

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO LEITE E DERIVADOS

**Bruno Moreira de Souza**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGEM ATIVA NA MATURAÇÃO DO  
QUEIJO MINAS ARTESANAL DA MICRORREGIÃO CAMPO DAS VERTENTES**

Juiz de Fora

2022

**Bruno Moreira de Souza**

**EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE EMBALAGEM ATIVA NA MATURAÇÃO DO  
QUEIJO MINAS ARTESANAL DA MICRORREGIÃO CAMPO DAS VERTENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Área de concentração: Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados

Orientador: Prof. Dr. Junio Cesar Jacinto de Paula

Coorientadora: Dra. Gisela de Magalhães Machado Moreira

Coorientador: Dr. Daniel Arantes Pereira

Juiz de Fora

2022

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

Souza, Bruno Moreira de.

Efeito da utilização de embalagem ativa na maturação do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes / Bruno Moreira de Souza. -- 2022.

69 f. : il.

Orientador: Junio César Jacinto de Paula

Coorientadores: Gisela de Magalhães Machado Moreira, Daniel Arantes Pereira

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados, 2022.

1. Embalagem ativa. 2. Queijo Minas artesanal. I. Paula, Junio César Jacinto de, orient. II. Moreira, Gisela de Magalhães Machado, coorient. III. Pereira, Daniel Arantes, coorient. IV. Título.

**Bruno Moreira de Souza**

**Efeito da utilização de embalagem ativa na maturação do queijo Minas artesanal da  
Microrregião Campo das Vertentes**

Dissertação  
apresentada ao  
Programa de Pós-  
graduação em  
Ciência e Tecnologia  
do Leite e Derivados  
da Universidade  
Federal de Juiz de  
Fora como requisito  
parcial à obtenção do  
título de Mestre  
em Ciência e  
Tecnologia do Leite e  
Derivados. Área de  
concentração: Ciência  
e Tecnologia do Leite  
e Derivados.

Aprovada em 29 de agosto de 2022.

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Junio César Jacinto de Paula** - Orientador

EPAMIG/ILCT

**Profa. Dra. Gisela de Magalhães Machado Moreira** - Coorientadora

EPAMIG/ILCT

**Prof. Dr. Daniel Arantes Pereira** - Coorientador

EPAMIG/ILCT

**Profa. Dra. Renata Golin Bueno Costa**

**Prof. Dr. Fernando Antônio Resplande Magalhães**

EPAMIG/ILCT

Juiz de Fora, 11/08/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Renata Golin Bueno Costa, Usuário Externo**, em 30/08/2022, às 12:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Junio Cesar J. de Paula, Usuário Externo**, em 31/08/2022, às 10:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **GISELA DE MAGALHAES MACHADO MOREIRA, Usuário Externo**, em 31/08/2022, às 11:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Arantes Pereira, Usuário Externo**, em 06/10/2022, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Antônio Resplande Magalhães, Usuário Externo**, em 17/11/2022, às 18:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf ([www2.ufjf.br/SEI](http://www2.ufjf.br/SEI)) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **0904463** e o código CRC **F27F61D7**.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e pelo sopro da vida diário que tem dado a mim e toda minha família, agradeço demais a Deus por não ter levado ninguém da minha família para junto dele por causa desse vírus que assombrou o mundo. Agradeço a Deus pela saúde mental e pelos aprendizados proporcionados a mim neste tempo de mestrado, e agradeço pelos percalços e obstáculos vividos neste período, pois serviram para meu crescimento.

Agradeço a Deus por ter me dado uma esposa maravilhosa que sempre me apoiou e sempre quis o melhor para mim. Cada conselho, cada hora da madrugada conversando sobre esse projeto, sobre a execução dele, cada noite de sono perdida pensando no encerramento deste, só foi possível com o apoio incalculável dela. Por isso, sou muito grato a você, Gisela, muito obrigado.

Não há palavras para mensurar minha felicidade e gratidão por essa esposa, que da construção dessa família nasceram nossos mais valiosos tesouros, Manuela e Mariana. Essas princesas que alegram a casa e trazem felicidade e humor nos momentos de dificuldade vividos por conta desse trabalho. Que vocês, minhas filhas, quando estiverem mais velhas e forem ler este trabalho, saibam que o estudo é a base de tudo, saibam que haverá tempos de dificuldades, que haverá momentos de tristeza, pensamentos de desistência, mas nunca percam o foco, o objetivo e jamais desistam daquilo que se propuseram a fazer, porque Deus e a família de vocês irão sempre apoiá-las. Gisela, Manuela e Mariana, eu amo vocês.

Agradeço à minha mãe (Heloísa) que sempre fez de tudo para me apoiar e sempre me deu uma palavra de carinho e apoio. Ao meu irmão Allan, que sempre ajudou quando precisei e sempre esteve do meu lado. À minha irmã Virgínia, que nos deu muita felicidade e tranquilidade para executar esse projeto, pois nos mostrou ser um exemplo de superação ao vencer uma grande batalha pessoal. Ao meu irmão Glauco, agradeço por existir. Por fim, quero homenagear meu pai (Reinaldo), *in memoriam*, que não teve a oportunidade de ver essa minha vitória.

Agradeço ao meu orientador Junio, que viu em mim um potencial para executar esse projeto. Agradeço a ele por estar presente na minha vida não só como orientador, mas como amigo pessoal, meu muito obrigado.

Agradeço a nossa querida Regina Mancini que viu condições no meu perfil profissional de dar aulas no Instituto de Laticínios Cândido Tostes para os alunos do

curso técnico. A você, Regina, meu muito obrigado, pois essa experiência me ajudou muito a crescer enquanto pessoa e nunca vou esquecer disso.

Agradeço à amiga Elisângela, que mesmo em período de pandemia, veio nos ajudar com as análises de microbiologia no Laboratório de Pesquisa do ILCT.

Agradeço a todos os colegas e parceiros que ajudaram este projeto sair do papel e virar realidade. À DSM, pelo fornecimento das embalagens, agradeço.

Agradeço também aos produtores da região do Campo das Vertentes que aceitaram participar deste trabalho e acreditaram na ciência.

Agradeço a todos os membros da banca e coorientadores que contribuíram com sugestões significativas.

Agradeço à EPAMIG ILCT, por permitir a execução do projeto dentro de suas instalações.

Agradeço à FAPEMIG e à UFJF pela bolsa concedida.

## RESUMO

Queijos Minas artesanais são produtos importantes para a economia das regiões em que são produzidos, além de fazer parte da tradição e cultura da população dessas localidades. A microrregião do Campo das Vertentes é uma das regiões cadastradas pelo IMA para produção de queijos Minas artesanais e compreende 15 municípios. Estudos de maturação contribuem para o controle de qualidade e a segurança desse alimento, permitindo a obtenção de produtos que vão atender as expectativas dos consumidores, além de melhorar a renda do produtor. O uso de embalagens ativas se apresenta como importante estratégia neste sentido. Assim, foi avaliado o uso da embalagem DSM Pack-Age® com permeabilidade seletiva em queijos Minas artesanais da microrregião do Campo das Vertentes, para testar sua viabilidade e benefícios para o produto e produtores, com o objetivo de melhorar o valor agregado dos queijos mantendo sua qualidade. Foram analisados queijos embalados e não embalados (controle), com 3 repetições (queijarias cadastradas), aos 5, 19, 33 e 47 dias de maturação. Foram realizados registros fotográficos e pesagem dos queijos ao longo da maturação, e também análises físico-químicas (pH, atividade de água, proteína, gordura, umidade, cloretos, resíduo mineral fixo, índices de proteólise, cor instrumental), microbiológicas (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, aeróbios mesófilos, enterobactérias, coliformes totais e termotolerantes, fungos filamentosos e leveduras, e *Staphylococcus aureus*) e perfil de textura. Foi observado que, com o uso da embalagem, o aspecto global dos queijos melhorou de uma forma geral. A embalagem foi efetiva em diminuir a perda de peso dos queijos artesanais durante todos os tempos analisados da maturação. A umidade dos queijos analisados aos 5 dias de fabricação os classificou como de média umidade e a gordura no extrato seco como queijos gordos. Não houve efeito do uso da embalagem no pH, atividade de água, índices de proteólise, adesividade, elasticidade, parâmetro de cor  $a^*$ , contagem de aeróbios mesófilos, enterobactérias, coliformes totais e termotolerantes dos queijos analisados ( $P > 0,05$ ); apenas o tempo de maturação foi responsável por diferenças nestas variáveis ( $P \leq 0,05$ ). Dureza, coesividade, mastigabilidade, gordura no extrato seco, parâmetros de cor  $L^*$  e  $b^*$  e contagem de *Staphylococcus aureus* não variaram nem em relação ao tempo, nem devido ao uso da embalagem nos queijos ( $P > 0,05$ ). A umidade dos queijos diminuiu ao longo do tempo como o esperado, mas os queijos embalados tiveram



significativamente maior umidade que os queijos sem embalagem ( $P \leq 0,05$ ). Com uma maior umidade nos queijos embalados, ocorreu uma diminuição de gordura e proteína em relação ao queijo controle ( $P \leq 0,05$ ). A contagem de fungos filamentosos e leveduras aumentou com o tempo de maturação, mas aumentou menos no queijo embalado ( $P \leq 0,05$ ). Dessa forma, uma vez que a embalagem permitiu que os principais fatores relacionados à maturação dos queijos Minas artesanais evoluíssem de forma semelhante ao tratamento controle, mas diminuindo a perda de peso e melhorando o aspecto global dos queijos, pôde-se concluir que a embalagem ativa DSM Pack-Age<sup>®</sup> foi efetiva para utilização em queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes, melhorando atributos e mantendo a qualidade e maturação dos queijos, com possibilidade de agregação de valor e renda para os produtores.

Palavras-chave: Perda de peso. Umidade. Fungos. Proteólise.

## ABSTRACT

Artisanal Minas cheeses are important products for the economy of the regions where they are produced, in addition to being part of the tradition and culture of the population of these locations. The micro-region of Campo das Vertentes is one of the regions registered by the IMA for the production of artisanal Minas cheeses and comprises 15 municipalities. Ripening studies contribute to the quality control and safety of this food, allowing the production of cheeses that will meet consumer expectations, in addition to improving the producer's income. The use of active packaging is presented as an important strategy for this goal. Thus, the use of DSM Pack-Age™ packaging with selective permeability in artisanal Minas cheeses from the Campo das Vertentes microregion was evaluated, to test its feasibility and benefits for the product and producers, with the objective of improving the added value of the cheeses while maintaining its quality. Packaged and unpackaged cheeses (control) were analyzed, with 3 replications (registered producers), at 5, 19, 33, and 47 days of ripening. Photographic records and weighing of the cheeses were carried out during ripening, as well as physicochemical analyses (protein, fat, moisture, chlorides, and ash contents, pH, water activity, proteolysis indices, instrumental color), microbiological counts (*Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, mesophilic aerobes, enterobacteria, total and thermotolerant coliforms, filamentous fungi and yeasts, and *Staphylococcus aureus*) and texture profile. It was observed that, with the use of packaging, the overall appearance of the cheeses improved. The packaging was effective in reducing the weight loss of artisanal cheeses during all analyzed times of maturation. The moisture content of the cheeses after 5 days of manufacture classified them as having medium moisture content and the fat in the dry extract as full-fat cheeses. There was no effect of the use of packaging on pH, water activity, proteolysis indices, adhesiveness, elasticity, color parameter  $a^*$ , counts of mesophilic aerobes, enterobacteria, total and thermotolerant coliforms of the analyzed cheeses ( $P > 0.05$ ); only the ripening time was responsible for differences in these variables ( $P \leq 0.05$ ). Hardness, cohesiveness, chewability, fat in the dry extract,  $L^*$  and  $b^*$  color parameters, and *Staphylococcus aureus* count did not vary either in relation to time or due to the use of the cheese packaging ( $P > 0.05$ ). Cheese moisture decreased over time as expected, but packaged cheeses had significantly higher moisture content than unpackaged cheeses ( $P \leq 0.05$ ). With a higher moisture content in the packaged

cheeses, there was a decrease in fat and protein in relation to the control cheese ( $P \leq 0.05$ ). The filamentous fungi and yeast counts increased with ripening time but increased less in packaged cheese ( $P \leq 0.05$ ). Thus, since the packaging allowed the main factors related to the ripening of artisanal Minas cheeses to evolve in a similar way to the control treatment, while reducing weight loss and improving the overall appearance of the cheeses, it could be concluded that the active packaging DSM Pack-Age™ was effective for use in artisanal Minas cheeses from Campo das Vertentes, improving attributes and maintaining the quality and maturation of the cheeses, with the possibility of adding value and income for the producers.

Keywords: Weight loss. Moisture. Mold. Proteolysis.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Mapa das microrregiões produtoras de queijos Minas artesanais atualmente cadastradas pelo IMA.....	20
<b>Figura 2</b> - Mapa da microrregião Campo das Vertentes, produtora de queijo Minas artesanal de Minas Gerais cadastrada pelo IMA.....	24
<b>Figura 3</b> - Algumas etapas da fabricação do QMA do Campo das Vertentes .....	24
<b>Figura 4</b> - Fluxograma de fabricação do QMA da microrregião do Campo das Vertentes.....	30
<b>Figura 5</b> - Gráfico de cor demonstrando as coordenadas cromáticas no sistema CIELab .....	32
<b>Figura 6</b> - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 19 dias de maturação .....	35
<b>Figura 7</b> - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 33 dias de maturação .....	35
<b>Figura 8</b> - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 47 dias de maturação .....	36
<b>Figura 9</b> - Registro fotográfico do interior de queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto), do mesmo produtor, aos 47 dias de maturação .....	36
<b>Figura 10</b> - Regressões lineares do pH e Aw dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação.....	41
<b>Figura 11</b> - Regressão linear da porcentagem de umidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação.....	43
<b>Figura 12</b> - Regressão linear da porcentagem de gordura dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação.....	45
<b>Figura 13</b> - Regressão linear da porcentagem de proteína dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação.....	47

<b>Figura 14</b> - Regressão linear dos índices de proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação .....	49
<b>Figura 15</b> - Cor resultante da média global dos parâmetros de cor encontrados para os queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes analisados com e sem embalagem.....	50

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Perda de peso (%) dos queijos Minas artesanais ao longo da maturação, com e sem embalagem, em relação ao peso dos queijos com 5 dias de fabricação para cada tratamento ao longo da maturação* .....	38
<b>Tabela 2</b> - Composição centesimal média dos queijos Minas artesanal do Campo das Vertentes aos 5 dias de fabricação .....	39
<b>Tabela 3</b> - pH dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	40
<b>Tabela 4</b> - Aw dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	41
<b>Tabela 5</b> - Teor de umidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	42
<b>Tabela 6</b> - Teor de gordura dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	44
<b>Tabela 7</b> - Teor de gordura no extrato seco (GES) dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	45
<b>Tabela 8</b> - Teor de proteína dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	46
<b>Tabela 9</b> - Índice de extensão da proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	48
<b>Tabela 10</b> - Índice de profundidade da proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	48
<b>Tabela 11</b> – Coordenada cromática a* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	51
<b>Tabela 12</b> – Coordenada cromática b* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	51
<b>Tabela 13</b> – Coordenada cromática L* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	51
<b>Tabela 14</b> - Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	53
<b>Tabela 15</b> - Contagem de enterobactérias nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	53

<b>Tabela 16</b> - Contagem de coliformes totais nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	54
<b>Tabela 17</b> - Contagem de coliformes termotolerantes nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	55
<b>Tabela 18</b> - Contagem de fungos filamentosos e leveduras nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	56
<b>Tabela 19</b> - Contagem de <i>Staphylococcus aureus</i> nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	57
<b>Tabela 20</b> - Dureza dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	58
<b>Tabela 21</b> - Coesividade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	59
<b>Tabela 22</b> - Adesividade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	59
<b>Tabela 23</b> - Elasticidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	60
<b>Tabela 24</b> - Mastigabilidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação* .....	61

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
3.1 QUEIJO MINAS ARTESANAL .....	19
3.1.1 Legislação do queijo Minas artesanal.....	21
3.2 QUEIJO MINAS ARTESANAL DO CAMPO DAS VERTENTES .....	23
3.3 DEFEITOS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL .....	25
3.3.1 Defeitos relacionados à casca.....	25
3.4 EMBALAGENS ATIVAS .....	26
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>29</b>
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	29
4.2 FABRICAÇÃO DO QMA DO CAMPO DAS VERTENTES .....	29
4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	30
4.3.1 Registro fotográfico .....	31
4.3.2 Acompanhamento do peso dos queijos.....	31
4.3.3 Análises físico-químicas .....	31
4.3.4 Cor instrumental .....	32
4.3.5 Análises microbiológicas .....	33
4.3.6 Perfil de Textura .....	33
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	34
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
5.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS QUEIJOS .....	35
5.2 EFEITO DA EMBALAGEM NO PESO DOS QUEIJOS .....	37
5.3 EFEITO DA EMBALAGEM NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS QUEIJOS.....	38
5.3.1 Composição centesimal .....	38
5.3.2 pH e atividade de água.....	39
5.3.3 Umidade .....	42
5.3.4 Gordura e gordura no extrato seco .....	44



5.3.5 Proteína e índices de proteólise .....	46
5.3.6 Cor instrumental .....	49
5.4 EFEITO DA EMBALAGEM NAS CONTAGENS MICROBIOLÓGICAS DOS QUEIJOS.....	52
5.4.1 <i>Salmonella</i> spp. e <i>Listeria monocytogenes</i> .....	52
5.4.2 Aeróbios mesófilos (contagem bacteriana total).....	52
5.4.3 Enterobactérias .....	53
5.4.4 Coliformes totais.....	54
5.4.5 Coliformes termotolerantes .....	55
5.4.6 Fungos filamentosos e leveduras .....	55
5.4.7 <i>Staphylococcus aureus</i> .....	56
5.5 EFEITO DA EMBALAGEM NO PERFIL DE TEXTURA DOS QUEIJOS.....	57
5.5.1 Dureza.....	57
5.5.2 Coesividade.....	58
5.5.3 Adesividade .....	59
5.5.4 Elasticidade .....	60
5.5.5 Mastigabilidade .....	60
<b>6. CONCLUSÃO .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura de produção de queijos em Minas Gerais, especialmente os queijos artesanais, vem sendo transmitida por séculos, passados de família para família, nas montanhas e vales onde ficam as fazendas; sendo essa tradição na maioria das vezes replicada como forma de sobrevivência.

