

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO SUDESTE DE MINAS GERAIS – CAMPUS RIO POMBA**

**LUAN RODRIGO MARCIANO  
THAIZA TEIXEIRA DE ALMEIDA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS  
ARTESANAL DO SERRO REVESTIDO COM BIOPOLÍMEROS**

**RIO POMBA**

**2017**

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – IFET/RP**  
**Bibliotecária: Ana Carolina Souza Dutra CRB 6 / 2977**

M319c Marciano, Luan Rodrigo.

Caracterização físico-química de queijo Minas artesanal do Serro revestido com biopolímeros. / Luan Rodrigo Marciano; Thaiza Teixeira de Almeida. – Rio Pomba, 2017.

46f.; il.

Orientador: Profª. Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto.

Trabalho de Conclusão (Graduação) - Graduação em Tecnologia em Laticínios - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

CDD:637.3

**LUAN RODRIGO MARCIANO  
THAIZA TEIXEIRA DE ALMEIDA**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS  
ARTESANAL DO SERRO REVESTIDO COM BIOPOLÍMEROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Campus Rio Pomba, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Graduação em Tecnologia em Laticínios para a obtenção do título de Tecnólogo em Laticínios.

Orientador(a):

Prof.<sup>a</sup> Wellingta Cristina Almeida do Nascimento  
Benevenuto

Coorientadores:

Prof. José Manoel Martins

Prof. Cleuber Antonio de Sá Silva

**RIO POMBA**

**LUAN RODRIGO MARCIANO**  
**THAIZA TEIXEIRA DE ALMEIDA**

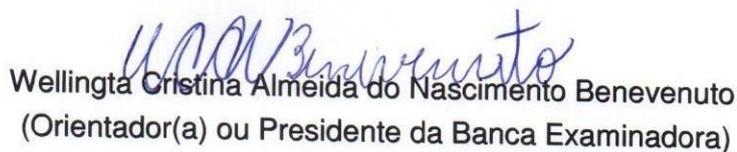
**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS  
ARTESANAL DO SERRO REVESTIDO COM BIOPOLÍMEROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas – Campus Rio Pomba, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Graduação em Tecnologia em Laticínios para a obtenção do título de Tecnólogo em Laticínios.

APROVADOS: 04 de dezembro de 2017.

  
José Manoel Martins

  
Cleuber Antonio de Sá Silva

  
Wellingtá Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto  
(Orientador(a) ou Presidente da Banca Examinadora)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua luz que sempre iluminou o meu caminho, mesmo nas vezes em que nele eu não confiava.

Ao meu eterno melhor amigo Adão Pinheiro, *in memoriam*, que me mostrou o significado da palavra família.

À minha mãe de criação, Altiva, e a meu pai, Geraldo, que me deram apoio e incentivo nas horas difíceis.

À Jully, minha cachorra, que sempre atenta e com amor no olhar não me deixou desistir.

Ao Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, pela oportunidade da realização do curso e por disponibilizar a infraestrutura.

Ao Instituto Politécnico da Guarda e a Cooperativa de Produtores Rurais do Serro LTDA, pela doação dos materiais.

Aos meus amigos de Viçosa, que sempre estiveram ao meu lado e apoiaram meu sonho.

Aos amigos que fiz nesses três anos em Rio Pomba, em especial aos meus amigos de república, que estiveram comigo em todos os momentos dessa jornada.

Agradeço a professora Wellingta Benevenuto, responsável pela orientação desse trabalho. Também sou grato aos professores Jose Manoel Martins e Cleuber de Sá pela co-orientação.

Agradeço a minha parceira Thaiza, e a Beatriz e Laíse que juntos desenvolvemos este trabalho com tanta dedicação.

Aos laboratoristas que passaram seu conhecimento e nos ajudaram em todas as fazes da nossa empreitada. Agradeço a todo o Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG.

Aos demais, que de alguma forma participaram e não foram citados, deixo meu muito obrigado.

Luan Rodrigo Marciano

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pois sem ele não chegaria a lugar algum.

A minha família, meus pais Neuza e Luiz, meus irmãos Thiago e Thomaz e aos meus sobrinhos Gabriel e Arthur, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando.

