAH, W.Z.; SULAIMAN, S.A.; ANG, B.S. **Polyphenols as key players for the antileukaemic effects of propolis**. Evidence Based Complementary and Alternative Medicine, v. 1, p. 1-11, 2014.
- ALVARENGA, N. B. **Estudos em textura de Queijo Serpa**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2000.
- ANDRADE, A.A. de. **Estudo do perfil sensorial, físico-químico e aceitação de queijo de coalho produzido no estado do Ceará**. 104p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- ARAÚJO, J.B.C.; PIMENTEL, J.C.M.; PAIVA, F.F.A.; MARINHO, F.A.; PESSOA, P.F.A.P.; VASCONCELO, H.E.M. **Pesquisa participativa e o novo modelo de produção de queijo coalho artesanal da Comunidade de Tiasol, em Tauá, CE**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 29, n. 1, p. 213-241, jan./abr. 2012.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. 151 p. São Paulo: Varela, 1995.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada nº 263, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução nº 03, de 19 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. **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, DF, 16 jul. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº. 146, de 7 de março de 1996. **Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, p.3977, 11 de março 1996.
- BRUNO, L.M.; CARVALHO, J.D.G. **Microbiota láctica de queijos artesanais**. Documentos, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 30p.
- CAVALCANTE, J. F. M.; ANDRADE, N. J.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F.; PINTO, C. L. O.; ELARD, E. **Processamento do queijo coalho regional empregando leite pasteurizado e cultura láctica endógena**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, 27(1): 205-214, jan.-mar. 2007.

CEREDA, M.P.; FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, J.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; VILPOUX, D.F.; SARMENTO, S.B.S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas, Fundação Cargill, 2001.

CERQUEIRA, M.A.; SOUSA-GALLAGHER, M.J.; MACEDO, I.; RODRIGUEZ-AGUILERA, R.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A. **Use of galactomannan edible coating application and storage temperature for prolonging shelf-life of “Regional” cheese**. *Journal of Food Engineering*, v. 97, n. 1, 87–94, 2010.

CHEN, C.N.; WU, C.L.; SHY, H.S.; LIN, J.K. **Cytotoxic Prenylflavanones from Taiwanese Propolis**. *Journal of Natural Products*, v. 66, n. 4, p. 503-506, 2003.

COPELAND, L.; BLAZEK, J.; SALMAN, H.; TANG, M. C. **Form and functionality of starch**. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 23, p. 1527-1534. 2009.

COSTA, M.J.; MACIEL, J.C.; TEIXEIRA, J.A.; VICENTE, A.A.; CERQUEIRA, M.A. **Use of edible films and coatings in cheese preservations: opportunities and challenges**. *Food Research International*, 2018.

COSTA, S.S. **Filmes de fécula de mandioca e glicerol, reforçados com nanocelulose e ativados com própolis vermelha**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

DANTAS, D.S. **Qualidade microbiológica do queijo de coalho comercializado no município de Patos, PB**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural. 79 p. 2012.

DI PIERRO, P.; SORRENTINO, A.; MARINIELLO, L.; GIOSAFATTO, C.V.L.; PORTA, R. **Chitosan/whey protein film as active coating to extend Ricotta cheese shelf-life**. *Food Science and Technology*, v. 44, p. 2324-2327, 2011.

FADINI; A.L.; ROCHA; F.S.; ALVIM; I.D.; SADAHIRA; M.S.; QUEIROZ; M.B.; ALVES; R.M.V.; & SILVA; L.B. **Mechanical properties and water vapour permeability of hydrolysed collagen cocoa butter edible films plasticised with sucrose**. *Food Hydrocolloids*, v. 30, n. 2, p. 625–631, 2013

FERREIRA; H.; LIMA; H.; COELHO; THIAGO. **Microrganismos indicadores em alimentos de origem animal**. 2014. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www2.ufersa.edu.br/portal/viaw/uploads/setores/126/Resumo%2520MO%2520indicadores.%2520Heider,%2520Hiagos,%2520Thiago.pdf>>. Acesso em: 13 de janeiro de 2019.