Os queijos artesanais feitos a partir de leite cru e utilizando o “pingo” como soro fermento são maturados em condições ambiente nas propriedades rurais. Essas técnicas rudimentares são passadas com maestria de pai para filho com segredos e particularidades de cada região mineira cadastrada pelo IMA (Instituto Mineiro da Agropecuária). Cada queijo tem sua peculiaridade e suas características, que o tornam especial e marcante. As raízes e a cultura do queijo mineiro se sustentam na microbiota característica de cada região, presente no “pingo”, e no modo de fazer tradicional, que confere a cada queijo um sabor especial e preservação natural da sua história.

Recentemente, queijos artesanais mineiros têm sido premiados em concursos nacionais e internacionais e, devido a essa fama, cada vez mais têm conquistado espaço nobre entre os consumidores, atingindo uma classe com poder aquisitivo mais elevado e maior conhecimento sobre produtos de qualidade. Apesar de ser um produto artesanal e, portanto, não necessariamente uniforme como um alimento industrializado, essa visibilidade aumenta a pressão para controle de defeitos e melhoria da qualidade desses produtos, tanto por órgãos fiscalizadores quanto pelos consumidores.

A qualidade e a caracterização do queijo Minas artesanal passam pela sua maturação, que é regulada pela microbiota dos queijos e é também influente sobre a microbiota patogênica. Assim, estudos de maturação podem contribuir significativamente para o controle de qualidade e a segurança desse alimento, permitindo a obtenção de produtos que vão atender as expectativas dos consumidores, além de melhorar a renda do produtor.

A microrregião do Campo das Vertentes é uma das regiões cadastradas pelo IMA para produção de queijos Minas artesanais; essa atividade é tradicional e importante fonte de renda na região, composta por 15 municípios. Estudos que buscam alternativas de agregação de valor, porém mantendo as peculiaridades do queijo artesanal, podem beneficiar toda uma região produtora em vários municípios.

O uso de embalagens em queijos Minas artesanais pode ser uma estratégia para alcançar este objetivo.

As embalagens conferem aos alimentos maior facilidade de manuseio e transporte, além de uma maior proteção e conseqüentemente maior tempo de prateleira. Quando possuem propriedades diferenciadas como as embalagens ativas, as embalagens são capazes de interferir na qualidade dos alimentos, vantagem que pode ser interessante também para queijos artesanais.

Dessa forma, a utilização de membrana com permeabilidade seletiva de umidade e gases DSM Pack-Age® poderá auxiliar na maturação dos queijos Minas artesanais, melhorando as propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, permitindo agregar qualidade, apresentação, valor e rentabilidade ao produto. Visando buscar alternativas viáveis para agregação de valor ao produto final e, conseqüentemente, melhoria da renda das famílias de produtores de queijo Minas artesanal, este trabalho dispôs-se a avaliar a utilização desta embalagem (DSM Pack-Age®), já disponível no mercado brasileiro, no queijo Minas artesanal da região do Campo das Vertentes, e seu efeito ao longo da maturação nos aspectos de qualidade físico-química, microbiológica e de textura dos queijos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal foi avaliar o efeito da utilização da embalagem DSM Pack-Age® nos aspectos de qualidade físico-química, microbiológica e textura ao longo da maturação no queijo artesanal da região do Campo da Vertentes.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Comparar a perda de peso do queijo Minas artesanal sem embalagem e utilizando embalagem DSM Pack-Age® ao longo da maturação;
- II. Registrar o aspecto visual dos queijos Minas artesanais maturados com e sem embalagem, por meio de fotografias, ao longo da maturação;
- III. Determinar nos queijos Minas artesanais maturados com e sem embalagem as contagens de: *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*, aeróbios mesófilos, enterobactérias, coliformes totais e termotolerantes, fungos filamentosos e leveduras, e *Staphylococcus aureus*;
- IV. Realizar as determinações analíticas de composição físico-química dos queijos aos 5 dias de fabricação: porcentagens de gordura, umidade, proteína, cloretos (expressos em cloreto de sódio) e resíduo mineral fixo;
- V. Comparar o efeito da embalagem no pH, atividade de água, índices de proteólise extensão e profundidade, proteína, umidade, gordura, GES (gordura no extrato seco) dos queijos ao longo do período de maturação;
- VI. Avaliar o perfil de textura e a cor instrumental ao longo da maturação dos queijos com e sem embalagem.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 QUEIJO MINAS ARTESANAL

O queijo é um dos alimentos mais antigos registrados em toda história. A sua fabricação remonta ao ano 10.000 a.C., época da domesticação de cabras e ovelhas pelos pastores egípcios, um dos primeiros povos que utilizaram o leite e o queijo como fontes importantes de alimentação (MELO; SILVA, 2014).

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos – Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 – define queijo como sendo *o produto fresco ou maturado que se obtém por 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 bactérias específicas, de ácido orgânicos, isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes* (BRASIL, 1996).

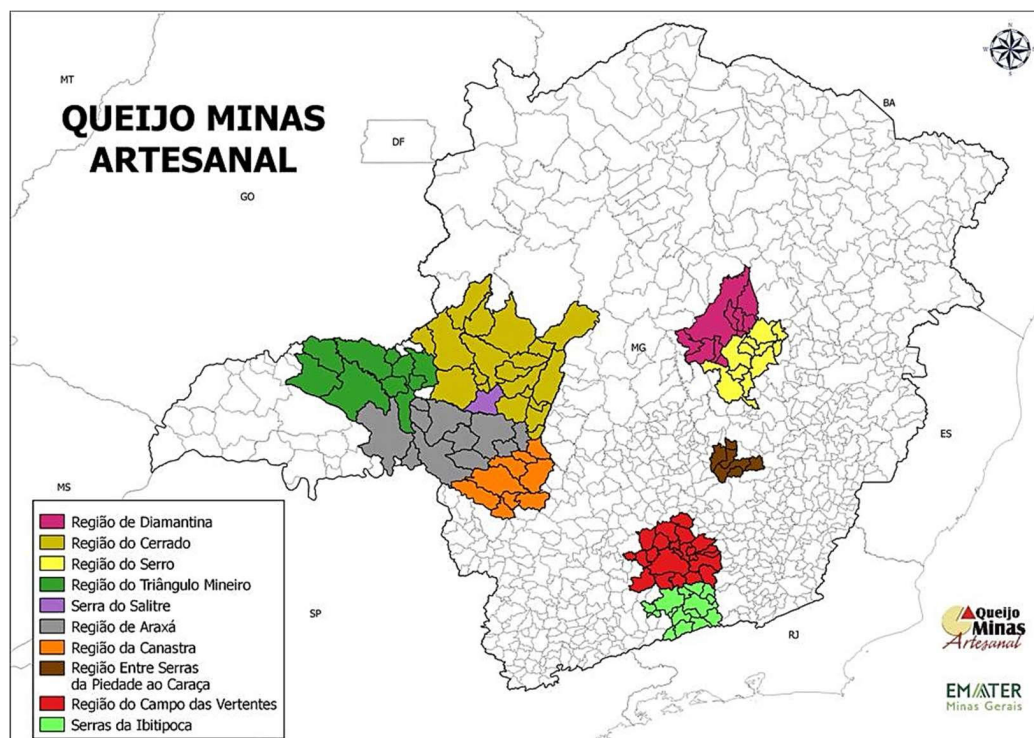
Entende-se por queijo Minas artesanal (QMA) o queijo elaborado na propriedade de origem do leite, a partir do leite cru, hígido, integral e recém ordenhado e no ato da prensagem somente o processo manual, e que produto o final apresente consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas, conforme a tradição histórica e cultural da região (MINAS GERAIS, 2002a).

O estado de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional e internacional por sua relevante e histórica produção de queijos artesanais com leite cru que sobreviveu às pressões da modernização dos processos de produção, não só pelo apego às tradições, mas também pelo isolamento das propriedades produtoras, espalhadas pelas colinas e pelos vales do estado (RESENDE, 2014). Isso contribuiu para que se preservassem produtos com características próprias e de imenso valor cultural e econômico.

Minas Gerais tem reconhecidas dez regiões caracterizadas como produtoras do QMA. São elas: Araxá, Campo das Vertentes, Cerrado, Serras da Ibitipoca, Serra do Salitre, Serra da Canastra, Serro, Triângulo Mineiro, Diamantina e por último, a região de Entre Serras da Piedade ao Caraça (ARAÚJO, 2022). A Figura 1 apresenta

o mapa das microrregiões tradicionais produtoras de queijos Minas artesanais atualmente cadastradas pelo IMA.

**Figura 1** - Mapa das microrregiões produtoras de queijos Minas artesanais atualmente cadastradas pelo IMA



Fonte: Costa *et al.*, 2022.

Um levantamento da EMATER MG indica que no estado de Minas Gerais há mais de sete mil estabelecimentos destinados à produção dos diversos tipos de queijos artesanais, em que o QMA se destaca - são 3.103 agroindústrias com produção estimada de 21,8 mil toneladas por ano, o que representa 65,2% da produção dos queijos artesanais das agroindústrias familiares (EMATER, 2022).

O saber fazer do queijo artesanal de Minas Gerais expressa bem esta relação homem-alimento-cultura e deve ser ressaltada em virtude de sua grande importância social no processo de manutenção do homem no campo (SOBRAL *et al.*, 2017a). São utilizadas técnicas tradicionais de preparo que os tornam muito singulares, mantendo em comum o fato de serem elaborados em pequenas propriedades, a partir do leite cru de vaca, variando de região para região, que chegaram a Minas Gerais há mais de duzentos anos. Diferenciam-se pelas características das pastagens, das raças do gado leiteiro, da flora bacteriana própria, das técnicas de manipulação do leite, dos

coalhos utilizados, da prensagem da massa e dos tempos de maturação (ROTOLO, 2019).

A organização dos produtores, padronização do processo de fabricação das queijarias e dos produtos, a normatização de processos, as regulamentações de embalagens, a comercialização e, finalmente, a certificação de origem e qualidade dos queijos são contemplados no Programa de Apoio aos Queijos Tradicionais de Fabricação Artesanal – Programa Queijo Minas Artesanal – realizado pela EMATER-MG. Tal programa tem o objetivo de garantir a segurança do alimento, por meio de controle sanitário do processo de produção, incentivar e fortalecer a organização os produtores, cadastrar os produtores e buscar a certificação de origem e definir a cadeia produtiva (EMATER, 2020).

Produtores de queijos artesanais buscam uma legislação específica para seu produto, visto que, como são artesanais, o modo de produção, quantidade produzida e controle de qualidade diferem dos queijos produzidos industrialmente (BRAGA, 2018). A tradição milenar na arte de se fazer queijos dos mineiros é um patrimônio do Estado de Minas Gerais, assim como a legislação estabelecendo critérios na produção, que gera melhorias nas queijarias e no produto sem prejudicar e descaracterizar o produto (MENESES, 2006). Logo, há uma motivação por parte dos produtores no sentido de melhorar suas instalações e produção com o intuito de seguir a legislação vigente. Por isso, a necessidade da elaboração de legislação específica e sua regulamentação para o segmento contribuíram para que os problemas de segurança dos alimentos associados ao queijo artesanal fossem amplamente discutidos pela sociedade (PAIVA, 2012).

### **3.1.1 Legislação do queijo Minas artesanal**

O Serviço de Inspeção Federal (SIF), vinculado ao Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), é o responsável por assegurar a qualidade de produtos de origem animal comestíveis. Seu surgimento foi na década de 1950 com a Lei nº 1.283 de 1950 e o Decreto nº 30.691 de 1952 que tiveram o objetivo de normatizar a fiscalização industrial e sanitária de produtos de origem animal. Portanto, com o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), ocorreu a criação do SIF (CAMPOS, 2019).

Produtores de queijos artesanais buscam uma legislação específica para seu produto, visto que, como são artesanais, o modo de produção, quantidade produzida

e controle de qualidade diferem dos queijos produzidos industrialmente (BRAGA, 2018). A tradição milenar na arte de se fazer queijos dos mineiros é um patrimônio do Estado de Minas Gerais, assim como a legislação estabelecendo critérios na produção, que gera melhorias nas queijarias e no produto sem prejudicar e descaracterizar o produto (MENESES, 2006). Logo, há uma motivação por parte dos produtores no sentido de melhorar suas instalações e produção com o intuito de seguir a legislação vigente.

No Brasil, a fabricação e a venda informal de queijos artesanais no mercado mineiro e, ainda que ilegal, em outros Estados despertaram o interesse na legalização do queijo Minas artesanal no final da década de 1990 (PINTO, 2008). Por isso, a necessidade da elaboração de legislação específica e sua regulamentação para o segmento contribuíram para que os problemas de segurança dos alimentos associados ao queijo artesanal fossem amplamente discutidos pela sociedade (PAIVA, 2012).

O queijo Minas artesanal foi legalizado pela Lei Estadual nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o seu processo de produção (MINAS GERAIS, 2002b). Já as Leis nº 23.157 de 18 de dezembro de 2018 (MINAS GERAIS, 2018), nº 13.860, de 18 de julho de 2019 (BRASIL, 2019b), bem como o Decreto nº 9.918 de 18 de julho de 2019 que regulamentou a Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018 (BRASIL, 2018; BRASIL, 2019a), dispõem sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais, e cria o selo Arte, uma certificação diferenciada que permite a venda desses produtos em todo território nacional.

O Decreto nº 9.918 de 18 de julho de 2019 define produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal como sendo aqueles elaborados predominantemente com matérias-primas de origem animal de produção própria ou de origem determinada, com técnicas manuais, mantendo as tradições, desde que submetidos ao Serviço de Inspeção Oficial (BRASIL, 2019a). Este ainda dispõe que o produto deve ser inócuo, através da adoção de boas práticas agropecuárias de produções artesanais, mantendo a identidade e qualidade dos produtos elaborados.

Apesar de ter legislações específicas para a comercialização no País, a constante preocupação com a qualidade é um fator imprescindível para a comercialização de tais produtos artesanais. Assim, a valorização de produtos tradicionais é uma tendência (FERREIRA; FERREIRA, 2011).



### 3.2 QUEIJO MINAS ARTESANAL DO CAMPO DAS VERTENTES

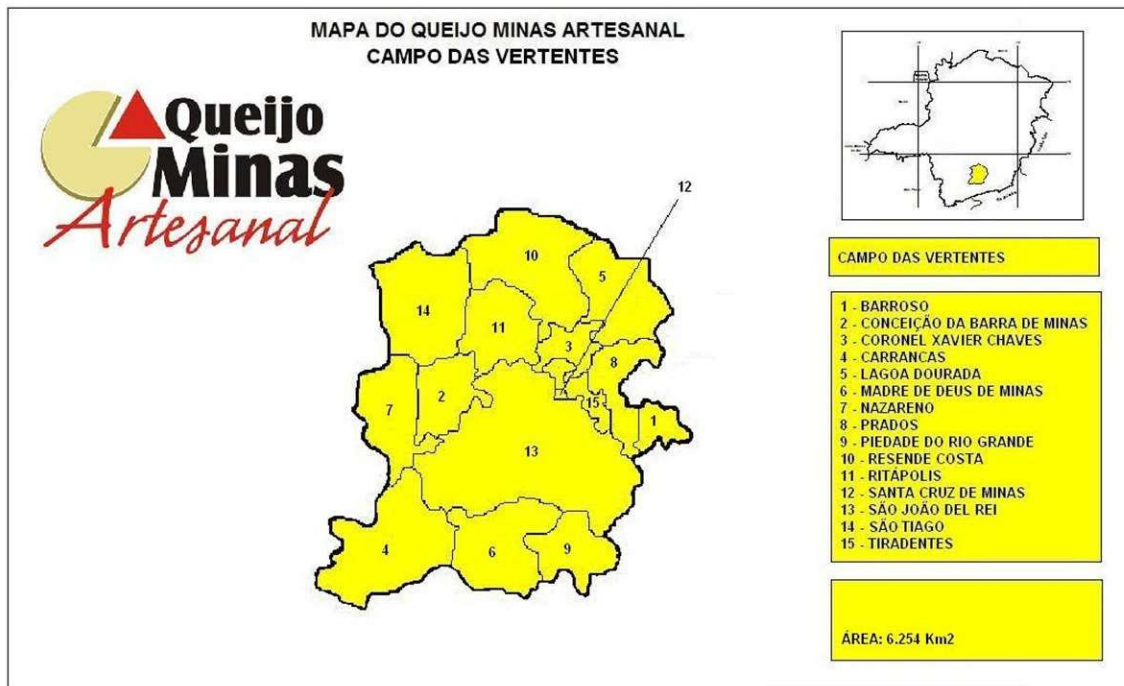
A região do Campo das Vertentes é uma das regiões mineiras produtoras de queijo Minas artesanal mais visitadas por turistas, não só pelas belezas naturais, arquitetura barroca, artesanato e culinária típica mineira, mas também pelo famoso QMA (RESENDE, 2014). A notoriedade do Campo das Vertentes como região produtora de leite e queijos data do período colonial com a exploração aurífera entre os séculos XVIII e XIX, quando já experimentava uma densa população (PEREIRA, 2019). Porém, a região do Campo das Vertentes passou a ser considerada como microrregião produtora de QMA por meio da publicação da Portaria nº 1.022 em 3 de novembro de 2009 pelo Instituto Mineiro de Agropecuária (MINAS GERAIS, 2009).