Ao meu namorado Luiz Gustavo, por ser meu alicerce e nunca deixar eu desistir, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Campus Rio Pomba, pela oportunidade da realização do curso e por disponibilizar a infraestrutura.

Ao Instituto Politécnico da Guarda, juntamente com a professora Paula Coutinho, pela oportunidade de ter iniciado este trabalho e ter me doado material para continua-lo aqui no Brasil.

A Cooperativa de Produtores Rurais do Serro, LTDA, por ter me doados os queijos que foram trabalhados.

A professora Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto, pela orientação, pelos ensinamentos e apoio. Aos membros da banca, professor José Manoel Martins e professor Cleuber de Sá pela co-orientação.

À todos os professores do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG. Aos laboratoristas que passaram seu conhecimento e nos ajudaram em todas as fases da nossa empreitada.

Agradeço ao meu parceiro Luan, e a Beatriz e Laíse que juntos desenvolvemos este trabalho com tanta dedicação.

Não poderia deixar de agradecer a todos os meus amigos que também estiveram envolvidos com esse trabalho, principalmente a Isabella, Dalila, Juliano e Luzia que de uma maneira ou de outra também fizeram parte da equipe.

Aos demais que ajudarem e não foram citados, também deixo o meu muito obrigado.

Thaiza Teixeira de Almeida

# **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE QUEIJO MINAS ARTESANAL DO SERRO REVESTIDO COM BIOPOLÍMEROS**

## **Resumo**

**Luan Rodrigo Marciano  
Thaiza Teixeira de Almeida**

**Dezembro, 2017**

**Orientador:** Prof<sup>(a)</sup> Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

O estado de Minas Gerais é o maior produtor de queijos do Brasil e entre sua grande variedade produzida, destaca-se o queijo Minas artesanal (QMA). Um fator determinante para a qualidade destes queijos é a maturação, que promove alterações nas características físico químicas e microbiológicas, trazendo benefícios. A utilização de biopolímeros como cobertura em queijos visa aumentar a segurança microbiológica e a qualidade do produto, contribuindo para a segurança alimentar, possibilitando as trocas necessárias com o meio para que a maturação aconteça. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físico-químicas do QMA do Serro quando revestidos com biopolímeros de quitosano e konjac. Os queijos analisados foram doados pela Cooperativa dos Produtores do Serro. O quitosano foi preparado na concentração de 3%, sendo solubilizado em ácido acético a 1%. O konjac foi preparado na concentração de 1% e solubilizado em água destilada. Os polímeros foram aplicados com auxílio de uma espátula, que foram armazenados em BOD a 17°C e URA de 78%, sendo analisados nos tempos 3, 10, 17 e 24 dias, o trabalho foi seguido de três repetições. O trabalho foi acompanhado de queijo controle, onde não houve aplicação de polímero. Foram avaliados os parâmetros pH, atividade de água ( $A_w$ ), acidez, perda de peso, cor, nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS pH 4,6), nitrogênio solúvel em tricloroacético 12% (NS TCA12%), nitrogênio total (NT) e perfil de textura (TPA). Para os parâmetros pH,  $A_w$ , acidez, perda de peso, cor, NS pH 4,6, NS TCA12%, IEM, IPM e TPA não houve interações significativas entre tratamentos e dias de armazenamento ( $P > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo de tratamento ( $P > 0,05$ ), o que indica que a utilização dos diferentes polímeros não promoveu efeito sobre a maturação. Entretanto foi verificado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) do período de armazenamento para todos parâmetros analisados. Estas alterações já eram esperadas devido as alterações sofridas pelos queijos durante seu período de maturação. Diferentemente dos outros resultados, houve interação significativa entre tratamento e dias ( $P < 0,05$ ) para o resultado de nitrogênio total, sendo encontrada diferença significativa entre os queijos com konjac e os demais. Dentre os parâmetros avaliados, somente o nitrogênio total que apresentou interação tratamentos e dias ( $p < 0,05$ ), verificando que a aplicação

dos biopolímeros não promoveu alterações nos queijos, não alterando as características durante o período de maturação. Entretanto novos estudos necessitam ser feitos para avaliar seu efeito sobre as características microbiológicas e sensoriais dos queijos.