FIGUEIREDO, F.J.B.; DIAS-SOUZA, M.V.; NASCIMENTO, E.A.; LIMA, L.R.P. **Physicochemical characterization and flavonoid contents of artisanal brazilian green Propolis**. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, v. 7, i. 3, p. 64-68, 2015.

FOODS INGREDIENTES BRASIL. **A evolução das enzimas coagulantes**. Dossiê enzimas, n. 16, 2011. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/164.pdf>>. Acessado em: 13 de janeiro de 2019.

FOX, P.F.; GUINEE, T.P.; COGAN, T.M.; & MCSWEENEY, P.L.H. **Pathogens and food poisoning bacteria in cheese**. *Fundamentals of Cheese Science*, 2000. p.503.

FRANCIS, F. J. **Quality as influenced by color**. *Food Quality and Preference*, v. 6, n. 3, p. 149–155, 1995.

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

FREITAS FILHO, J.R.; SOUZA FILHO, J.S.; ARCANJO, H.G.S.; OLIVEIRA, H.B.; LINO, F.R.L.; BEZERRA, J.I.L.; SILVA, J.J.P. **Avaliação dos parâmetros físico químicos do queijo coalho artesanal produzido em Calçado – PE**. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*. v. 06, n. 01: p. 722-729, 2012.

FRUTUOSO, A.E. **Revestimento comestível elaborado com galactomanana de *Caesalpinia pulcherrima* e óleo essencial de *Cymbopogon citratus* aplicado em queijo coalho**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Campus Limoeiro do Norte, 2014.

GARCÍA-PÉREZ, F.J.; LARIO, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS, E.; PÉREZALVAREZ, J.A.; SENDRA, E. **Effect of orange fiber addition on yogurt color during fermentation and cold storage**. *Industrial Applications*, 30, 457-463, 2005.

GHANBARZADEH, B.; ALMASI, H.; ENTEZAMI, A.A. **Physical properties of edible modified starch/carboxymethyl cellulose films**. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 11, n. 4, p. 697-702. 2010

GOMES, R.A., MEDEIROS, K. L., SILVA, F.A.P. **Caracterização físico-química dos Queijos de Coalho artesanal e industrial comercializados na cidade de Currais Novos/RN**. VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. *Ciências Agrárias, Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 50, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo/SP, 4. Ed. Coordenadores: Odair Zenebron, Neus Sadocco Pascuet, 2004.

LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; SARMENTO, S. B. S. **Processamento de araruta (*Maranta arundinacea*) para extração e caracterização da fração amilácea**. *Brazilian Journal of Food Technology, Campinas*, v. 5, n. 93, p. 151-155, 2002.

LEWIS, M.J. **Propriedades físicas de los alimentos y de los sistemas de processado**. Zaragoza: Acribia, 1993.

LIU, Z.; HAN, J. H. **Film-forming characteristics os starch**. *Journal of Food Science, Chicago*, v.70, n.1, p. 31-36, 2005.

LONGHINI, R.; RAKSA, S.M.; OLIVEIRA, A.C.P.; SVIDZINSKI, T.I.E.; FRANCO, S.L. **Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica.** Revista Brasileira de Farmacognosia, Brasília, v. 17, n. 3, p. 388-395, 2007.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITKZY, N. E. **Mechanical and thermal properties of yam starch films.** Food Hydrocolloids, Oxford, v. 19, n. 1, p. 157-164, 2005.

MAMEDE, M. E.O.; VIANA, A.; SOUZA, A. L. C.; FARIAS S.A.O.; ARAUJO, P.A. **Estudo das características sensoriais e da composição química de queijo de coalho industrializado.** Rev Inst Adolfo Lutz, v.69 n.3, p.364-370, 2010.

MARCUCCI M. **Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity.** Apidologie, v. 26 p.83–99, 1995.