Representada por 15 municípios no sudoeste do estado de Minas Gerais (Figura 2) – Barroso, Conceição da Barra de Minas, Coronel Xavier Chaves, Carrancas, Lagoa Dourada, Madre de Deus de Minas, Nazareno, Prados, Piedade do Rio Grande, Rezende Costa, Ritópolis, Santa Cruz de Minas, São João Del Rei, São Tiago e Tiradentes – e localizada entre os paralelos 20°07 e 21°24 latitude Sul e os meridianos de 43°30 e 45°50 de longitude a Oeste de Greenwich, essa região enquadra-se na grande maioria das regiões que utilizam a adição de fermento endógeno (também conhecido como “pingo”) entre as etapas de produção (CABRINI, 2017).

Nessa região há a predominância de um verão chuvoso e um inverno seco. Caracteriza-se por um período chuvoso de seis meses, de outubro a março. A precipitação média anual varia entre 1.200 e 1.600 mm, coincidindo o período chuvoso com o período mais quente do ano. O período de menor precipitação prolonga-se por cerca de seis meses, de abril a setembro, com uma precipitação média de 123 mm, sendo junho-julho-agosto com média de 43 mm de chuva (BARUQUI *et al.*, 2006).

Segundo Resende (2014), consta no dossiê de caracterização dessa microrregião que esse tipo de queijo possui consistência semidura com tendência à macia, porém, firme. A textura apresenta-se fechada, e pode apresentar algumas olhaduras irregulares. Possui, ainda, casca fina de coloração amarelo-palha. Possui sabor pronunciado, levemente ácido, mas não picante. Seu formato é cilíndrico, com altura aproximadamente de 5 a 7 cm, diâmetro entre 15 e 20 cm e peso variando de 700 g a 1 kg.

**Figura 2** - Mapa da microrregião Campo das Vertentes, produtora de queijo Minas artesanal de Minas Gerais cadastrada pelo IMA



FONTE: adaptado de EMATER (2020).

Algumas características observadas por Moreno (2013), sobre o QMA da microrregião Campo das Vertentes foram: formato cilíndrico, variando respectivamente, seu peso, diâmetro e altura, no período seco – 795,5 g; 15,6 cm e 3,8 cm e no período chuvoso – 673,7 g; 14,5 cm e 4 cm. O queijo Minas artesanal produzido no Campo das Vertentes precisa ser maturado por pelo menos 22 dias (MINAS GERAIS, 2009). Na Figura 3 estão representadas algumas etapas da fabricação do QMA do Campo das Vertentes.

**Figura 3** - Algumas etapas da fabricação do QMA do Campo das Vertentes



Fonte: Arquivo pessoal (fabricação na EPAMIG em São João Del Rei em 2019).

### 3.3 DEFEITOS DO QUEIJO MINAS ARTESANAL

No Brasil existem vários tipos de queijos sendo produzidos de forma artesanal e industrial por pequenos e médios produtores, e mesmo grandes indústrias. Com preços populares e atrativos, acrescentam uma renda extra para algumas famílias e para outras é fonte de subsistência (DIAS *et al.*, 2016).

Durante a fabricação dos queijos artesanais é comum a preocupação com defeitos que possam aparecer no produto acabado, pois podem ser mais difíceis de serem corrigidos, quando comparados aos queijos fabricados com leite pasteurizado (SOBRAL *et al.*, 2017b). Alterações no leite e no pingo são decisivas para obter um ótimo produto e pela falta de conhecimento acerca da matéria prima utilizada alguns defeitos podem vir a ocorrer na fabricação dos queijos artesanais (EPAMIG, 2019).

Em regiões reconhecidas como produtoras de queijos artesanais não há uma padronização da quantidade de pingo utilizada (PAIVA, 2012), sendo que quanto maior o tempo de exposição do pingo a temperatura ambiente, maior será a sua acidez titulável (PINTO, 2008).

Entre os defeitos mais comuns que aparecem nos queijos artesanais estão os relacionados à temperatura, à umidade relativa do ar, à qualidade do leite, defeitos relacionados à produção de gás ocasionando estufamentos precoces e tardios, defeitos relacionados ao sabor, defeitos causados por contaminação e defeitos de casca (EPAMIG, 2019).

#### 3.3.1 Defeitos relacionados à casca

Uma casca bem formada evita diversos problemas no queijo como presença de fungos e perda de umidade, além de proteger o produto de poeira, por isso, a casca do queijo quando é bem formada torna-se uma película natural e melhora o aspecto visual do produto (EPAMIG, 2019).

A casca dos queijos artesanais, depois de maturados, precisam de cuidados para não surgirem defeitos de manchas, rachaduras e contaminações. Problemas durante a maturação do queijo podem formar uma camada grossa de microrganismos na superfície, o que pode ocasionar numa mudança de cor do queijo. O desenvolvimento da microbiota na superfície do queijo é influenciado pela presença ou ausência de oxigênio. Se as prateleiras de maturação não forem perfuradas, há a

necessidade de viragens constantes do produto para que o oxigênio não fique exposto somente de um lado do queijo (COSTA *et al.*, 2009).

Segundo Pereira (2019), queijos tratados com umidade de 95% durante o período de maturação têm maiores variações na casca (rugosidade) devido ao crescimento de fungos filamentosos. Na maturação também pode ser observado um aumento de cor amarelada da casca, que diminui devido ao crescimento de fungos (BRUMANO, 2016).

O tipo e quantidade de salga são fatores determinantes para a formação de casca no queijo, uma vez que, a salga auxilia na formação de casca pela desidratação superficial e ajuda a controlar o crescimento microbiano criando uma seleção da microbiota do queijo (PAULA *et al.*, 2009).

### 3.4 EMBALAGENS ATIVAS

Assegurar uma maior vida de prateleira aos alimentos embalados pode ser considerada a principal função das embalagens clássicas. Conseguir um obstáculo contra o meio externo ajuda a manter o produto intacto. Porém, nos últimos anos, novidades tecnológicas para embalagens alimentares têm aparecido, assim como novas funções (SOUZA, 2018).

A embalagem pode garantir a qualidade do produto no transporte até seu destino. Inúmeros materiais podem ser utilizados na fabricação de uma embalagem, como metal, polímeros, papel e talvez uma união destes na sua produção. A opção de material da embalagem varia de acordo com sua aplicação e o produto acondicionado (FERREIRA, 2012). A escolha da embalagem adequada para o produto tendo em vista os objetivos que se deseja atingir é importante, pois características bioquímicas e sensoriais de queijos sofrem interferência das embalagens utilizadas (DUVAL *et al.*, 2016).

Para Walstra *et al.* (2006), a embalagem é uma etapa fundamental no processo de fabricação dos alimentos e cita quatro funções importantes: contenção (separação do alimento de dentro da embalagem do ambiente externo, protegendo-o no transporte, manuseio e armazenamento); proteção do alimento contra influência externa (prevenção contra contaminação por compostos químicos e microrganismos); conveniência para o consumidor (facilidades de manuseio, abrir e fechar, diminuição de espaço, etc.) e fornecimento de informações (detalhamentos da composição do

produto, valores nutritivos, manuseio da embalagem e produto, ações de marketing na embalagem e possíveis benefícios para o cliente consumidor).

Embalagens ativas, por sua vez, vão além também chamadas de interativas, possuem o objetivo de responder às mudanças do ambiente interno ou externo, modificando suas próprias características para melhorar o ambiente interno da embalagem (BRODY *et al.*, 2001). A embalagem ativa é um conceito introduzido no mercado como uma resposta às contínuas mudanças nas demandas dos consumidores e tendências de mercado (PRASAD; KOCCHAR, 2014; VERMEIREN *et al.*, 1999).

Embalagens ativas podem ter inúmeras funções se comparadas às embalagens passivas, que estão restritas apenas a resguardar os alimentos de contato com o meio externo. As embalagens ativas modificam as condições de estocagem dos alimentos, aumentando sua vida de prateleira, segurança, qualidade e beneficiando suas características sensoriais. (SOARES *et al.*, 2009). Seu uso pode resultar inclusive na redução de adição direta de ingredientes químicos artificiais ou evitar mudanças na formulação dos alimentos (SARDARODIYAN; MAHDIAN; 2016).

O desenvolvimento de conceitos tecnológicos novos é o grande desafio das indústrias de embalagens de alimentos. Melhorar essas medidas que permitam trazer soluções é a força necessária para o setor (WYRWA; BARSKA, 2017). As embalagens ativas e inteligentes constituem um grande avanço para a indústria de embalagens, pois atuam de forma mais completa que as convencionais, proporcionando maior segurança e confiabilidade ao consumidor, podendo, inclusive, evitar contaminações e intoxicações alimentares (REBELLO, 2009). No Brasil, estudos com embalagens ativas em alimentos ainda são escassos comparados a outros países, embora muitas equipes tenham se interessado pelo tema devido a sua importância e aplicabilidade (BRAGA; SILVA, 2017).

Diversas modificações podem ser aplicadas às embalagens para que elas se tornem ativas, promovendo alguma melhoria ao produto embalado. Embalagens ativas podem ser enquadradas em três categorias: eliminação, liberação e “outros” (SINGH *et al.*, 2011). Alguns sistemas de embalagem ativa mais usados incluem absorvedores de oxigênio (sendo o ferro, o ácido ascórbico e o zinco muito utilizados), de etileno, de umidade, absorvedores ou promotores de odor e aroma, tecnologias antimicrobianas e antioxidantes (naturais ou sintéticos), indicadores de tempo e

temperatura, detectores de gases, indicadores de frescor ou de maturação (PRASAD; KOCCHAR, 2014; YILDIRIM *et al.*, 2018).

Nos últimos anos os mais variados tipos de embalagens ativas foram testados em queijos, sendo a maioria com objetivo de prevenir crescimento fúngico ou microbiano em sua superfície. Óleos essenciais como antimicrobianos naturais em filme de acetato de celulose (DANNENBERG *et al.*, 2017); nanofibra contendo nanopartículas de nisina, que possui efeito anti *Listeria* (CUI *et al.*, 2017); filme antimicrobiano com farinha de sêmola, nano óxido de zinco e nano caulim (JAFARZADEH *et al.*, 2019); filmes de polietileno tereftalato (PET) reaproveitado contendo quitosana e nano partículas de prata imobilizadas (SINGH *et al.*, 2018) são alguns exemplos.

Em QMA da região da Canastra foi testado o uso de resina em grau alimentar à base de copolímero de vinil acetato e maleato de dibutil, tendo sido observada melhoria no aspecto de apresentação e qualidade durante todo o ano, sem comprometer as características tradicionais do queijo, no que se refere à segurança alimentar e às características próprias de identidade e qualidade, além de reduzir as perdas por raspagem devido ao crescimento de mofos (PAIVA, 2012).

A DSM Pack-Age<sup>®</sup> é uma embalagem de alta tecnologia, que consiste em uma membrana multicamada coextrusada com poliamida, produzida pela empresa DSM. Possui permeabilidade seletiva: alta permeabilidade a vapor de água e barreira de média intensidade à oxigênio. O uso da embalagem DSM Pack-Age<sup>®</sup> na maturação de queijos permite desenvolvimento de aroma e textura, porém com maior rendimento, devido a menor perda de água no processo. Quando combinada com o Delvo<sup>®</sup>Cid (um inibidor natural de fungos e leveduras a base de natamicina), a permeabilidade seletiva dos gases da membrana oferece a melhor proteção possível contra o crescimento de fungos e leveduras. A embalagem DSM Pack-Age<sup>®</sup> pode reduzir o desperdício de corte de queijos de 3 a 7% e aumentar a eficiência na produção de queijos em até 4%. (DSM, 2019; ZUILEN, 2019).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

Os queijos foram adquiridos em queijarias certificadas pelo IMA nas cidades de Tiradentes, Prados e São João Del Rei, na microrregião do Campo das Vertentes, MG. Todas as determinações analíticas foram realizadas nos Laboratórios de Pesquisa da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), no Instituto de Laticínios Cândido Tostes (ILCT), com exceção das contagens de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*, que foram realizadas por laboratório externo acreditado pelo INMETRO na ISO 17025 e credenciado pelo Ministério da Agricultura.

### 4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas parcelas subdivididas no tempo, com dois tratamentos: queijos Minas artesanais com embalagem (QCE) e sem embalagem (QSE). Foram pesquisados quatro tempos de maturação em temperatura ambiente (5, 19, 33 e 47 dias após a fabricação) e três repetições (queijarias na região estudada). Todas as análises foram feitas em duplicata, com exceção do perfil de textura, em que foram realizadas sextuplicatas. Queijos artesanais foram coletados, com o mesmo dia de fabricação, em três queijarias na microrregião do Campo das Vertentes, MG, caracterizando as três repetições. Metade dos queijos foram embalados a vácuo com a embalagem DSM Pack-Age<sup>®</sup>, enquanto a outra metade permaneceu sem embalagem (controle).

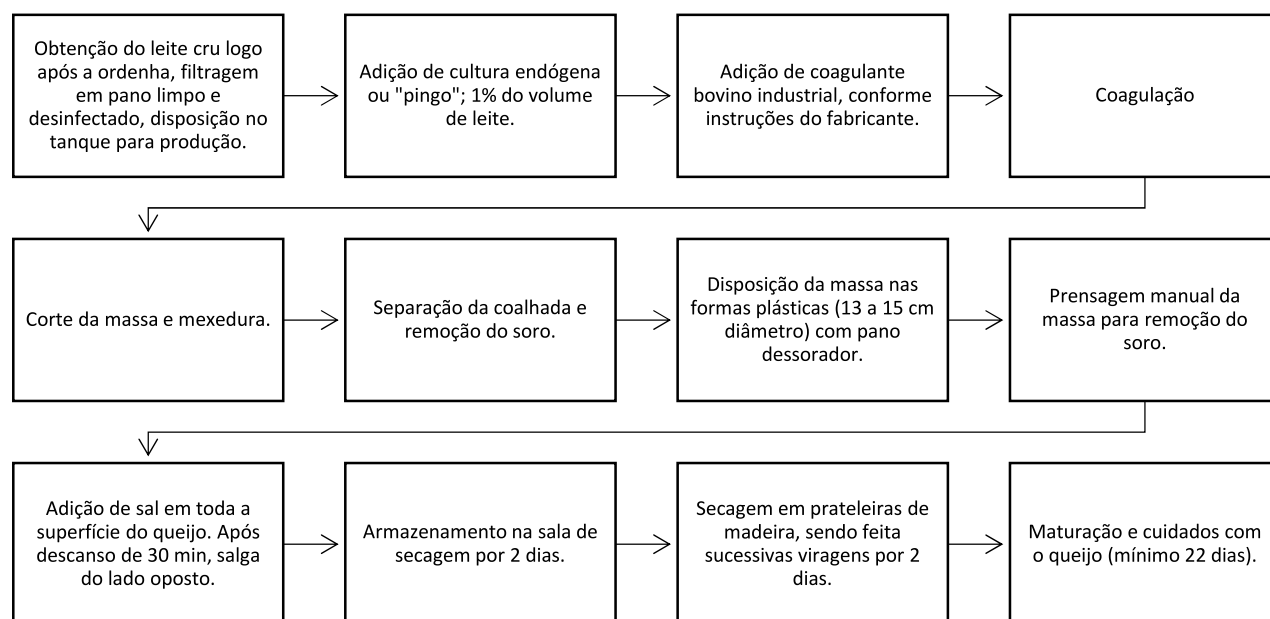
### 4.2 FABRICAÇÃO DO QMA DO CAMPO DAS VERTENTES

Os queijos usados para o projeto foram obtidos de produtores de três cidades (São João del-Rei, Prados e Tiradentes) da microrregião do Campo das Vertentes e foram fabricados conforme fluxograma na Figura 4 . Cinco dias após sua fabricação, os queijos foram transportados em caixas plásticas isotérmicas contendo gelo reciclável para a EPAMIG ILCT em Juiz de Fora, MG, onde metade dos queijos foram embalados com a embalagem DSM Pack-Age<sup>®</sup>.

Para a aplicação da embalagem nos queijos, primeiramente foi realizado o corte da embalagem original em quatro partes, para que tivesse o tamanho adequado aos queijos estudados. Em seguida os queijos foram colocados na máquina de envase Selovac® (São Paulo, SP) e submetidos ao vácuo, com selagem térmica. Conforme recomendação do fabricante, os queijos não foram colocados em água quente (a embalagem não é termoencolhível).