Palavras-Chave: Quitosano, Konjac, Queijo Artesanal

# PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF CHEESE SERRO WITH BIOPOLYMERS

## Abstract

The Minas Gerais state is the largest producer of cheese in Brazil and among its great variety produced, stands out the Minas Artesanal cheese (QMA). A determinant factor for the quality of these cheeses is maturing, which promotes changes in the physicochemical characteristics and microbiological, bringing benefits. The use of biopolymers as a coating on cheeses aims to increase microbiological safety and product quality, contributing to food safety and should enable the necessary exchanges with the environment for maturation to take place. The objective of this work was to evaluate the physico-chemical characteristics of QMA of Serro when coated with biopolymers of Chitosan and Konjac. Materials and Methods: The analyzed cheeses were donated by Cooperativa dos Produtores de Serro. Chitosan was prepared at 3% concentration and solubilized in 1% acetic acid. The konjac was prepared at 1% concentration and solubilized in distilled water. The polymers were applied with a spatula on the cheeses, which were stored in BOD at 17°C, and the work was analyzed at 3, 10, 17 and 24 days, followed by three replicates. The work was accompanied by control cheese, where there is no polymer application. PH, water activity ( $A_w$ ), acidity, weight loss, color, soluble nitrogen at pH 4.6 (NS pH 4.6), soluble nitrogen in 12% trichloroacetic acid (NS TCA12%), total nitrogen (NT), maturity extension index (IEM), maturity depth index (MPI) and texture profile (TPA). results: pH,  $A_w$ , acidity, weight loss, color, NS pH 4.6, NS TCA12%, IEM, IPM and TPA did not present significant interactions ( $P > 0,05$ ) between treatments and storage days, besides, there was no significant treatment ( $P > 0,05$ ) effect, indicating that the use of the different polymers had no effect on maturation. However, a significant effect ( $P < 0.05$ ) of the storage period was observed for these analyzed parameters. These changes were already expected due to changes in cheeses during their maturation period. Differently from the other results, there was a significant interaction between treatment and days ( $P < 0.05$ ) for the total nitrogen result, and a significant difference was found between the cheeses with Konjac and the others. Conclusion: Among the evaluated parameters, only the total nitrogen that had interaction treatments and days, verifying that the application of the biopolymers did not promote changes in the cheeses, not influencing the maturation period. However, new studies need to be done, such as microbiological and sensory, so that it can be proven that biopolymers can be used to improve microbiological quality, without influencing the maturation of cheeses.

Key-words: Chitosan, Konjac, Artesanal cheese

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aplicação de coberturas comestíveis pelos métodos de imersão (A) e de pulverização (B) .....	5
Figura 2 - Representação da estrutura molecular primária da quitina e da quitosano .....	6
Figura 3 - Aplicações do quitosano na indústria de alimentos .....	7
Figura 4 – Evolução do teor de nitrogênio total das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação .....	21

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Propriedades avaliadas das análises de perfil de textura .....	13
Tabela 2 - Resultados médios de pH, Aw, acidez e perda de peso dos valores das amostras de queijo Minas artesanal do Serro ao longo período de maturação .....	15
Tabela 3 - Resultados médios dos valores de Aw das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação .....	15
Tabela 4 - Resultados médios dos valores de pH das amostras de queijo ao longo do período de maturação .....	16
Tabela 5 - Resultados médios dos valores de porcentagem de ácido láctico de QMA do Serro no decorrer do período de maturação .....	18
Tabela 6 - Percentual médio da perda de peso das amostras de QMA d Serro durante a maturação .....	19
Tabela 7 - Determinação de nitrogênio solúvel em pH 4,6, Nitrogênio solúvel em tca 12%, nitrogênio total (NT), índice de extensão de maturação (IEM) e índice de profundidade de maturação (IPM) .....	19
Tabela 8 - Resultados médios dos valores de nitrogênio total das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação e dos tratamentos aplicados .....	20
Tabela 9 - Resultados médios dos valores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12% das amostras de queijo ao longo do período de maturação .....	21
Tabela 10 - Resultados médios dos valores de IEM e IPM das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação .....	23
Tabela 11 - Resumo da análise de variância dos valores de cor interno (L, a*, b*) e externo (L, a*, b*) de QMA do Serro durante a maturação .....	24
Tabela 12 - Média dos valores de cor a* e b* internos para QMA do Serro durante a maturação .....	25
Tabela 13 - Média dos valores encontrados para L (interno e externo) e para os valores de A e B externos de QMA do Serro durante a maturação .....	26