MARTINS, A.L. **Como montar uma fábrica de queijo artesanal (coalho e manteiga).** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Empreendedorismo: ideias de negócios, 2014.

MARTINS, J.T; CERQUEIRA, M.A; SOUZA, B.W.S; AVIDES, M.C; VINCENTE, A.A. J. **Shelf Life Extension of Ricotta Cheese Using Coatings of Galactomannans from Nonconventional Sources Incorporating Nisin against Listeria monocytogenes.** Agric. Food Chem, v.58, p.1884–1891, 2010.

MARTINS, J.T.; CERQUEIRA, M.A.; VICENTE, A.A. **Influence of  $\alpha$ -tocopherol on physicochemical properties of chitosan-based films.** Food Hydrocolloids, v. 27, n. 1, p. 220–227, 2012.

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

MELO, A.A.M. **Efeito de filme ativo incorporado com óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) na conservação de carne de frango resfriada.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2010.

MENEZES, S.S.M. **Queijo de coalho: tradição cultural e estratégia de reprodução social na Região Nordeste.** Revista de Geografia, v. 28, n. 1, 40-56, 2011.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. **Cultura da araruta.** In: CEREDA, M. P. (Coord) Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill. p. 440-447, 2002.

MORAES, A.R.F.; GOUVEIA, L.E.R.; SOARES, N.F.F.; SANTOS, M.M.S.; GONÇALVES, M.P.J.C. **Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano na conservação de manteiga.** Ciênc. Tecnol. Aliment. v. 21, p.33-36, 2007.

MORAES, A.R.F.; VIDIGAL, M.C.T.R.; SOARES, N.F.F.; MORAES, L.P.; MELO, N.R.; GONÇALVES, M.P.J. **Desenvolvimento e avaliação de filme antimicrobiano aromatizado para aplicação em massa de pastel.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 537-543, mar.

2011.

NASSU, R.T.; ARAÚJO, R.S.; GUEDES, C.G.M.; ROCHA, R.G.A. **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, dezembro, 2003.

NASSU, R.T.; MACEDO, B.A.; LIMA, M.H.P. **Queijo de coalho**. Brasília/DF: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA. Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, 2006.

NERO, L. A.; MATTOS, M.R.; BELOTI, V.; BARROS, M.A.F.; FRANCO, B.D.G.M. **Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 27, n. 2, p. 391-393, abr./jun. 2007.

NOGUEIRA FILHO, A.; EVANGELISTA, F. R.; PIMENTEL, J. C. M.; CARVALHO, J. M. M. de; RODRIGUES, M. T. **Sistema agroindustrial do leite no Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil; Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 159 p.

OLIVEIRA, D.T.; MOREIRA, A.; URNAU, L.; NOSKOSKI, L.; CERESER, N. D. **Psicrotróficos na indústria de laticínios. XV Amostra de Iniciação Científica**. UNICRUZ, RS. 2012

OLIVATO, J.B.; MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E. **Efeito de embalagem biodegradável de amido no armazenamento de queijo processado**. Seminário Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 1, p. 81-88, jan.-mar. 2006.

OLIVEIRA, P.G. **Bioatividade de quitosana como cobertura comestível em queijo de coalho na inibição de *Listeria monocytogenes***. Dissertação (Pós-Graduação em Saúde Humana e Meio Ambiente), Universidade Federal de Pernambuco. 106p. 2015.

PAGANI, A. A.C., SANTANA, M. M., ALEXANDRE, A.P.S., SILVA, E.A., SILVA, G, F. **Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo de coalho**. Revista GEINTEC– ISSN: 2237-0722. Vol. 3/n. 1/p.41-47. São Cristóvão/SE, 2012.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; CHÁFER, M.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ MARTÍNEZ, C. **Physical and antifungal properties of hydroxypropylmethylcellulose based films containing propolis as affected by moisture content**. Carbohydrate Polymers, Barking,v.82, n.4, p.1174-1183, 2010.