Todos os queijos (com e sem embalagem) foram maturados ao mesmo tempo na EPAMIG ILCT, em condições iguais de temperatura ambiente e umidade relativa do ar, em prateleiras de madeira simulando as condições de maturação de queijos Minas artesanais, sem uso de câmaras frias.

**Figura 4** - Fluxograma de fabricação do QMA da microrregião do Campo das Vertentes



Fonte: adaptado de Costa Júnior *et al.*, 2019.

### 4.3 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

Em cada tempo de maturação foram coletados aleatoriamente para as análises dois queijos de cada produtor (caracterizando as repetições), sendo que em um aplicado a embalagem e outro deixado sem embalagem durante a maturação. A retirada de porções de cada queijo foi feita primeiro em ambiente estéril para as análises microbiológicas, em seguida foram retiradas as porções necessárias à



análise de textura, e por último o queijo foi fracionado para as análises físico-químicas. O preparo de amostras foi realizado com cortes de frações proporcionais a todas as partes do queijo (corte tipo cunha), retirando 2 mm de casca de cada amostra, seguido de homogeneização em triturador Blender Plus Tepron® (COSTA JÚNIOR, 2020).

A composição centesimal completa dos queijos foi determinada cinco dias após a fabricação – porcentagens em massa de proteína, gordura, umidade, resíduo mineral fixo e cloretos (expresso em cloreto de sódio). As análises físico-químicas, microbiológicas, perfil de textura, registro fotográfico e a avaliação da perda de peso dos queijos foram realizadas em todos os tempos de maturação – 5, 19, 33 e 47 dias a partir da fabricação.

#### **4.3.1 Registro fotográfico**

Antes da retirada de amostras para as análises, os queijos foram dispostos paralelamente em pratos higienizados sobre a bancada do laboratório, e o registro fotográfico ao longo da maturação foi realizado utilizando-se câmera de 12 megapixels com estabilização óptica de imagem.

#### **4.3.2 Acompanhamento do peso dos queijos**

Todos os queijos foram pesados individualmente aos 5, 19, 33 e 47 dias em balança digital semianalítica. Foi calculada a perda de peso percentual média em relação ao peso dos queijos com 5 dias de fabricação para cada tratamento ao longo da maturação.

#### **4.3.3 Análises físico-químicas**

Foram realizadas as análises físico-químicas dos queijos conforme as metodologias:

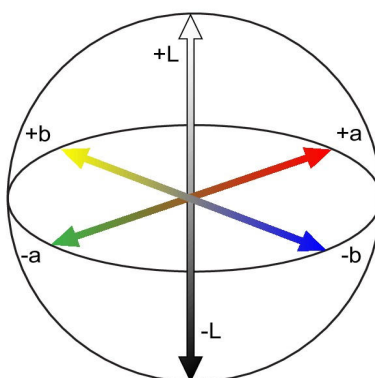
- Teores percentuais (m/m) de umidade e sólidos totais: método gravimétrico em estufa a  $102\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/m) de gordura: método butirométrico (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/m) de resíduo mineral fixo (cinzas): método de incineração em mufla a  $550\text{ }^{\circ}\text{C}$  (BRASIL, 2006);
- Teor percentual (m/m) de cloretos, expresso em cloreto de sódio: titulação pelo resto com tiocianato de potássio, após reação com nitrato de prata (COSTA JÚNIOR, 2020);

- pH: por meio de leitura em medidor de pH calibrado, modelo Tecnal Tec-2;
- Atividade de água ( $A_w$ ): determinada em medidor digital Aqualab, modelo CX2T (Decagon Devices, Washington, EUA), conforme metodologia descrita pelo fabricante;
- Teores percentuais (m/m) de nitrogênio total (NT), nitrogênio solúvel em pH 4,6 ( $NS_{pH4,6}$ ) e nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético (TCA) a 12% (m/v) ( $NS_{TCA12\%}$ ): obtidos pelo método de Kjeldahl (COSTA JÚNIOR, 2020) para se calcular:
  - Teor percentual (m/m) de proteína ( $NT \times 6,38$ )
  - Índice de extensão de proteólise (relação% de  $NS_{pH4,6}/NT$ )
  - Índice de profundidade de proteólise (relação% de  $NS_{TCA12\%}/NT$ );
- Teores percentuais (m/m) de gordura no extrato seco (GES), relação percentual entre o teor de gordura e extrato seco (COSTA JÚNIOR, 2020).

#### 4.3.4 Cor instrumental

A determinação da cor instrumental foi realizada utilizando-se o colorímetro de bancada Konica Minolta modelo CR-5, operando no sistema CIE ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). No CIELab,  $L^*$  representa a luminosidade ( $L^*=0$  é a escuridão e  $L^*=100$  a claridade total). As coordenadas que indicam a direção das cores são:  $+a^*$  (vermelho) e  $-a^*$  (verde);  $+b^*$  (amarelo) e  $-b^*$  (azul) (Figura 4).

**Figura 5** - Gráfico de cor demonstrando as coordenadas cromáticas no sistema CIELab



Fonte: Bisulca *et al.*, 2012.

Foram realizadas as medidas de cor das amostras de queijos trituradas e manualmente prensadas na placa de petri (área de medição de 30 mm de diâmetro com máscara de medição apropriada). O colorímetro foi calibrado (branco e zero) e

as análises foram realizadas com componente especular incluído (SCI), no modo refletância.

#### 4.3.5 Análises microbiológicas

As amostras foram retiradas e trituradas dos queijos de forma estéril e as diluições foram preparadas de forma seriada com tubos contendo água peptonada estéril. Foram determinadas as contagens de unidades formadoras de colônias (UFC) por grama de queijo conforme recomendações do fabricante para os microrganismos:

- Microrganismos aeróbios mesófilos: por placas 3M® Petrifilm® Aerobic Count Plates (St. Paul, MN, EUA), incubação por  $48 \pm 3$  h a  $32 \pm 1$  °C;
- Enterobactérias: por placas 3M® Petrifilm® *Enterobacteriaceae* (EB) Count Plates (St. Paul, MN, EUA), incubação por  $24 \pm 2$  h a  $30 \pm 1$  °C;
- Coliformes totais e termotolerantes: por placas 3M® Petrifilm® Coliform Count Plates (CC) (St. Paul, MN, EUA), incubação por  $24 \pm 2$  h a  $30 \pm 1$  °C para coliformes totais e por  $24 \pm 2$  h a  $45 \pm 1$  °C para coliformes termotolerantes;
- Fungos filamentosos e leveduras: por placas 3M® Petrifilm® Yeast and Mold Count Plate (YM) (St. Paul, MN, EUA), incubação por 20-25 °C entre 3 e 5 dias (AOAC 997.02);
- *Staphylococcus aureus*: por placas 3M® Petrifilm® STX, incubação por 35-37 °C por  $24 \pm 2$  h. Confirmação de resultados presuntivos positivos com uso do disco reativo do kit e incubação por mais 24 h na mesma temperatura;
- *Salmonella* spp.: análise externa realizada pelo método ISO 6579-1:2017;
- *Listeria monocytogenes*: análise externa realizada pelo método ISO 11290-1: 2017.

#### 4.3.6 Perfil de Textura

A análise do perfil de textura (TPA) das amostras de queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes foi conduzida usando texturômetro CT3 Brookfield (Middleboro, MA, EUA). As velocidades de pré-teste, teste e pós teste foram de 1 mm/s, com distância de compressão de 5% a partir da parte superior da amostra. Foi utilizada sonda cilíndrica (TA 4/1000) de 38,1 mm de diâmetro, carga de trigger 5,0 g, taxa de dados de 20 pontos/s. Amostras cúbicas (2 cm<sup>3</sup>) foram aleatoriamente coletadas em 6 partes dos queijos para cada determinação. A resistência exercida pelas amostras foi automaticamente registrada em dois ciclos e os seguintes parâmetros foram determinados: dureza (medida em g), coesividade (adimensional),

adesividade (mJ), elasticidade (mm) e mastigabilidade (J). Os parâmetros foram coletados e calculados usando o programa Brookfield Texture Pro CT V1.4 (Middleboro, MA, EUA).

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

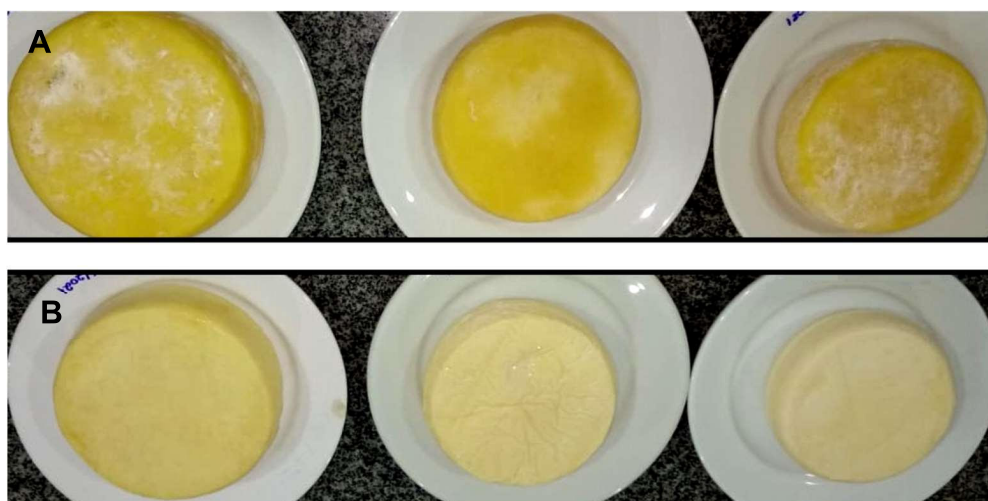
Para análise e apresentação dos resultados foi utilizada a estatística descritiva, regressão e análise de variância (ANOVA) de fator único (para avaliação das médias ao longo do tempo para cada tratamento) e duplo com repetição (para avaliação das médias ao longo do tempo, para os dois tratamentos e sua interação), e o teste de Tukey para comparação das médias quando a ANOVA demonstrou diferença significativa das médias avaliadas. Foi utilizado o nível de significância  $\alpha = 0,05$ . Foram avaliados os pressupostos à análise de variância paramétrica. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa estatístico MINITAB® Release versão 14.12.0. e o Microsoft Excel® versão 2207.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 REGISTRO FOTOGRÁFICO DOS QUEIJOS

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam os queijos analisados aos 19, 33 e 47 dias de maturação respectivamente, das três repetições (produtores), nos tratamentos com e sem embalagem. A Figura 9 apresenta os queijos abertos aos 47 dias de maturação.

**Figura 6** - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 19 dias de maturação



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 7** - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 33 dias de maturação



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 8** - Registro fotográfico dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto) aos 47 dias de maturação



Fonte: Arquivo pessoal.

**Figura 9** - Registro fotográfico do interior de queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes sem embalagem (A - queijos da parte superior da foto) e com embalagem (B - queijos da parte inferior da foto), do mesmo produtor, aos 47 dias de maturação



Fonte: Arquivo pessoal.

É possível observar nas imagens que a embalagem melhorou substancialmente a aparência da casca dos queijos, o que pode melhorar o custo de produção por não ser mais necessária a raspagem dessa parte externa dos queijos. Além disso, o aspecto global dos queijos é um importante atributo que determina a decisão de compra dos consumidores.

Também é possível observar na Figura 9 que o queijo embalado também formou casca e que esta foi menos intensa do que no queijo maturado fora da embalagem, evitando assim o defeito de queijo cascudo. Pode ser observado também, que além do crescimento de mofo externo na casca, apareceu pontos de putrefação e crescimento de mofo no interior do queijo curado fora da embalagem, que pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade de oxigênio neste tratamento.

Sabe-se que existe mercado e preferências tanto para o queijo amarelo como para o queijo mais claro, no entanto, a grande maioria dos consumidores não conhecem ou confundem queijos artesanais de casca mofada como queijo impróprio para o consumo. Dessa forma, tanto a aparência da casca como a aparência interna dos queijos podem influenciar o consumidor. Igualmente, a aparência interna do produto pode definir uma segunda compra e, também, é um atributo decisivo na fidelização do consumidor. Devido a isso alguns produtores não maturam o tempo exigido na legislação porque durante essa etapa vários problemas de casca e defeitos de textura e cor podem ocorrer fazendo com que a embalagem estudada passa ser um importante aliado para o atendimento à legislação por parte dos produtores e com isso gerar aumento de segurança para os consumidores.

## 5.2 EFEITO DA EMBALAGEM NO PESO DOS QUEIJOS

Os queijos com embalagem apresentaram significativamente menor perda de peso que os não embalados, em todos os tempos estudados (Tabela 1). O peso do queijo é importante para valorização econômica e geração de maior renda ao produtor, uma vez que a maioria dos queijos é vendida pelo seu peso, e não por peça. É esperado que a umidade do queijo diminua durante sua maturação, visto que os queijos artesanais são maturados em temperatura ambiente nas propriedades rurais. Neste experimento a embalagem ativa foi efetiva em diminuir a perda de peso dos queijos artesanais durante todos os tempos analisados da maturação.



**Tabela 1** - Perda de peso (%) dos queijos Minas artesanais ao longo da maturação, com e sem embalagem, em relação ao peso dos queijos com 5 dias de fabricação para cada tratamento ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Perda de peso dos queijos (%)		Médias
	QCE	QSE	
19	3,27 ± 0,31 <sup>B c</sup>	14,74 ± 1,72 <sup>A b</sup>	9,01 ± 6,38 <sup>c</sup>
33	7,45 ± 1,61 <sup>B b</sup>	20,39 ± 1,66 <sup>A a</sup>	13,92 ± 7,24 <sup>b</sup>
47	10,18 ± 0,40 <sup>B a</sup>	23,45 ± 1,84 <sup>A a</sup>	16,81 ± 7,36 <sup>a</sup>
Médias	6,96 ± 3,13 <sup>B</sup>	19,53 ± 4,11 <sup>A</sup>	13,25 ± 7,37

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

Observando a Tabela 1 é possível observar que os queijos com embalagem tiveram diferença de peso significativa em todos os períodos estudados, sendo cada vez maior a perda com a evolução da maturação. Por outro lado, os queijos não embalados alcançaram um valor máximo de perda de peso já aos 33 dias de maturação, visto que não houve diferença entre a perda de peso observada aos 33 e aos 47 dias de maturação (tendo em vista que todas as diferenças percentuais de peso estão relacionadas ao peso do queijo aos 5 dias de fabricação). Para fins de comparação, queijos que inicialmente pesam 1 kg pesarão aos 47 dias de maturação 898 g se embalados e 765 g se maturados sem embalagem. A maior formação de casca observada nos queijos maturados sem embalagem evidencia essa diferença de perda de peso devido à perda de umidade (Figura 9).

Outros estudos mostram que este tipo de embalagem apresenta resultados semelhantes no controle de perda de peso de queijos, uma vez que apresenta permeabilidade ao vapor de água, permitindo que trocas com o ambiente sejam realizadas e que a maturação do queijo ocorra (DARNAY *et al.*, 2019; HOOFT, 2009).

### 5.3 EFEITO DA EMBALAGEM NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS QUEIJOS

#### 5.3.1 Composição centesimal

Aos 5 dias de fabricação foi determinada a composição centesimal dos queijos Minas artesanais analisados (Tabela 2). A umidade ( $45,79 \pm 0,74\%$  m/m) dos queijos



os classifica como de média umidade e a gordura no extrato seco ( $49,37 \pm 4,95\%$  m/m) como queijos gordos (BRASIL, 1996). Já aos 5 dias de fabricação os queijos se encontravam dentro do especificado pela legislação com relação ao teor de umidade, de até  $45,9\%$  m/m (MINAS GERAIS, 2008).

**Tabela 2** - Composição centesimal média dos queijos Minas artesanal do Campo das Vertentes aos 5 dias de fabricação

Componente (% m/m)	Média $\pm$ desvio padrão
Umidade	$45,79 \pm 0,74$
Proteína	$20,90 \pm 1,75$
Gordura	$26,75 \pm 2,46$
Resíduo Mineral Fixo (RMF)	$4,15 \pm 1,42$
Cloretos (expresso em cloreto de sódio)	$1,86 \pm 1,02$

Aos 2 dias de fabricação, Costa Júnior *et al.*, 2019 encontraram valores distintos dos encontrados neste trabalho para gordura ( $32,5\%$ ), RMF ( $3,28\%$ ) e cloretos ( $1,1\%$ ), enquanto para proteína ( $19,70\%$ ) e umidade ( $43,4\%$ ) estão mais próximos do presente trabalho. Pereira (2019) encontrou aos 7 dias de fabricação de QMA do Campo das Vertentes maturado em temperatura ambiente umidade de  $38,78\%$ , gordura de  $33,98\%$ , proteína total de  $23,01\%$  e resíduo mineral fixo de  $4,11\%$ . Moreno (2013) encontrou umidade de  $35,84\%$ , gordura de  $33,8\%$ , proteína de  $23,30\%$ , cloretos de  $2,61\%$  e RMF de  $5,40\%$ , na média de 30 dias de maturação para queijos da mesma região.

Os teores de sal e gordura são muito variáveis em queijos artesanais, o que interfere no RMF do qual o sal faz parte. A gordura sofre influência de manejo do gado e sazonalidade (FOX *et al.*, 2017). O sal não é padronizado na produção do QMA, sendo uma salga a seco na superfície do queijo, o que varia de produtor para produtor e até entre produções de um mesmo produtor.