Tabela 14 - Resumo da análise de variância das médias dos valores das análises de perfil de textura, representados por dureza, mastigabilidade, elasticidade e coesividade de QMA do Serro durante maturação (unidade). .....	26
Tabela 15 - Resultados médios para os parâmetros de mastigabilidade e coesividade (Unidade) .....	27
Tabela 16 - Resultados médios dos valores de Dureza das amostras de queijo ao longo do período de maturação juntar com tabela de elasticidade .....	27
Tabela 17 - Resultados médios dos valores de elasticidade das amostras de queijo ao longo do período de maturação de QMA do Serro .....	28

## Sumário

AGRADECIMENTOS .....	iii
Resumo .....	vi
Abstract.....	viii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	ix
Sumário .....	xi
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Queijo Artesanal do estado de Minas Gerais.....	3
2.2. Queijo Artesanal do Serro .....	3
2.3. Filmes e revestimento de biopolímeros .....	4
2.4. Quitosano.....	6
2.5. Konjac.....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo Geral .....	9
3.2. Objetivos específicos .....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4.1. Amostragem.....	10
4.2. Preparação das películas .....	10
4.2.1. Quitosano.....	10
4.2.2. Konjac .....	11
4.3. Análises físico-químicas .....	11
4.3.1. Atividade de água.....	11
4.3.2. pH e acidez titulável .....	11
4.3.3. Perda de peso.....	12
4.3.4. Cor.....	12
4.3.5. Determinação de compostos nitrogenados.....	12
4.3.6. Análise de perfil de textura (TPA).....	13
4.4. Delineamento Experimental .....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
5.1. Atividade de água.....	15
5.2. pH e acidez titulável .....	16
5.2.1. pH .....	16
5.2.2. Acidez titulável .....	17
5.3. Perda de peso.....	18
5.4. Análises de compostos nitrogenados .....	19
5.4.1. Nitrogênio total .....	20
5.4.2. Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 e Nitrogênio Solúvel em TCA12%.....	21
5.4.3. Índices de extensão e profundidade de maturação.....	23
5.5. Cor.....	24
5.6. Avaliação de perfil de textura (TPA) .....	26
6. CONCLUSÃO .....	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais destaca-se por ser o estado de maior produção de queijos do Brasil, possuindo elevada produção de queijos artesanais, caracterizados pela utilização de leite cru e soro fermento, conhecido como “pingo”, o qual é coletado durante a salga dos queijos e fermentado até o dia posterior, quando será utilizado na próxima fabricação.

Metade de todo o queijo artesanal de Minas Gerais é produzida nas regiões do Serro, Cerrado, Serra da Canastra e Araxá, reconhecidas como tradicionais (ABREU, 2015).

Além dos benefícios físico-químicos e sensoriais, a maturação do queijo artesanal recém-fabricado contribui à segurança do produto final, tendo em vista que algumas transformações, como redução da atividade de água e formação de compostos nitrogenados, torna a matriz inapropriada ao desenvolvimento e a sobrevivência de patógenos.

Assim, a maturação do queijo Minas artesanal é uma etapa de fundamental importância, pois além de promover alterações físico-químicas e sensoriais benéficas e responsáveis pela caracterização dos produtos, contribui para sua segurança microbiológica.

Esta etapa ocorre em temperatura ambiente sendo os produtos mantidos sem embalagem, o que gera uma série de modificações, como perda de umidade, desenvolvimento de fungos, sendo necessário também a manutenção dos produtos com viragens constantes a realização da raspagem da casca. A manutenção durante a maturação demanda mão de obra, além de excessivo manuseio, que pode acarretar em contaminação.