PEREZ, R.M. **Perfil sensorial, físico-químico e funcional de queijo de coalho comercializado no município de Campinas**. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

QUEIROZ, A. A. M. de. **Caracterização molecular de bactérias ácido lácticas com potencial tecnológico para produção de queijo de coalho no Ceará**. Dissertação (Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 53 p. 2008.

RAMOS, Ó.L.; PEREIRA; J.O.; SILVA; S.I.; FERNANDES; J.C.; FRANCO; M.I.; LOPES-

DA-SILVA; J.A.; PINTADO, M.E.; MALCATA, F.X. **Evaluation of antimicrobial edible coatings from a whey protein isolate base to improve the shelf life of cheese.** Journal of Dairy Science, v. 95, n. 11, 2012.

ROBERTSON, G.L. **Edible, biobased and biodegradable food packaging materials.** In G. L. Robertson (Ed.), Food Packaging - Principles and Practice (pp. 49–90). Boca Raton: CRC press, 2013.

ROCHA, R.S; CRUZ, A. G. **Água: conceitos e importância tecnológica em queijos.** Milk Point. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria/agua-conceitos-e-importancia-tecnologica-em-queijos-208156/>>. Acesso em 19 de janeiro de 2019

SEBRAE. **Queijos Nacionais: Leite e Derivados.** Estudo de Mercado Sebrae\ESPM, p.34 2008a.

SEBRAE/AL. **APL – laticínios sertão** (T3-ano 2007). Maceió: Instituto Compasso. 2008b.

SENHORINHO, L.M. **Efeito da adição de caseína em filmes à base de amido de Araruta (Maranta arundinacea L.) plastificados com glicerol ou sorbitol.** Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga/BA, 2015.

SILVA, A.E.A.; SANTOS, N.N.; SEABRA, L.M.J.; DAMASCENO, K.S.F.S.C. **Quantificação de lipídios, cinzas e umidade de queijos tipo manteiga e Coalho comercializados na cidade de Natal, RN.** Higiene Alimentar, v.20, n.145, p.101-104, 2006.

SILVA, M. C. **Avaliação da qualidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema Sim Plate.** São Paulo. Dissertação (Mestrado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2012

SILVA, M. F.; FRANÇA, R, L.; PEREIRA, G. N, AZEVEDO, A.K. L. **Desenvolvimento e caracterização de geleia diet de uva (*Vitis vinífera*) adoçada com estévi.** v.7, n 2- Revista Brasileira de agrotecnologia, 2017

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água.** 5ª ed. – São Paulo: Blucher, 2017.

SINGH, S. **Impact of color on marketing.** Management Decision, v. 44, n. 6, p. 783- 789, 2006.

SOARES. A. K. C.; BRASIL. L. M.; NUNES, E. D.; MACIEL, S. M. S.; SÁ, L. M. B. **Mapeamento dos queijos produzidos no estado da Paraíba.** V Congresso Latino Americano e XI Congresso Brasileiro de Higienista de Alimentos, 2011.

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

SOUZA, R.C.R.; ANDRADE, C.T. **Investigação dos Processos de Gelatinização e**

**Extrusão de Amido de Milho.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 10, n.1, p. 24-30. 2000.

SOTHORNVIT, R.; KROCHTA, J. M. **Plasticizer effect on mechanical properties of b-lactoglobulin films.** Journal of Food Engineering, Essex, v.50, p.149-155, 2001.

THOMAS, D.J.; ATWELL, W. **Starches: Pratical Guides for the Food Industry.** Minessota: Eagan Press, 1999. p. 94.

VICENTINI, N. M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis a base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita.** Tese de doutorado em agronomia. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, São Paulo, 2003.

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. **Composition and functional properties of rice.** International Journal of Food Science and Technology, v. 37, p. 849-868, 2002.

ZULLO, R.; IANNACE, S. **The effects of different starch sources and plasticizers on film blowing of thermoplastic starch: Correlation among process, elongational properties and macromoleculare structure.** Carbohydrate Polymers, v. 77, n. 2. 376-383 p. 2009.