### 5.3.2 pH e atividade de água

Não houve efeito do uso da embalagem no pH dos queijos analisados, nem interação tempo e tratamento, isto é, o pH dos queijos dos diferentes tratamentos foi semelhante em cada tempo de maturação ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). No entanto, o pH dos queijos sofreu alteração com o tempo ( $P \leq 0,05$ ), ficando maior ao longo da maturação (Figura 10). Costa Júnior *et al.* (2014) encontraram o mesmo comportamento de

variação de pH em QMA da mesma região em 30 dias de maturação, nos períodos chuvoso e seco.

Segundo Salaün *et al.* (2005), o aumento do pH dos queijos durante sua maturação ocorre devido à degradação do ácido láctico e à formação de compostos nitrogenados alcalinos. De acordo com Costa Júnior *et al.* (2019), o pH do queijo varia de acordo com diversos fatores, como tipo, dose e atividade das culturas lácticas e fermento endógeno.

**Tabela 3** - pH dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	pH		Médias
	QCE	QSE	
5	4,72±0,17 <sup>bA</sup>	4,72±0,17 <sup>aA</sup>	4,72±0,17 <sup>b</sup>
19	4,80±0,04 <sup>abA</sup>	4,84±0,02 <sup>aA</sup>	4,82±0,04 <sup>b</sup>
33	4,94±0,12 <sup>abA</sup>	4,94±0,18 <sup>aA</sup>	4,94±0,13 <sup>ab</sup>
47	5,03±0,11 <sup>aA</sup>	5,07±0,20 <sup>aA</sup>	5,05±0,15 <sup>a</sup>
Médias	4,87±0,16 <sup>A</sup>	4,89±0,19 <sup>A</sup>	4,88±0,17

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

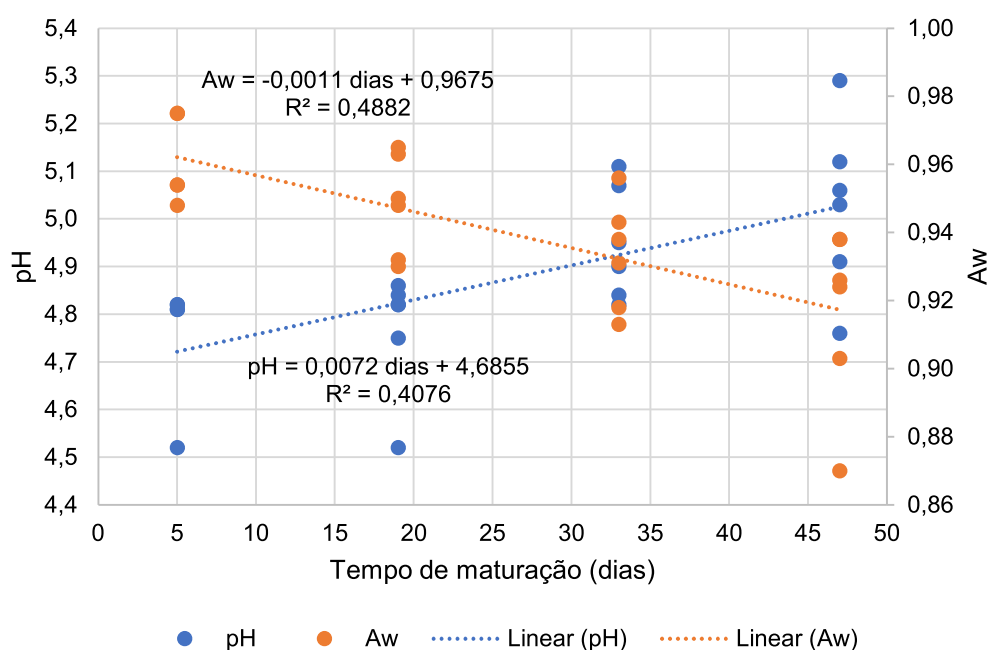
Com relação à atividade de água -  $A_w$ , não houve efeito do uso da embalagem na  $A_w$  dos queijos analisados, nem interação tempo e tratamento ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4). No entanto, a  $A_w$  dos queijos sofreu alteração com o tempo ( $P \leq 0,05$ ), ficando menor ao longo da maturação (Figura 10). É esperada essa redução na atividade de água durante a maturação dos queijos, seja pela redução da umidade, seja devido às mudanças nas ligações com a água, provocadas pelos novos grupos carboxílicos e amínicos gerados na proteólise (SOUSA *et al.*, 2001). A  $A_w$  é um importante fator que regula diversas atividades bioquímicas importantes na maturação e, também, o crescimento microbiano. A embalagem testada possui permeabilidade seletiva e permite a desidratação e perda de umidade o que deve ter contribuído para não gerar diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 4** - Aw dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Aw		Médias
	QCE	QSE	
5	0,959±0,014 <sup>aA</sup>	0,959±0,014 <sup>aA</sup>	0,959±0,014 <sup>a</sup>
19	0,948±0,017 <sup>aA</sup>	0,938±0,024 <sup>aA</sup>	0,943±0,019 <sup>ab</sup>
33	0,942±0,013 <sup>aA</sup>	0,909±0,037 <sup>aA</sup>	0,925±0,031 <sup>ab</sup>
47	0,929±0,008 <sup>aA</sup>	0,889±0,057 <sup>aA</sup>	0,909±0,043 <sup>b</sup>
Médias	0,944±0,016 <sup>A</sup>	0,924±0,042 <sup>A</sup>	0,934±0,033

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem, Aw – atividade de água.

**Figura 10** - Regressões lineares do pH e Aw dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação



Fonte: Elaborado pelo autor.

A umidade está relacionada com a Aw e com o peso da peça de queijo devido à desidratação natural do queijo durante a cura. No entanto, mesmo havendo diferença em relação à umidade e a perda de peso dos queijos devido ao uso da embalagem, não houve diferença em relação à Aw, possivelmente devido às mudanças nas ligações com a água que ocorreram durante a cura dos queijos,

provocadas pelos novos grupos carboxílicos e amínicos gerados na proteólise (SOUSA *et al.*, 2001).

Costa Júnior *et al.* (2019) encontraram comportamento e valores semelhantes em relação ao pH e a atividade de água de queijos Minas artesanais da mesma região, sendo que os menores e maiores valores encontrados para pH foram 4,93 e 5,28 e para Aw foram 0,88 e 0,96, respectivamente. Pereira (2019) relatou atividade de água de queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes maturados em temperatura ambiente entre 0,971 e 0,911 e pH entre 5,03 e 5,14 em 42 dias de maturação, enquanto Moreno (2013) encontrou para o período chuvoso Aw média de 30 dias de maturação 0,90 e no período seco 0,92.

### 5.3.3 Umidade

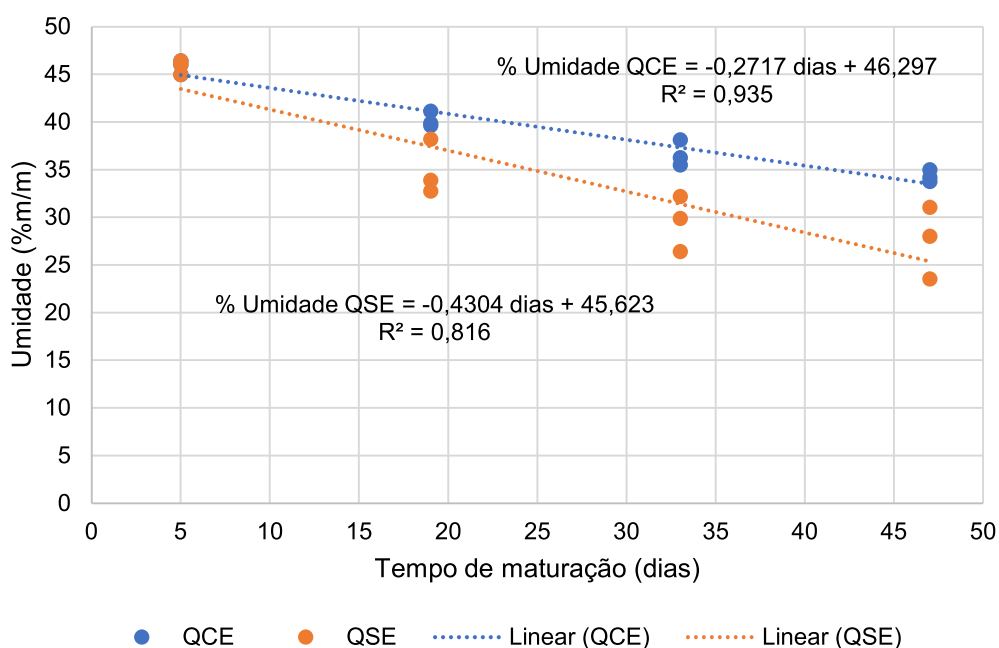
Houve efeito do uso da embalagem na umidade dos queijos analisados, bem como na interação entre tempo e tratamento, e entre os tempos de maturação ( $P \leq 0,05$ ), conforme demonstrado na Tabela 5 e Figura 11. É esperado que haja uma perda de umidade durante a maturação dos queijos, tanto não embalados quanto embalados, visto que a DSM Pack Age<sup>®</sup> possui permeabilidade seletiva e permite que o queijo perca umidade ao longo do tempo. Apesar disso, a taxa de perda de umidade nos dois tratamentos ao longo do tempo não foi similar, uma vez que a umidade dos queijos embalados foi significativamente maior que a umidade dos queijos sem embalagem ( $P \leq 0,05$ ).

**Tabela 5** - Teor de umidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Umidade (% m/m)		Médias
	QCE	QSE	
5	45,79±0,74 <sup>a A</sup>	45,79±0,74 <sup>a A</sup>	45,79±0,74 <sup>a</sup>
19	40,21±0,80 <sup>b A</sup>	34,93±2,86 <sup>b B</sup>	37,57±3,45 <sup>b</sup>
33	36,63±1,35 <sup>c A</sup>	29,48±2,90 <sup>bc B</sup>	33,05±4,40 <sup>c</sup>
47	34,31±0,64 <sup>c A</sup>	27,52±3,78 <sup>c B</sup>	30,92±4,44 <sup>c</sup>
Médias	39,23±4,59 <sup>A</sup>	34,43±7,79 <sup>B</sup>	36,83±6,72

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

**Figura 11** - Regressão linear da porcentagem de umidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação



Fonte: Elaborado pelo autor.

A umidade dos queijos embalados estabilizou-se a partir dos 33 dias de maturação, enquanto o queijo maturado sem embalagem apresentou perda de umidade contínua. Em média, o queijo sem embalagem apresentou umidade 12,2% menor que o queijo embalado, tendo sido a maior diferença aos 47 dias de maturação, em que a diferença foi de 19,8% entre os teores de umidade dos queijos.

Utilizando-se as equações de regressão obtidas neste estudo, estima-se que a umidade dos queijos embalados aos 22 dias de maturação (tempo mínimo de maturação estipulado para este queijo) seria de 40,3% e para os queijos sem embalagem de 36,1%. Os queijos se encontravam dentro do especificado pela legislação com relação ao teor de umidade, de até 45,9% m/m (MINAS GERAIS, 2008) em todos os tempos analisados de maturação. Os queijos foram considerados de média umidade até os 33 dias de maturação quando embalados, enquanto apenas com 5 dias os queijos sem embalagem foram classificados da mesma forma. Já aos 19 dias de maturação os queijos maturados sem embalagem já foram classificados como de baixa umidade (BRASIL, 1996).

Em estudos realizados com QMA do Campo das Vertentes, Costa Júnior *et al.* (2019) observou a mesma perda de umidade ao longo da maturação, variando de 43%

a 24% em 60 dias. Ainda para queijos da mesma região, a umidade dos queijos analisados por Pereira (2019) variou entre 38,78% e 24,29% em 42 dias de maturação em temperatura ambiente e Costa Júnior *et al.* (2014) encontrou uma média de 29,22% no período seco e 28,33% no chuvoso ao término de 30 dias de maturação. Esses valores se aproximam dos resultados do queijo sem embalagem, neste estudo.

### 5.3.4 Gordura e gordura no extrato seco

Houve efeito do uso da embalagem no teor de gordura dos queijos analisados e, também, durante o tempo de maturação ( $P \leq 0,05$ ), no entanto, não houve interação entre tempo e tratamento, isto é, a gordura dos queijos dos diferentes tratamentos foi semelhante em cada tempo de maturação ( $P > 0,05$ ) (Tabela 6). O teor de gordura dos queijos aumentou com o tempo de maturação (Figura 12) e o queijo sem embalagem apresentou um teor de gordura maior que o queijo embalado, em média (Tabela 6). A relação entre umidade e gordura de queijos é inversa, visto que à medida que se diminui a umidade, aumenta-se o extrato seco, no qual está contido a gordura. Este fato pode ser comprovado pois o teor de gordura no extrato seco apresentou médias semelhantes para os dois tratamentos ao longo de todo o período de maturação, como demonstrado na Tabela 7 ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 6** - Teor de gordura dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Gordura (% m/m)		Médias
	QCE	QSE	
5	26,75±2,46 <sup>a A</sup>	26,75±2,46 <sup>b A</sup>	26,75±2,46 <sup>b</sup>
19	28,17±2,89 <sup>a A</sup>	31,67±1,26 <sup>ab A</sup>	29,92±2,76 <sup>ab</sup>
33	30,58±2,74 <sup>a A</sup>	35,75±1,25 <sup>a A</sup>	33,17±3,41 <sup>a</sup>
47	30,92±2,04 <sup>a A</sup>	35,25±3,53 <sup>a A</sup>	33,08±3,50 <sup>a</sup>
Médias	29,10±2,83 <sup>B</sup>	32,35±4,25 <sup>A</sup>	30,73±3,90

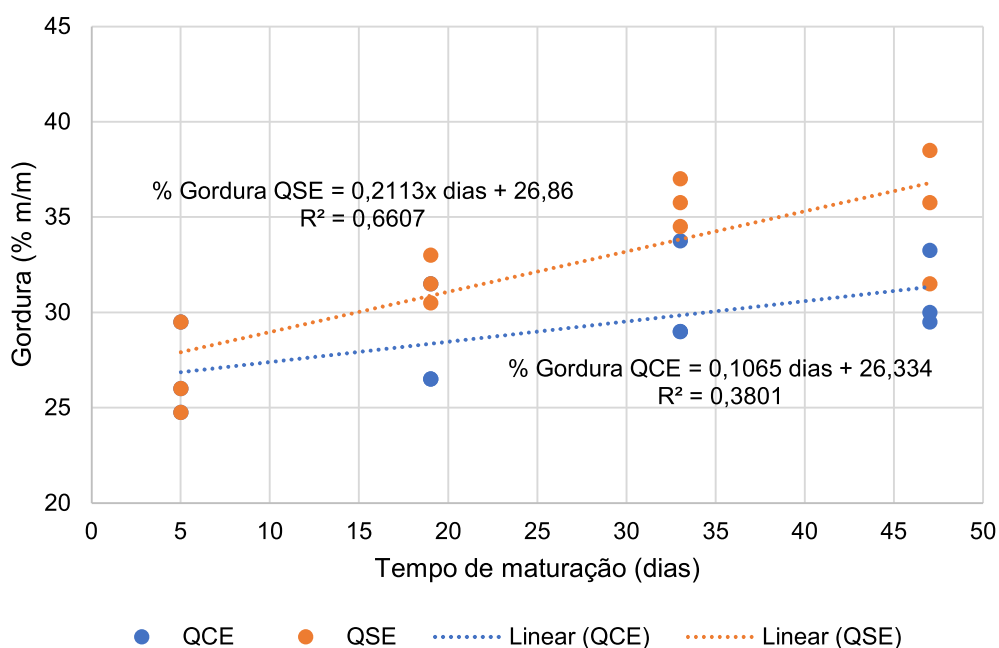
\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

**Tabela 7** - Teor de gordura no extrato seco (GES) dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	GES (%)		Médias
	QCE	QSE	
5	49,37±4,95 <sup>aA</sup>	49,37±4,95 <sup>aA</sup>	49,37±4,95 <sup>a</sup>
19	47,10±4,62 <sup>aA</sup>	48,78±4,00 <sup>aA</sup>	47,94±3,97 <sup>a</sup>
33	48,23±3,61 <sup>aA</sup>	50,73±2,09 <sup>aA</sup>	49,48±2,98 <sup>a</sup>
47	47,08±3,53 <sup>aA</sup>	48,63±4,22 <sup>aA</sup>	47,86±3,59 <sup>a</sup>
Médias	47,95±3,74 <sup>A</sup>	49,38±3,49 <sup>A</sup>	48,66±3,61

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem, GES – gordura no extrato seco.

**Figura 12** - Regressão linear da porcentagem de gordura dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação



Fonte: Elaborado pelo autor.

O teor de gordura encontrado para diversos tempos de maturação de QMA do Campo das Vertentes foi diferente em outros trabalhos. Costa Júnior *et al.* (2019), encontraram valores que variaram de 32,5% a 40,3% em 60 dias. Pereira (2019), por sua vez, observou variação entre 33,98% e 48,42% de gordura em 42 dias de maturação de QMA do Campo das vertentes maturado em temperatura ambiente,

sendo o teor de gordura no extrato seco inicial destes queijos de 55,51% aos 7 dias de fabricação. Moreno (2013), para queijos da mesma região, encontrou GES de 53,0% na média de 30 dias de maturação em tempo seco e 50,8% no tempo chuvoso.