A utilização de biopolímeros em alimentos, como coberturas, camadas de isolamento ou embalagem primária torna-se uma alternativa atraente para a aplicação em queijo Minas artesanal na tentativa de melhorar a apresentação dos produtos e as condições de manutenção do processo de maturação.

Os filmes produzidos a partir de biopolímeros visam aumentar a segurança microbiológica, a qualidade, a estabilidade e a aparência dos produtos alimentícios, de forma a prolongar sua vida útil (PORTA, 2011).

Para avaliar a possibilidade de utilização destes revestimentos em queijo Minas artesanal é necessário verificar o desenvolvimento dos parâmetros

envolvidos na maturação uma vez que estes irão conferir características peculiares ao produto. Revestimentos que impossibilitam as trocas necessárias entre os meios internos e externos poderão levar à formação de produtos que não apresentam as características desejáveis.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da aplicação de dois diferentes biopolímeros, à base de quitosano e konjac, nas características físicas e físico-químicas de queijos artesanais do Serro, durante o período de maturação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Queijo Artesanal do estado de Minas Gerais**

De acordo com a Lei nº 14.185, regulamentada pelo Decreto 42.645 de 05 de junho de 2002, “é considerado queijo Minas artesanal o queijo que apresente consistência firme, cor e sabor próprios, massa uniforme, isenta de corantes e conservantes, com ou sem olhaduras mecânicas, elaborado a partir do leite integral de vaca fresco e cru, retirado e beneficiado na propriedade de origem”. Destacando-se ainda que “o queijo Minas artesanal confeccionado conforme a tradição histórica e cultural da área demarcada onde for produzido receberá certificação diferenciada” (MINAS GERAIS, 2002).

Minas Gerais é o maior estado produtor de queijo, tendo uma elevada produção de queijos artesanais, caracterizada pela produção familiar. No estado, existem aproximadamente 30 mil produtores artesanais, sendo 10 mil das principais regiões: Araxá, Canastra, Cerrado, Serro e Campo das Vertentes (TEODORO et al., 2013).

No início do século, o queijo Minas artesanal passou a ser destaque, devido a um dossiê, concedendo a ele o status de patrimônio imaterial, fazendo com que este produto fosse mais valorizado e difundido, já que eram pouco conhecidos. Este documento foi entregue ao governo de Minas, o que facilitou o tombamento do QMA pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA – MG) (MERGAREJO NETTO, 2011).

Devido à grande repercussão e o interesse de outras regiões em participarem deste tombamento, o título estendeu-se a âmbito nacional, fazendo com que os queijos regionais fossem reconhecidos pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), sendo também reconhecidos pela UNESCO como Patrimônio Imaterial (MERGAREJO NETTO, 2011).

### **2.2. Queijo Artesanal do Serro**

O queijo Minas artesanal do Serro é um produto processado de leite cru e com a utilização do pingo, fermento natural obtido do soro que sai do próprio queijo. Após a salga, este soro é recolhido e utilizado na fabricação do próximo

queijo. O momento de coleta não é aleatório, pois o sal auxilia no controle da microbiota patogênica, garantindo a qualidade sanitária do fermento. Por ser fabricado com leite cru, o período de maturação do queijo Minas artesanal do Serro é um fator determinante para garantir a qualidade do produto, pois é ele que determina se no queijo estão presentes microrganismos benéficos ou prejudiciais à saúde humana (PINTO et al, 2011).

Da região produtora do queijo do Serro, fazem parte os municípios de Serro, Alvorada de Minas, Conceição do Mato Dentro, Dom Joaquim, Materlândia, Paulistas, Rio Vermelho, Sabinópolis, Santo Antônio do Itambé, Serra Azul de Minas e Coluna (ABREU, 2015).

A especificidade do queijo do Serro, está relacionada a uma série de fatores físicos e naturais, como altitude, clima, vegetação, solo, alimentação das vacas e relevo, que revelam uma condição específica de pastagem. O desenvolvimento de microrganismos típicos desta região também auxilia na maturação dos queijos, deixando-os com uma característica peculiar. Além destes fatores, há uma influência sociocultural, pois as fabricações são, ainda hoje, artesanais (MERGAREJO NETTO, 2011).