Esta variação é normal entre produtores e até mesmo em relação a diferentes fabricações do mesmo produtor devido à variação alimentação do gado e conseqüentemente na composição do leite. O percentual de gordura de queijos depende do leite do qual foi obtido e do processamento do queijo. Entre os componentes do leite, a gordura é um dos mais variáveis em relação à alimentação, manejo e raça dos animais. Além disso, em queijarias artesanais os processos sofrem variações devido à ação humana, devido à baixa mecanização na fabricação dos queijos, sendo, portanto, o teor de gordura dos queijos um componente com bastante variabilidade (MORENO, 2013).

### 5.3.5 Proteína e índices de proteólise

Houve efeito do uso da embalagem na porcentagem de proteína dos queijos analisados e, também, durante o tempo de maturação ( $P \leq 0,05$ ), no entanto, não houve interação entre tempo e tratamento (Tabela 8). O teor de proteína dos queijos aumentou com o tempo de maturação (Figura 13), e foi maior no queijo maturado sem embalagem (Tabela 8). Assim como para o teor de gordura, o teor de proteína também está relacionado com o teor de extrato seco dos queijos, do qual faz parte, tendo apresentado impacto da perda de umidade diferente entre os tratamentos.

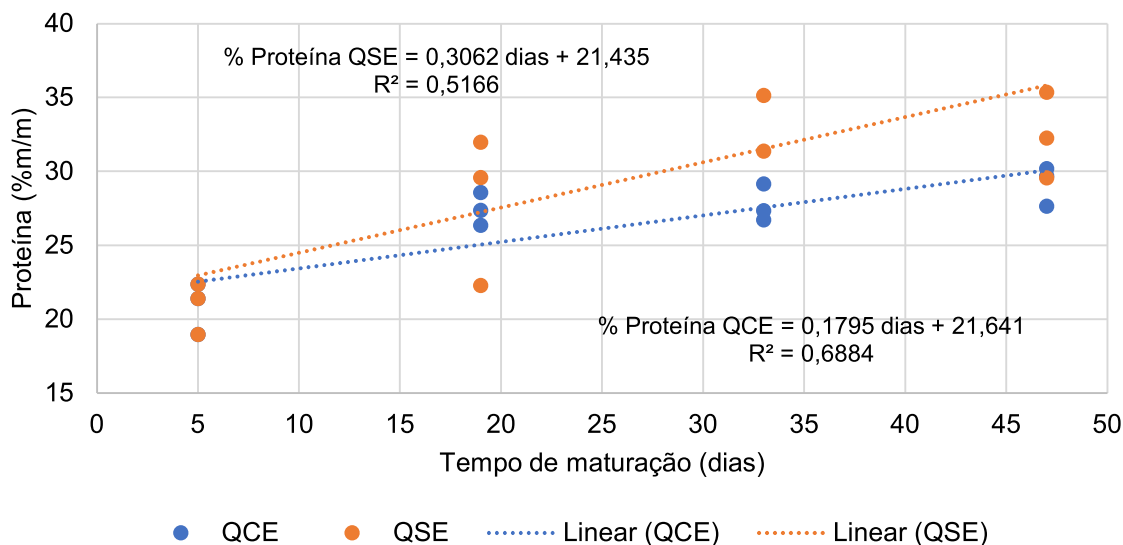
**Tabela 8** - Teor de proteína dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Proteína (% m/m)		Médias
	QCE	QSE	
5	20,90±1,75 <sup>b A</sup>	20,90±1,75 <sup>b A</sup>	20,90±1,75 <sup>b</sup>
19	27,42±1,11 <sup>a A</sup>	27,94±5,06 <sup>ab A</sup>	27,68±3,29 <sup>a</sup>
33	27,74±1,27 <sup>a A</sup>	36,36±5,69 <sup>a A</sup>	32,05±5,99 <sup>a</sup>
47	29,17±1,35 <sup>a A</sup>	32,39±2,90 <sup>a A</sup>	30,78±2,68 <sup>a</sup>
Médias	26,31±3,54 <sup>B</sup>	29,40±6,97 <sup>A</sup>	27,85±5,63

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.



**Figura 13** - Regressão linear da porcentagem de proteína dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação



Fonte: Elaborado pelo autor.

A extensão e a profundidade da proteólise dos queijos apresentaram comportamento semelhante para os queijos com e sem embalagem: não houve diferença entre tratamentos e nem interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ), embora o tempo tenha sido relevante para o desenvolvimento destes índices de maturação ( $P \leq 0,05$ ), como demonstrado nas Tabelas 9 e 10.

Extensão e profundidade aumentam com o tempo de maturação (Figura 14), o que é um resultado natural da proteólise dos queijos, pois estes índices quantificam peptídeos, aminoácidos e outros compostos nitrogenados de médio e baixo peso molecular oriundos da hidrólise da proteína do queijo pelo coalho residual e metabolismo microbiano ao longo da maturação (McSWEENEY, 2004). No entanto, o resultado mostra que a embalagem não interferiu na proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes durante a maturação, o que evidencia que a maturação do queijo se desenvolveu mesmo com a embalagem, visto que a proteólise é o principal evento bioquímico que ocorre durante a maturação de queijos (McSWEENEY, 2004).

Durante a maturação, a proteólise é catalisada por enzimas presentes no coagulante (quimosina, pepsina, proteases microbianas ou de plantas); proteases presentes naturalmente no leite ou provenientes de células somáticas; enzimas de bactérias do fermento (pingo, no caso) e de microrganismos contaminantes (SOUSA *et al.*, 2001). A variedade de fatores que interferem na proteólise dos queijos é tão

ampla que o fator embalagem não foi um diferencial para o seu desenvolvimento neste trabalho, mas apenas o tempo, que é o esperado pois as reações de hidrólise das proteínas vão ocorrendo ao longo da maturação dos queijos.

**Tabela 9** - Índice de extensão da proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Extensão da proteólise (%)		Médias
	QCE	QSE	
5	8,97±1,50 <sup>A a</sup>	8,97±1,50 <sup>A a</sup>	8,97±1,50 <sup>b</sup>
19	17,40±5,01 <sup>A a</sup>	14,97±4,26 <sup>A a</sup>	16,19±4,36 <sup>ab</sup>
33	19,86±5,80 <sup>A a</sup>	13,36±0,99 <sup>A a</sup>	16,61±5,15 <sup>ab</sup>
47	21,38±7,09 <sup>A a</sup>	16,47±5,45 <sup>A a</sup>	18,93±6,26 <sup>a</sup>
Médias	16,90±6,73 <sup>A</sup>	13,44±4,23 <sup>A</sup>	15,17±5,77

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

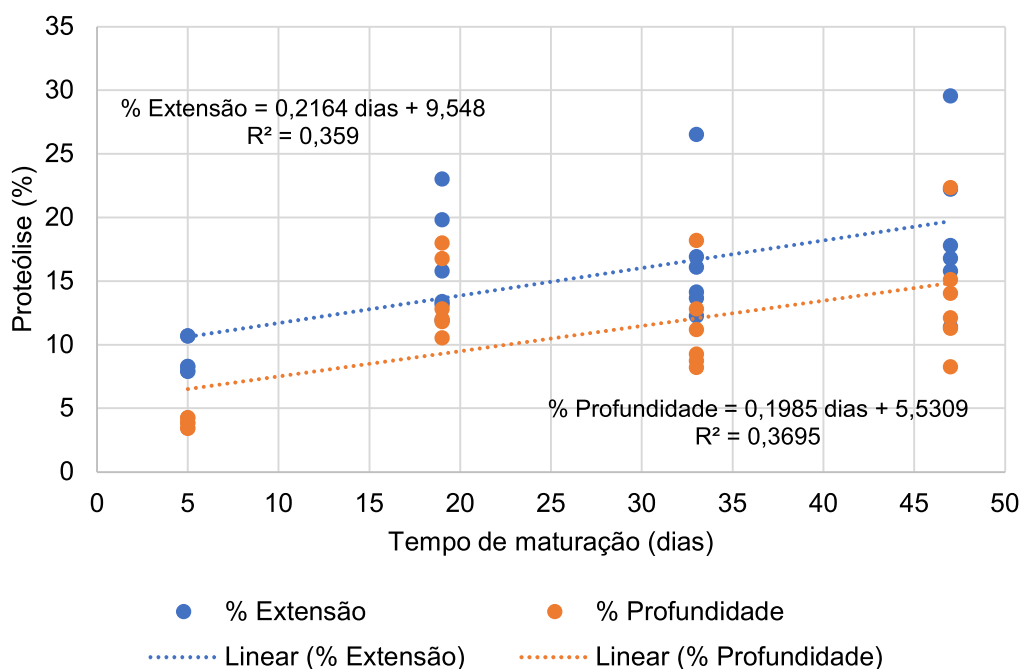
Aos 33 dias de maturação do tratamento QSE houve um resultado fora do esperado para a profundidade da proteólise. Como foram coletados 4 queijos de um mesmo lote de cada produtor (repetições) para serem analisados ao longo da maturação para cada tratamento (embalado e não embalado), variações nas produções de um mesmo produtor podem gerar resultados diferentes do esperado devido à falta de padronização inerente ao processo de fabricação do queijo artesanal.

**Tabela 10** - Índice de profundidade da proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Profundidade da proteólise (%)		Médias
	QCE	QSE	
5	3,85±0,41 <sup>b A</sup>	3,85±0,41 <sup>b A</sup>	3,85±0,41 <sup>b</sup>
19	13,86±2,54 <sup>a A</sup>	13,45±3,99 <sup>a A</sup>	13,66±3,00 <sup>a</sup>
33	14,06±3,66 <sup>a A</sup>	8,73±0,52 <sup>ab A</sup>	11,40±3,74 <sup>a</sup>
47	16,17±5,43 <sup>a A</sup>	11,56±3,44 <sup>a A</sup>	13,87±4,78 <sup>a</sup>
Médias	11,99±5,83 <sup>A</sup>	9,40±4,40 <sup>A</sup>	10,69±5,22

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

**Figura 14** - Regressão linear dos índices de proteólise dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação



Os resultados são bastante variáveis entre os trabalhos com queijos Minas artesanais, visto que a proteólise depende de fatores ligados à microbiota do queijo, natural e contaminante, e do fermento endógeno, sendo difícil uma padronização destas condições. Outro trabalho encontrou para QMA da mesma região os valores de 19,7% a 27,3% de proteína, extensão da proteólise entre 6,6% e 24,3% e profundidade de 2,9% a 16,2% em 60 dias de maturação (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2019). Pereira (2019) encontrou proteína entre 23,01% e 24,18%, extensão de 25,23% a 26,11% e profundidade da proteólise entre 12,57% e 19,07% em 42 dias de maturação. Em Costa Júnior *et al.* (2014), foram avaliados QMA do Campo das Vertentes no período chuvoso e seco, sendo que a extensão e a profundidade da proteólise médias em 30 dias de maturação foram mais elevadas no período chuvoso (extensão 13,2% e profundidade 8,0%) quando comparados ao período seco (extensão 10,8% e profundidade 5,9%).

### 5.3.6 Cor instrumental

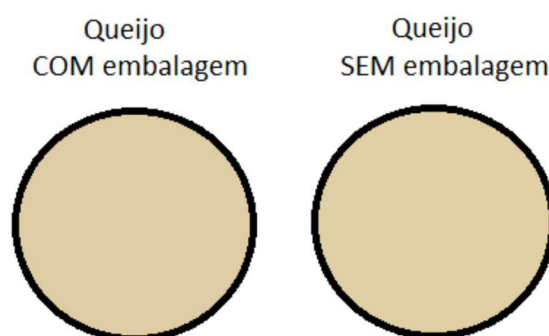
Os parâmetros de cor instrumental  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  dos queijos apresentaram comportamento semelhante para os queijos com e sem embalagem: não houve diferença entre tratamentos e nem interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ). Com

relação ao tempo, houve alteração apenas para o parâmetro  $a^*$  ( $P \leq 0,05$ ) dos queijos, como demonstrado nas Tabelas 11, 12 e 13.

As coordenadas cromáticas  $a^*$  e  $b^*$  foram positivas, o que indica a tendência de cor dos queijos entre amarelo e vermelho, com tendência maior para o amarelo. As amostras apresentaram alta luminosidade ( $L^*$ ). Embora visualmente pareça haver uma sensação de que os queijos sem embalagem estão com coloração amarela mais intensa, como observado nas fotografias, o interior dos queijos, que foi analisado para cor, não sofreu essa diferença estatisticamente significativa. A Figura 15 mostra a cor resultante da média global dos parâmetros de cor encontrados para os queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes analisados com e sem embalagem, conforme descrito nas Tabelas 11, 12 e 13.

Os principais pigmentos autóctones do leite são os carotenóides que são obtidos da dieta do animal, especialmente da grama fresca. Devido às duplas ligações conjugadas, os carotenóides absorvem a luz ultravioleta e visível, dando-lhes cores que variam do amarelo ao vermelho (FOX *et al.*, 2017). Dessa forma, a concentração destes pigmentos no queijo devido à perda de umidade ao longo da maturação possivelmente explica o aumento observado da coordenada cromática  $a^*$  (tendência para a cor vermelha) ao longo do tempo.

**Figura 15** - Cor resultante da média global dos parâmetros de cor encontrados para os queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes analisados com e sem embalagem



Fonte: convertido em <https://www.nixsensor.com/free-color-converter/>

**Tabela 11** – Coordenada cromática a\* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coordenada cromática a*		Médias
	QCE	QSE	
5	1,17±0,20 <sup>aA</sup>	1,17±0,20 <sup>aA</sup>	1,17±0,20 <sup>b</sup>
19	1,29±0,52 <sup>aA</sup>	1,19±0,69 <sup>aA</sup>	1,24±0,55 <sup>b</sup>
33	1,97±0,37 <sup>aA</sup>	1,39±0,73 <sup>aA</sup>	1,68±0,61 <sup>ab</sup>
47	1,69±0,09 <sup>aA</sup>	2,52±0,71 <sup>aA</sup>	2,11±0,64 <sup>a</sup>
Médias	1,53±0,44 <sup>A</sup>	1,57±0,79 <sup>A</sup>	1,55±0,62

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey (P≤0,05). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

**Tabela 12** – Coordenada cromática b\* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coordenada cromática b*		Médias
	QCE	QSE	
5	22,22±3,69 <sup>aA</sup>	22,22±3,69 <sup>aA</sup>	22,22±3,69 <sup>a</sup>
19	21,47±4,61 <sup>aA</sup>	21,89±4,33 <sup>aA</sup>	21,68±4,01 <sup>a</sup>
33	24,10±5,10 <sup>aA</sup>	23,00±4,67 <sup>aA</sup>	23,55±4,41 <sup>a</sup>
47	22,81±2,69 <sup>aA</sup>	25,63±4,95 <sup>aA</sup>	24,22±3,88 <sup>a</sup>
Médias	22,65±3,66 <sup>A</sup>	23,18±4,08 <sup>A</sup>	22,92±3,80

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey (P≤0,05). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

**Tabela 13** – Coordenada cromática L\* dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coordenada cromática L*		Médias
	QCE	QSE	
5	82,99±2,09 <sup>aA</sup>	82,99±2,09 <sup>aA</sup>	82,99±2,09 <sup>a</sup>
19	84,44±1,31 <sup>aA</sup>	84,63±1,21 <sup>aA</sup>	84,54±1,13 <sup>a</sup>
33	83,41±1,16 <sup>aA</sup>	84,09±2,77 <sup>aA</sup>	83,75±1,94 <sup>a</sup>
47	82,73±1,51 <sup>aA</sup>	84,52±4,26 <sup>aA</sup>	83,63±3,02 <sup>a</sup>
Médias	83,39±1,49 <sup>A</sup>	84,06±2,49 <sup>A</sup>	83,73±2,04

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey (P≤0,05). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

Pereira (2019) encontrou luminosidade média do interior nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes de 85,69;  $a^*$  médio de 4,25 e  $b^*$  médio de 24,75%, em 42 dias de maturação em temperatura ambiente, valores similares ao encontrado neste trabalho.

#### 5.4 EFEITO DA EMBALAGEM NAS CONTAGENS MICROBIOLÓGICAS DOS QUEIJOS

A obtenção higiênica do leite é um ponto crítico no processo de fabricação de queijos pois o animal, os equipamentos e o ambiente da ordenha podem representar uma fonte de contaminação por microrganismos, sendo necessário seguir as boas práticas agropecuárias e de fabricação para evitar este problema (PICOLI *et al.*, 2006).

As contagens no primeiro tempo de análise são as mesmas para os dois tratamentos visto que os queijos ainda não estavam embalados até os 5 dias de fabricação e, portanto, foram analisados apenas um queijo de cada repetição (produtor) nesse tempo.

##### 5.4.1 *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes*

Aos 5 dias de fabricação foram realizadas análises de *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* nos queijos Minas artesanais da região do Campo das Vertentes, em três repetições, sendo ambos microrganismos ausentes em todas as amostras analisadas, por 25 g de amostra. Dessa forma, não foram realizadas essas análises nos tempos seguintes de maturação.

##### 5.4.2 Aeróbios mesófilos (contagem bacteriana total)

A Tabela 14 apresenta os resultados de log UFC/g de microrganismos aeróbios mesófilos ou contagem bacteriana total (CBT) dos queijos estudados. Não houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, seja em cada tempo estudado ou se for considerada a média global de cada tratamento ( $P > 0,05$ ). No entanto, o tempo de maturação influenciou significativamente a contagem de microrganismos mesófilos ( $P \leq 0,05$ ), sendo que a contagem diminuiu ao longo do tempo.