A Instrução Normativa nº 57 permite aos queijos artesanais maturação por período inferior a 60 dias, desde que estudos técnico-científicos comprovem a adequação do produto à legislação (BRASIL, 2011).

Segundo Martins (2006), foi estabelecido que o tempo de maturação necessário para que os queijos atingissem padrões microbiológicos exigidos por legislação seriam de 17 dias, à temperatura ambiente.

### **2.3. Filmes e revestimento de biopolímeros**

Biopolímeros são polímeros formados durante o desenvolvimento de organismos vivos, sendo formados por processos metabólicos, tendo capacidade de serem degradados e de liberar compostos orgânicos. Por esta razão, são considerados como fonte alternativa para substituir as embalagens plásticas derivadas no petróleo (VILLADIEGO, 2004).

Dentre os biopolímeros naturais, os que mais se destacam são os derivados de polissacarídeos e das proteínas, pois são abundantes na natureza, além de serem capazes de formar uma matriz resistente (VILLADIEGO, 2004).

Segundo Krochta (2002), os filmes são definidos como finas camadas que podem ser aplicados como coberturas, camadas de isolamento ou embalagens, sendo utilizadas para envolver produtos. Filmes biodegradáveis são as matérias-primas mais econômicas, devido ao seu baixo custo e alta disponibilidade na natureza. Apresentam ainda vantagens, como serem consumidas junto aos produtos, além de poderem carrear compostos antimicrobianos e/ou antioxidantes (PRANOTTO et al., 2005).

Os revestimentos baseiam-se na formação dos filmes aplicados diretamente na superfície dos produtos, considerado como uma cobertura adicional, sendo parte do produto final (KROCHTA, 2002). Podem ser aplicadas por imersão ou pulverização (Figura 1) ou com utilização de espátulas.

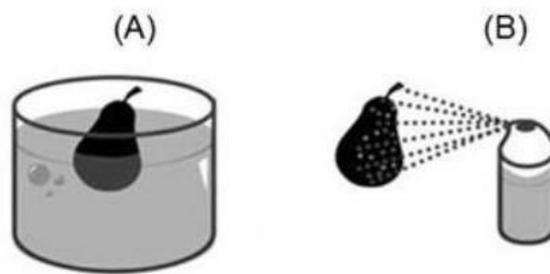


Figura 1 - Aplicação de coberturas comestíveis pelos métodos de imersão (A) e de pulverização (B)

Fonte: Pagno (2016).

Os revestimentos são de variadas espessuras, formadas por diferentes substâncias naturais e/ou sintéticas que se polimerizam e isolam o produto, sem riscos à saúde humana, pois são metabolizadas pelo trato gastrointestinal, sendo biocompatíveis (PAGNO, 2016).

Os filmes produzidos a partir de biopolímeros visam aumentar a segurança microbiológica, a qualidade, a estabilidade e a aparência dos produtos alimentícios, de forma a prolongar sua vida útil (PORTA, 2011). Devido a essas características há uma tendência na utilização de biopolímeros pela indústria alimentícia. Dentre os biopolímeros mais utilizados pelas indústrias, destacam-se: o quitosano, konjac, xantana, alginato, zeína, polímero de amido, polilactatos etc.

Tal tendência faz com que estudos promissores sejam desenvolvidos. Oliveira (2015) verificou a bioatividade de quitosano como cobertura comestível

em queijos de coalho na inibição de *Listeria monocytogenes*. Pereira (2016) avaliou a zeína como matriz biopolimérica e uma blenda de óleo essencial de alho e tomilho como plastificante, flavorizante e antimicrobiano aplicados em mozzarelas. Pagani et al. (2012) estudaram a influência da aplicação de revestimentos comestíveis a base de parafina fundida, pigmentada com 3% de açafrão e com soluções alcoólicas formadas com 3% de açafrão e 3% de fucsina no queijo coalho, com a finalidade de aumentar sua vida de prateleira.

## 2.4. Quitosano

O quitosano é um polissacarídeo linear catiônico, obtido da desacetilação da quitina (Figura 2), derivado do exoesqueleto dos artrópodes e insetos, mas também encontrado nas paredes celulares de fungos e na concha de crustáceos, sendo muito abundantes na natureza. É insolúvel em água, e obtido a partir da desacetilação da quitina, com a transformação de grupos acetilas em grupos aminos livres, podendo ser protonados em ácidos. Assim, para o preparo da solução de quitosano é necessário a adição de um ácido, seja ele acético, cítrico, ascórbico, entre outros (PAGNO, 2016).

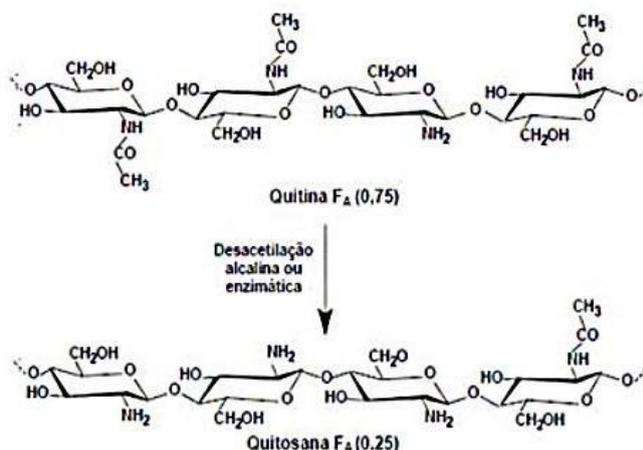


Figura 2 - Representação da estrutura molecular primária da quitina e da quitosano

Fonte: Pagno (2016).

Segundo Fai et al. (2008) quitosano apresenta grande variedade de aplicações na indústria de alimentos. Pode ser utilizado como aditivo, com

funções emulsificante, emulsificante e antioxidante. Também podem ser aplicados para embalagens ativas, além de outras funções, expressas na Figura 3.

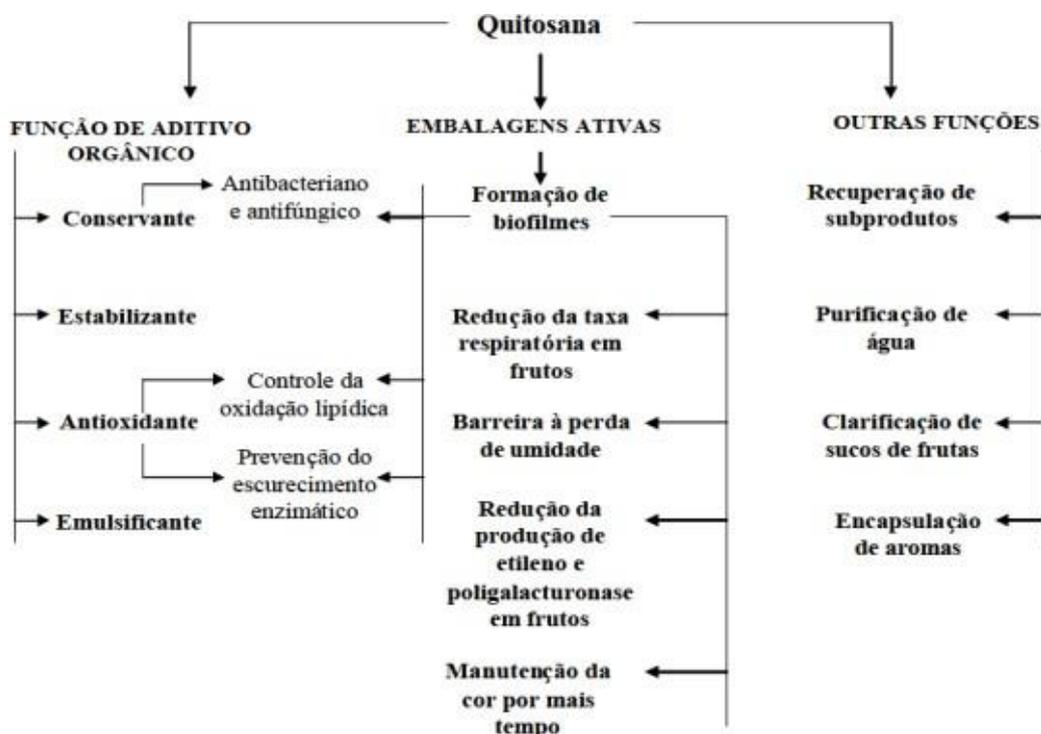


Figura 3 - Aplicações do quitosano na indústria de alimentos

Fonte: Fal et al., (2008).