**Tabela 14** - Contagem de microrganismos aeróbios mesófilos nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Aeróbios mesófilos (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	8,8±0,6 <sup>a A</sup>	8,8±0,6 <sup>a A</sup>	8,8±0,6 <sup>a</sup>
19	7,7±0,5 <sup>a A</sup>	7,7±0,6 <sup>a A</sup>	7,7±0,5 <sup>b</sup>
33	6,2±0,3 <sup>b A</sup>	6,1±0,3 <sup>b A</sup>	6,2±0,2 <sup>c</sup>
47	5,2±0,6 <sup>b A</sup>	5,7±0,6 <sup>b A</sup>	5,5±0,6 <sup>c</sup>
Médias	7,0±1,5 <sup>A</sup>	7,1±1,4 <sup>A</sup>	7,0±1,4

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

Sá *et al.* (2021) encontrou contagens de aeróbios mesófilos maiores que este trabalho para QMA da região do Campo das Vertentes, variando entre 9,0 e 8,13 log UFC/g em 31 dias de maturação.

#### 5.4.3 Enterobactérias

A legislação nacional não determina a análise de enterobactérias e de *E. coli* como rotina para a indústria, entretanto são importantes parâmetros de qualidade para alimentos (PEREIRA, 2019). A Tabela 15 apresenta os resultados de log UFC/g de enterobactérias dos queijos estudados. Não houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, seja em cada tempo estudado ou se for considerada a média global de cada tratamento ( $P > 0,05$ ). No entanto, o tempo de maturação influenciou significativamente a contagem de enterobactérias ( $P \leq 0,05$ ), sendo que a contagem foi menor a partir dos 19 dias de maturação.

**Tabela 15** - Contagem de enterobactérias nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Enterobactérias (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	5,3±1,1 <sup>a A</sup>	5,3±1,1 <sup>a A</sup>	5,3±1,1 <sup>a</sup>
19	1,0±1,7 <sup>b A</sup>	0,9±1,6 <sup>b A</sup>	0,9±1,5 <sup>b</sup>
33	0,7±1,2 <sup>b A</sup>	0,7±1,2 <sup>b A</sup>	0,7±1,1 <sup>b</sup>
47	0,4±0,8 <sup>b A</sup>	0,6±1,0 <sup>b A</sup>	0,5±0,8 <sup>b</sup>
Médias	1,8±2,3 <sup>A</sup>	1,9±2,3 <sup>A</sup>	1,9±2,3

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

#### 5.4.4 Coliformes totais

A presença de coliformes em altas contagens é indicativa de baixa qualidade higiênica sanitária dos queijos. As contagens de coliformes nos primeiros dias de maturação são dependentes da adoção de Boas Práticas de Ordenha na obtenção do leite e das Boas Práticas de Fabricação no processamento dos queijos (SOBRAL, 2012).

A Tabela 16 apresenta os resultados de log UFC/g de coliformes totais (coliformes a 30 °C) dos queijos estudados. Não houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, seja em cada tempo estudado ou se for considerada a média global de cada tratamento ( $P > 0,05$ ). No entanto, o tempo de maturação influenciou significativamente a contagem de coliformes totais ( $P \leq 0,05$ ), sendo que a contagem foi menor a partir dos 19 dias de maturação. As contagens de coliformes totais ficaram acima do estipulado na legislação, que é no máximo 3,7 log UFC/g (MINAS GERAIS, 2008) apenas nas amostras analisadas aos 5 dias de fabricação.

Pereira (2019) encontrou resultados semelhantes para coliformes totais em seu trabalho com QMA do Campo das Vertentes. Sá *et al.* (2021) encontrou contagens de coliformes a 30 °C maiores que este trabalho para queijos da mesma região, variando entre 4,77 e 3,06 log UFC/g em 31 dias de maturação. Cabrini (2017), ao analisar QMA do Campo das Vertentes, constatou redução significativa ( $p < 0,05$ ) de 2,26 log na contagem dos coliformes a 30 °C até os 35 dias de maturação.

**Tabela 16** - Contagem de coliformes totais nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coliformes totais (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	5,2±1,3 <sup>a A</sup>	5,2±1,3 <sup>a A</sup>	5,2±1,2 <sup>a</sup>
19	1,0±1,7 <sup>b A</sup>	0,9±1,6 <sup>b A</sup>	1,0±1,5 <sup>b</sup>
33	0,8±1,3 <sup>b A</sup>	0,7±1,2 <sup>b A</sup>	0,7±1,1 <sup>b</sup>
47	0,3±0,6 <sup>b A</sup>	0,5±0,9 <sup>b A</sup>	0,4±0,7 <sup>b</sup>
Médias	1,8±2,3 <sup>A</sup>	1,8±2,3 <sup>A</sup>	1,8±2,3

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.



#### 5.4.5 Coliformes termotolerantes

A Tabela 17 apresenta os resultados de log UFC/g de coliformes termotolerantes (coliformes a 45 °C) dos queijos estudados. Não houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, seja em cada tempo estudado ou se for considerada a média global de cada tratamento ( $P>0,05$ ). No entanto, o tempo de maturação influenciou significativamente a contagem de coliformes termotolerantes ( $P\leq 0,05$ ), sendo que a contagem foi menor a partir dos 19 dias de maturação. As contagens de coliformes termotolerantes ficaram acima do estipulado na legislação (MINAS GERAIS, 2008) apenas nas amostras analisadas aos 5 dias de fabricação.

**Tabela 17** - Contagem de coliformes termotolerantes nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coliformes termotolerantes (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	4,9±1,5 <sup>a A</sup>	4,9±1,5 <sup>a A</sup>	4,9±1,3 <sup>a</sup>
19	1,0±1,7 <sup>b A</sup>	0,8±1,4 <sup>b A</sup>	0,9±1,4 <sup>b</sup>
33	0,7±1,2 <sup>b A</sup>	0,7±1,2 <sup>b A</sup>	0,7±1,1 <sup>b</sup>
47	0,3±0,6 <sup>b A</sup>	0,3±0,6 <sup>b A</sup>	0,3±0,5 <sup>b</sup>
Médias	1,7±2,2 <sup>A</sup>	1,7±2,2 <sup>A</sup>	1,7±2,2

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P\leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

#### 5.4.6 Fungos filamentosos e leveduras

A Tabela 18 apresenta os resultados de log UFC/g de fungos filamentosos e leveduras dos queijos estudados. Para estes grupos de microrganismos houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, considerando a média global de cada tratamento, e no tempo de maturação ( $P\leq 0,05$ ). No entanto, não houve interação entre tempo e tratamento para a contagem de fungos filamentosos e leveduras ( $P>0,05$ ). Este resultado expressa a eficácia da embalagem na diminuição deste grupo de microrganismos em queijos, visto que em sua composição está presente um inibidor natural de fungos e leveduras a base de natamicina.

A contagem de fungos filamentosos e leveduras não é regulamentada para queijos artesanais, no entanto, representa um importante indicativo de contaminação do ambiente. Sá *et al.* (2021) encontrou contagens maiores de bolores e leveduras

que o presente trabalho para QMA do Campo das Vertentes, sendo o mínimo 6,01 log UFC/g em 31 dias de maturação. Em trabalho realizado por Oliveira (2014) os valores variaram entre 4,1 e 6,4 log UFC/g no período seco e de 5,0 a 6,7 log UFC/g para bolores e leveduras no período das chuvas de QMA do Campo das Vertentes.

**Tabela 18** - Contagem de fungos filamentosos e leveduras nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Fungos filamentosos e leveduras (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	<1,0 ** b A	<1,0 ** b A	<1,0 ** c
19	<1,0 ** b A	<1,0 ** b A	<1,0 ** c
33	4,3±1,0 <sup>a</sup> A	5,8±1,1 <sup>a</sup> A	5,0±1,3 <sup>a</sup>
47	2,2±2,1 <sup>ab</sup> A	4,5±0,6 <sup>a</sup> A	3,4±1,9 <sup>b</sup>
Médias	1,6±2,1 <sup>A</sup>	2,6±2,8 <sup>B</sup>	2,1±2,5

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

\*\*Não houve presença de fungos filamentosos e leveduras na menor diluição estudada,  $10^{-1}$ .

#### 5.4.7 *Staphylococcus aureus*

A Tabela 19 apresenta os resultados de log UFC/g de *Staphylococcus aureus* dos queijos estudados. Não houve diferença entre os tratamentos dos queijos com e sem embalagem, considerando a média global de cada tratamento, no tempo de maturação e interação entre tempo e tratamento ( $P > 0,05$ ). *S. aureus* é uma bactéria que pode ser oriunda de infecções já no úbere das vacas, como a mastite, e apresenta capacidade de crescimento em atividade de água tão baixa quanto 0,86, não sendo boa competidora na maioria das matrizes alimentares (JAY *et al.*, 2005). Como a atividade de água dos queijos foi diminuindo com o tempo e as contagens dos outros grupos de bactérias foi diminuindo, essa capacidade de crescimento em baixos valores de atividade de água e a diminuição da competição pode ter possibilitado a continuidade da contagem de *S. aureus* ao longo do tempo nos queijos estudados.

A contagem de *Staphylococcus aureus* ficou acima do estipulado na legislação, que é 3,0 log UFC/g (MINAS GERAIS, 2002a) em todas as amostras analisadas. Apesar disso, essa contagem de *S. aureus* está abaixo da mínima necessária para

produzir o nível mínimo de enterotoxina considerado necessário para causar a síndrome de gastroenterite, que é de  $10^6$  UFC/mL (MEDVEĐOVÁ; VALÍK, 2012).

**Tabela 19** - Contagem de *Staphylococcus aureus* nos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	<i>Staphylococcus aureus</i> (log UFC/g)		Médias
	QCE	QSE	
5	4,4±0,8 <sup>a A</sup>	4,4±0,8 <sup>a A</sup>	4,4±0,8 <sup>a</sup>
19	4,7±2,1 <sup>a A</sup>	4,5±1,5 <sup>a A</sup>	4,6±1,6 <sup>a</sup>
33	4,4±0,4 <sup>a A</sup>	4,9±0,5 <sup>a A</sup>	4,6±0,5 <sup>a</sup>
47	4,0±0,3 <sup>a A</sup>	4,5±1,0 <sup>a A</sup>	4,2±0,7 <sup>a</sup>
Médias	4,4±1,0 <sup>A</sup>	4,6±0,9 <sup>A</sup>	4,5±0,9

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

Pereira (2019) também não encontrou variação na contagem média de log UFC/g de *Staphylococcus aureus* dos queijos analisados em seu trabalho (QMA do Campo das Vertentes), sendo a média de 5,03 log UFC/g em 42 dias de maturação. Sá *et al.* (2021) encontrou para queijos da mesma região contagens de *S. aureus* que se mantiveram acima de 5,0 log de UFC/g até o 17º dia e nos tempos 24 e 31 dias de maturação os valores médios foram de 4,70 e 3,71 log de UFC/g de queijo, respectivamente. Lopes *et al.* (2020) encontraram contagens de *Staphylococcus aureus* em queijos artesanais comercializados no mercado Central de Belo Horizonte, MG, entre 4,3 e 6,7 log UFC/g. Todos estes resultados mostram que a contagem de *Staphylococcus aureus* sempre foi um desafio muito grande para atendimento da legislação por parte dos produtores de queijos artesanais de leite cru.

## 5.5 EFEITO DA EMBALAGEM NO PERFIL DE TEXTURA DOS QUEIJOS

### 5.5.1 Dureza

Não houve diferença para a dureza dos queijos entre os tratamentos com e sem embalagem, nem em relação ao tempo de maturação e interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ), conforme demonstrado na Tabela 20. Sendo a dureza

a resistência a uma dada deformação, poderia ser esperado que aumentasse com o tempo devido à perda de umidade, porém, como um parâmetro também influenciado por outros fatores como proteólise e teor de gordura (FOEGEDING; DRAKE, 2007), não foi observado alteração para dureza neste trabalho, nas variáveis testadas.

**Tabela 20** - Dureza dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Dureza (g)		Médias
	QCE	QSE	
5	1251,7±644,3 <sup>aA</sup>	1251,7±644,3 <sup>aA</sup>	1251,7±644,3 <sup>a</sup>
19	1255,6±412,5 <sup>aA</sup>	1845,2±1514,6 <sup>aA</sup>	1550,4±1044,0 <sup>a</sup>
33	2202,7±864,5 <sup>aA</sup>	1907,3±879,8 <sup>aA</sup>	2055,0±796,7 <sup>a</sup>
47	1757,2±392,5 <sup>aA</sup>	2124,4±483,1 <sup>aA</sup>	1940,8±442,1 <sup>a</sup>
Médias	1616,8±664,3 <sup>A</sup>	1782,2±888,7 <sup>A</sup>	1699,5±771,9

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

A dureza média encontrada neste trabalho equivale a 16,6 N. São valores altos se comparados aos encontrados por Costa Júnior et al. (2019), que encontrou 11,2 N apenas aos 60 dias de maturação de QMA do Campo das Vertentes.

### 5.5.2 Coesividade

Não houve diferença para a coesividade dos queijos entre os tratamentos com e sem embalagem, nem em relação ao tempo de maturação e interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ), como demonstrado na Tabela 21. A coesividade é a quantidade de deformação sofrida por um material antes da ruptura ao ser mordido completamente usando molares, ou a medida na qual a massa mastigada se mantém unida na boca (FOX *et al.*, 2017).

Neste trabalho nenhuma das variáveis foi capaz de alterar a coesividade. Costa Júnior *et al.* (2019) e Pereira (2019) encontraram valores menores e decrescentes em relação ao tempo, em seus trabalhos com QMA do Campo das Vertentes.

**Tabela 21** - Coesividade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Coesividade		Médias
	QCE	QSE	
5	0,840±0,053 <sup>a A</sup>	0,840±0,053 <sup>a A</sup>	0,840±0,053 <sup>a</sup>
19	0,831±0,036 <sup>a A</sup>	0,843±0,041 <sup>a A</sup>	0,837±0,035 <sup>a</sup>
33	0,839±0,032 <sup>a A</sup>	0,837±0,041 <sup>a A</sup>	0,838±0,033 <sup>a</sup>
47	0,819±0,055 <sup>a A</sup>	0,862±0,049 <sup>a A</sup>	0,841±0,052 <sup>a</sup>
Médias	0,832±0,039 <sup>A</sup>	0,845±0,041 <sup>A</sup>	0,839±0,040

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

### 5.5.3 Adesividade

Não houve diferença para a adesividade dos queijos entre os tratamentos com e sem embalagem e na interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ), no entanto a adesividade dos queijos variou com o tempo de maturação ( $P \leq 0,05$ ) como demonstrado na Tabela 22. A adesividade foi significativamente maior no início que ao longo da maturação. Sendo a força requerida para retirar a amostra do palato enquanto mastigada (FOX *et al.*, 2017), este resultado pode estar relacionado com a composição do queijo nos primeiros dias de fabricação, em especial com o maior teor de umidade.

**Tabela 22** - Adesividade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Adesividade (mJ)		Médias
	QCE	QSE	
5	0,062±0,012 <sup>a A</sup>	0,062±0,012 <sup>b A</sup>	0,062±0,012 <sup>a</sup>
19	0,025±0,010 <sup>b A</sup>	0,016±0,004 <sup>b A</sup>	0,021±0,008 <sup>b</sup>
33	0,027±0,018 <sup>b A</sup>	0,010±0,005 <sup>b A</sup>	0,018±0,015 <sup>b</sup>
47	0,018±0,010 <sup>b A</sup>	0,009±0,004 <sup>b A</sup>	0,014±0,008 <sup>b</sup>
Médias	0,033±0,021 <sup>A</sup>	0,024±0,024 <sup>A</sup>	0,029±0,022

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

A adesividade de QMA do Campo das Vertentes encontrado por Costa Júnior *et al.* (2019) está em torno de dez vezes a escala encontrada neste trabalho, que foi menor.

#### 5.5.4 Elasticidade

Não houve diferença para a elasticidade dos queijos entre os tratamentos com e sem embalagem e na interação entre tratamento e tempo ( $P > 0,05$ ), no entanto a elasticidade dos queijos variou com o tempo de maturação ( $P \leq 0,05$ ) como demonstrado na Tabela 23. A elasticidade, assim como a adesividade, foi significativamente maior no início que ao longo da maturação. A elasticidade é a altura que a amostra recupera entre o final da primeira compressão e o início da segunda compressão e fatores como teor de umidade, gordura e mesmo a proteólise podem interferir no resultado (FOEGEDING; DRAKE, 2007). Comportamento semelhante de diminuição da elasticidade ao longo da maturação de QMA do Campo das Vertentes foi encontrado em outros trabalhos (COSTA JÚNIOR *et al.*, 2019; PEREIRA, 2019)

**Tabela 23** - Elasticidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Elasticidade (mm)		Médias
	QCE	QSE	
5	1,79±0,02 <sup>a A</sup>	1,79±0,02 <sup>a A</sup>	1,79±0,02 <sup>a</sup>
19	0,84±0,05 <sup>b A</sup>	0,95±0,12 <sup>b A</sup>	0,89±0,10 <sup>b</sup>
33	0,88±0,14 <sup>b A</sup>	0,84±0,05 <sup>b A</sup>	0,86±0,10 <sup>b</sup>
47	0,83±0,05 <sup>b A</sup>	0,90±0,03 <sup>b A</sup>	0,86±0,06 <sup>b</sup>
Médias	1,08±0,43 <sup>A</sup>	1,12±0,41 <sup>A</sup>	1,10±0,41

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

#### 5.5.5 Mastigabilidade

A mastigabilidade é a quantidade de trabalho necessária para mastigar uma amostra sólida até o ponto de engoli-la, sendo relacionada com a dureza, a coesividade e a elasticidade (FOEGEDING; DRAKE, 2007). Não houve diferença para a mastigabilidade dos queijos entre os tratamentos com e sem embalagem, nem em

relação ao tempo de maturação e interação entre tratamento e tempo ( $P>0,05$ ), como demonstrado na Tabela 24. Este resultado pode ter sido influenciado pela dureza, que se comportou de forma igual quanto ao tempo de maturação e tratamentos.

Em Costa Júnior *et al.* (2019) também não houve variação durante a maturação ou entre os tratamentos para mastigabilidade. Já em Pereira (2019), a mastigabilidade de queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes maturados em temperatura ambiente diminui ao longo de 42 dias de maturação.

**Tabela 24** - Mastigabilidade dos queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes ao longo da maturação\*

Dias de maturação	Mastigabilidade (J)		Médias
	QCE	QSE	
5	0,019±0,011 <sup>aA</sup>	0,019±0,011 <sup>aA</sup>	0,019±0,011 <sup>a</sup>
19	0,009±0,004 <sup>aA</sup>	0,014±0,011 <sup>aA</sup>	0,011±0,008 <sup>a</sup>
33	0,016±0,008 <sup>aA</sup>	0,014±0,008 <sup>aA</sup>	0,015±0,007 <sup>a</sup>
47	0,012±0,004 <sup>aA</sup>	0,016±0,004 <sup>aA</sup>	0,014±0,004 <sup>a</sup>
Médias	0,014±0,007 <sup>A</sup>	0,015±0,008 <sup>A</sup>	0,015±0,007

\*Médias ± desvio padrão. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam que há diferença significativa entre as médias dos tratamentos, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam que há diferença significativa entre as médias nos tempos de maturação, pelo teste de Tukey ( $P\leq 0,05$ ). QCE – queijos com embalagem, QSE – queijos sem embalagem.

## 6. CONCLUSÃO

Foi observado que, com o uso da embalagem, o aspecto global dos queijos melhorou de uma forma geral. A embalagem foi efetiva em diminuir a perda de peso dos queijos artesanais durante todos os tempos analisados da maturação. A umidade dos queijos analisados aos 5 dias de fabricação os classifica como de média umidade e a gordura no extrato seco como queijos gordos. Não houve efeito do uso da embalagem no pH, atividade de água, índices de proteólise, adesividade, elasticidade, parâmetro de cor  $a^*$ , contagem de aeróbios mesófilos, enterobactérias, coliformes totais e termotolerantes dos queijos analisados; apenas o tempo de maturação foi responsável por diferenças nestas variáveis. Dureza, coesividade, mastigabilidade, gordura no extrato seco, parâmetros de cor  $L^*$  e  $b^*$  e contagem de *Staphylococcus aureus* não variaram nem em relação ao tempo, nem devido ao uso da embalagem nos queijos.

A umidade dos queijos diminuiu ao longo do tempo como o esperado, mas os queijos embalados tiveram significativamente maior umidade que os queijos sem embalagem. Com uma maior umidade nos queijos embalados, ocorreu uma diminuição de gordura e de proteína em relação ao queijo controle. A contagem de fungos filamentosos e leveduras aumentou com o tempo de maturação, mas aumentou menos no queijo embalado.

Dessa forma, uma vez que a embalagem permitiu que os principais fatores relacionados à maturação dos queijos Minas artesanais evoluíssem de forma semelhante ao tratamento controle, mas diminuindo a perda de peso e melhorando o aspecto global dos queijos, pôde-se concluir que a embalagem ativa DSM Pack-Age<sup>®</sup> foi efetiva para utilização em queijos Minas artesanais do Campo das Vertentes, melhorando suas características e mantendo a qualidade e maturação dos queijos, com possibilidade de agregação de valor e renda para os produtores.



## REFERÊNCIAS

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC Official Method 997.02 Yeast and mold counts in foods. *In*: HORWITZ, W. (ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 17. ed. 1. rev. Gaithersburg: AOAC International, 2002.

ARAÚJO, A. Mais seis cidades são reconhecidas como produtoras de Queijo Minas Artesanal. **Portal G1 Minas Gerais**, 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/04/19/mais-6-cidades-sao-reconhecidas-como-produtoras-de-queijo-minas-artesanal-veja-quais.ghtml> Acesso em: jun. 2022.

BARUQUI, A. M. *et al.* **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 96**: Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos da zona Campos das Vertentes – MG. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

BISULCA, C. *et al.* Variation in the deterioration of fossil resins and implications for the conservation of fossils in amber. **American Museum Novitates**, n. 3734, 19 p., 2012.

BRAGA, L. R.; SILVA, F. M. Embalagens ativas: Uma nova abordagem para embalagens alimentícias. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 4, p. 170-186, 2017.

BRAGA, M. A. C. **Produção artesanal do queijo de leite cru**: Dilemas do desenvolvimento agrícola brasileiro. 2018. 214 f. Tese (Doutorado em Direito Econômico e Financeiro) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

BRASIL. Decreto nº 9.918 de 18 de julho de 2019. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 138, p. 04, 19 jul. 2019a.

BRASIL. Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019. Dispõe sobre a elaboração e a comercialização de queijos artesanais e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 138, p. 01, 19 jul. 2019b.

BRASIL. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 114, p. 02, 15 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**: seção 1, Brasília, DF, n. 48, p. 3977, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 239, p. 8, 14 dez. 2006.

BRODY, A. L.; STRUPINSKY, E. R.; KLINE, L. R. **Active Packaging for Food Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2001.

BRUMANO, E. C. C. **Impacto do tipo de fermento endógeno na qualidade e tempo de maturação do queijo Minas artesanal produzidos em propriedades cadastradas pelo IMA (Instituto Mineiro de Agropecuária) na região do Serro - MG**. 2016. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2016.

CABRINI, C. C. **Influência do fermento natural sobre as características microbiológicas, físico-químicas e perfil de textura do queijo minas artesanal da região Campo das Vertentes**. 2017. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, 2017.

CAMPOS, G. Z. **Avaliação Microbiológica dos queijos Minas artesanais provenientes da Serra da Canastra durante e após o período de maturação**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. *et al.* Evaluation of an alternative for manufacture of artisanal Minas cheese from micro-region of Campo das Vertentes, using pasteurized milk and industrial dairy cultures. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 74, n. 3, p. 171-184, 2019.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. *et al.* Maturação do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes e os efeitos dos períodos seco e chuvoso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 2, p. 111-120, 2014.

COSTA JÚNIOR, L. C. G. **Métodos físico-químicos para controle de qualidade em leite e produtos lácteos**. 1. ed. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2020. *E-book*. 681 p.

COSTA, R. G. B. *et al.* Os queijos Minas artesanais – uma breve revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 8, e16911830012, 2022.

COSTA, R. G. B. *et al.* Queijos de casca lavada – uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 369, p. 26-31, 2009.

CUI, H. *et al.* Improving anti-listeria activity of cheese packaging via nanofiber containing nisin-loaded nanoparticles. **LWT - Food Science and Technology**, v. 81, p. 233-242, 2017.

DANNENBERG, G. S. *et al.* Essential oil from pink pepper as an antimicrobial component in cellulose acetate film: Potential for application as active packaging for sliced cheese. **LWT - Food Science and Technology**, v. 81, p. 314-318, 2017.

DARNAY, L. *et al.* Effect of different O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> permeable foils on aging of semi-hard goat cheese. **International Dairy Journal**, v. 90, p. 114-118, 2019.

DIAS, B. F. *et al.* Qualidade microbiológica e físico-química de queijo Minas frescal artesanal e industrial. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 3, p. 57-64, 2016.

DSM Pack Age®. **Product specification sheet**. 2019. Disponível em: [https://www.dsm.com/food-beverage/en\\_US/ingredients/dairy/cheese/package.html](https://www.dsm.com/food-beverage/en_US/ingredients/dairy/cheese/package.html)

DUVAL, P. *et al.* Changes in biochemical and sensory parameters in industrial blue-veined cheeses in different packaging. **International Dairy Journal**, v. 77, p. 89-99, 2016.

EMATER – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Governo de Minas reconhece a região Entre Serras da Piedade ao Caraca como produtora de queijo Minas artesanal**. Belo Horizonte, 2022. Disponível em: [https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/governo-de-minas-reconhece-a-regiao-entre-serras-da-piedade-ao-caraca-como-produtora-de-queijo-minas-artesanal/?flagweb=novosite\\_pagina\\_interna\\_noticia&id=26385](https://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/governo-de-minas-reconhece-a-regiao-entre-serras-da-piedade-ao-caraca-como-produtora-de-queijo-minas-artesanal/?flagweb=novosite_pagina_interna_noticia&id=26385)  
Acesso em: jun 2022.

EMATER – EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: [http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site\\_tpl\\_queijo&id=3299](http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_queijo&id=3299)  
Acesso em: jan. 2020.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Queijo Minas artesanal** – Principais problemas de fabricação: Manual técnico de orientação ao produtor. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. 40 p.

FERREIRA, E. G.; FERREIRA, C. L. L. F. Implicações da madeira na identidade e segurança de queijos artesanais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 66, n. 381, p. 13-20, 2011.

FERREIRA, M. P. F. **Embalagens ativas para alimentos**: Caracterização e propriedades. 2012. Tese (Doutorado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

FOEGEDING, E. A.; DRAKE, M. A. Invited Review: Sensory and mechanical properties of cheese texture. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 4, p. 1611-1624, 2007.

FOX, P. F. *et al.* **Dairy Chemistry and Biochemistry**. 2. ed. New York: Springer, 2017.

HOOFT, C. Pack-Age, an innovative packaging concept for naturally ripening cheese. **European Dairy Magazine**, n. 7, p. 16-17, 2009.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6579-1:2017**. Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* – Part 1: Detection of *Salmonella* spp. 1. ed. Genebra: ISO, 2017.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 11290-1:2017**. Microbiology of the food chain – Horizontal method for the detection and

enumeration of *Listeria monocytogenes* and of *Listeria* spp. – Part 1: Detection method. 2. ed. Geneva: ISO, 2017.

JAFARZADEH, S. *et al.* Application of antimicrobial active packaging film made of semolina flour, nano zinc oxide and nano-kaolin to maintain the quality of low-moisture mozzarella cheese during low-temperature storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 6, p. 2716-2725, 2019.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern Food Microbiology**. 7. ed. New York: Springer Science, 2005.

LOPES, V. C. Qualidade microbiológica de queijos tipo Minas comercializados em Belo Horizonte, MG, Brasil. **Infarma Ciências Farmacêuticas**, v. 32, n. 4, p. 344-352, 2020.

McSWEENEY, P. L. H. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, v. 27, n. 2/3, p. 127-144, 2004.

MEDVEĐOVÁ, A.; VALÍK, L. *Staphylococcus aureus*: Characterisation and quantitative growth description in milk and artisanal raw milk cheese production. *In*: EISSA, A. A. (ed.). **Structure and Function of Food Engineering**. London: IntechOpen; 2012. cap. 4, p. 71-102.

MELO, A. C. A.; SILVA, E. L. Queijo Minas artesanal: Patrimônio brasileiro proibido e oportunidade para o desenvolvimento do turismo rural em Serro/MG. *In*: FÓRUM INTERNACIONAL DE TURISMO DO IGUAÇU, 8., 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: Secretaria Municipal de Turismo, 2014.

MENESES, J. N. C. **Queijo Artesanal de Minas**: Patrimônio Cultural do Brasil. Dossiê Interpretativo. v. 1. Belo Horizonte: IPHAN, 2006.

MINAS GERAIS. Decreto nº 42.645, de 05 de junho de 2002. Aprova o Regulamento da Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. **Minas Gerais Diário do Executivo**: col 2, Belo Horizonte, MG, p. 18, 06 jun 2002a.

MINAS GERAIS. Decreto nº 44.864, de 01 de agosto de 2008. Altera o Regulamento da Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de Queijo Minas Artesanal. **Minas Gerais Diário do Executivo**: col 2, Belo Horizonte, MG, p. 01, 02 ago 2008.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá outras providências. **Minas Gerais Diário do Executivo**: col 2, Belo Horizonte, MG, p. 03, 01 fev 2002b.

MINAS GERAIS. Lei Estadual nº 23.157, de 18 de dezembro de 2018. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais. **Minas Gerais Diário do Executivo**: col 1, Belo Horizonte, MG, p. 01, 19 dez. 2018.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA). Portaria nº 1.022 de 03 de novembro de 2009. **Identifica a Região do Campo das Vertentes como produtora do Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte: IMA, 2009.

MORENO, V. J. **Caracterização física e físico-química do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes**. 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2013.

OLIVEIRA, L. G. **Caracterização microbiológica e físico-química durante a maturação em diferentes épocas do ano de queijo Minas artesanal de produtores cadastrados da mesorregião de Campo das Vertentes – MG**. 2014. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

PAIVA, P. H. C. **Tratamento da casca de queijo Canastra com resina e seus efeitos durante a maturação e na qualidade como forma de melhorar o aspecto e de agregar valor ao produto**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PAULA, J. J. C.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Princípios básicos de fabricação de queijo: Do histórico à salga. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367/368, p. 19-25, 2009.

PEREIRA, D. A. **Efeito de diferentes condições de maturação nas características de queijo Minas artesanal**. 2019. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

PICOLI, S. U *et al.* Quantificação de coliformes, *Staphylococcus aureus* e mesófilos presentes em diferentes etapas da produção de queijo fresco de leite de cabra em laticínios. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 1, p. 64-69, 2006.

PINTO, M. S. **Efeito da microbiota endógena e da nisina sobre *Listeria sp.* e *Staphylococcus aureus* em queijo Minas artesanal do Serro**. 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

PRASAD, P.; KOCCHAR, A. Active packaging in food industry: A review. **IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology**, v. 8, n. 5, p. 01-07, 2014.

REBELLO, F. F. P. Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos – Revisão. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, p. 156-164, 2009.

RESENDE, E. C. **Aspectos sensoriais e microbiológicos do queijo Minas artesanal da microrregião Campo das Vertentes**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

ROTOLO, T. M.S. A batalha do queijo: Um estudo sobre os dilemas da produção de queijo artesanal na Serra da Canastra. **Revista Eixo - Dossiê Cultura e Alimentação**, v. 8, n. 1, p. 43-50, 2019.

SÁ, L. F. C. *et al.* Qualidade microbiológica do queijo Minas artesanal do Campo das Vertentes. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.11, p. 110013-110028, 2021.

SALAÜN, F.; MIETTON, B.; GAUCHERON, F. Buffering capacity of dairy products. **International Dairy Journal**, v. 15, p. 95-109, 2005.

SARDARODIYAN, M.; MAHDIAN, E. Active packaging systems for a modern society. **International Journal of Pharm Tech Research**, v. 9, n. 7, p 357-363, 2016.

SINGH, A. *et al.* Microbial, physicochemical, and sensory analyses-based shelf life appraisal of white fresh cheese packaged into PET waste-based active packaging film. **Journal of Packaging Technology and Research**, v. 2, p. 125-147, 2018.

SINGH, P.; WANI, A. A.; SAENGERLAUB, S. Active packaging of food products: Recent trends. **Nutrition & Food Science**, v. 41, n. 4, p. 249-260, 2011.

SOARES, N. F. F *et al.* Novos desenvolvimentos e aplicações em embalagens de alimentos. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 370-378, 2009.

SOBRAL, D. **Efeito da nisina na contagem de *Staphylococcus aureus* e nas características do queijo Minas artesanal da região de Araxá**. 2012. 100 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

SOBRAL, D. *et. al.* Principais defeitos em queijo Minas artesanal: Uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 2, p. 108-120, 2017a.

SOBRAL, D. *et. al.* Principais defeitos de queijos Minas artesanais fabricados na região da Canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 3, p. 174-183, 2017b.

SOUSA, M. J.; ARDÖ, Y.; McSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327-345, 2001.

SOUZA, V. G. L. **Desenvolvimento de bio-nanocompósitos de quitosano/montmorilonite incorporados com extratos naturais como embalagens ativas para alimentos**. 2018. 229 f. Tese (Doutorado em Qualidade Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 2018.

VERMEIREN, L. *et al.* Developments in the active packaging of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, p. 77-86, 1999.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. (ed.). **Dairy Science and Technology**. 2. ed. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006.

WYRWA, J.; BARSKA, A. Innovations in the food packaging market: Active packaging. **European Food Research and Technology**, v. 243, p. 1681-1692, 2017.

YILDIRIM, S. *et al.* Active Packaging Applications for Food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, p. 165-199, 2018.

ZUILEN, D. **Case Study 2 - Tackling Food Loss and Waste**. Geneva: World Business Council for Sustainable Development, 2019. Disponível em: [https://docs.wbcsd.org/2019/07/WBCSD-Case-study\\_DSM.pdf](https://docs.wbcsd.org/2019/07/WBCSD-Case-study_DSM.pdf) Acesso em jul. 2022.