O quitosano pode ser processado de diversas formas (soluções, filmes, membranas, géis, microesferas, micro grânulos e fibras, entre outros) fazendo com que apresente um número expressivo de aplicações (CRAVEIRO et al, 2003).

No Japão, Inglaterra, Estados Unidos, Itália, Portugal e Finlândia, o quitosano é utilizado como aditivo alimentar ou suplemento dietético. Com a finalidade de proteção contra deterioração por microrganismos e aumento da vida de prateleira, filmes de quitosano têm sido aplicados como cobertura em diversos alimentos entre eles, carnes, ovos, produtos lácteos e frutos (BHALE et al, 2003).

O quitosano possui algumas características que o torna interessante para diversas aplicações: biocompatibilidade, ação bacteriostática e antimicrobiana, atoxicidade, biodegradabilidade, ação imunoadjuvante, bioadesividade,

capacidade de formar complexos com polieletrólitos aniônicos (MUZZARELLI et al,1982).

## **2.5. Konjac**

Outro biopolímero de elevado potencial para diversas aplicações é a glucomanana, um polissacarídeo neutro, extraído de tubérculos de *Amorphophallus konjac C. Koch*, planta típica do sudeste asiático e muito abundante na natureza (GENEVRO, 2013).

A glucomanana em pó tem sido consumida como alimento e aditivos alimentares por mais de mil anos na China e no Japão. É utilizada para a produção do konnyaku, um gel muito conhecido que apresenta textura singular, elevada resistência mecânica e elasticidade. O konjac é avaliado como um alimento não calórico, com fibra dietética não digerível podendo reduzir o risco de diabetes, doenças coronárias auxiliando também na perda de peso (GENEVRO, 2013).

Filmes feitos a partir da glucomanana vêm apresentando excelentes resultados para aplicações como biopolímeros de revestimento, embalagens e também como matriz de comprimidos na indústria farmacêutica, além de ampla aplicabilidade no setor de alimentos (ZHANG et al., 2005), possuindo como característica marcante a elevada elasticidade. Mais recentemente a glucomanana tem sido estudada para a produção de biomateriais, pois apresenta boa biocompatibilidade e biodegradabilidade (GENEVRO, 2013).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Avaliar o efeito da utilização de biopolímeros nas características físicas e físico-químicas do queijo Minas artesanal do Serro durante o período de maturação.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Preparar bioplímeros de quitosano e konjac para aplicação em queijos;
- Avaliar o efeito dos biopolímeros sobre os QMA do Serro durante maturação;
- Determinar as propriedades físicas e físico-químicas dos queijos adicionados de biopolímeros;
- Avaliar a possibilidade de redução do trabalho de manutenção dos queijos em câmara da maturação.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Amostragem

O projeto foi desenvolvido no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. Os queijos foram doados pela Cooperativa de Produtores Rurais do Serro, LTDA, perfazendo um total de 30. As quais foram codificadas pelas iniciais dos tratamentos.

Os biopolímeros foram doadas pelo Instituto Politécnico da Guarda – Guarda, Portugal.

Os queijos foram submetidos a três diferentes tratamentos:

- **Tratamento 1:** Controle – queijo sem adição de biopolímeros
- **Tratamento 2:** Quitosano – queijo revestido com biopolímero quitosano preparado na concentração de 3%
- **Tratamento 3:** Konjac – queijo revestido com o biopolímero konjac preparado na concentração de 1%.

Após aplicação dos biopolímeros os queijos foram maturados em BOD, com temperatura de 17°C e umidade relativa de 78%, sendo as análises físicas e físico-químicas realizadas nos períodos de 3, 10, 17 e 24 dias. As análises foram realizadas em triplicadas e o experimento conduzido em três repetições durante o período da seca (inverno).

### 4.2. Preparação das películas

#### 4.2.1. Quitosano

O quitosano foi diluído a 3% em uma solução de ácido acético a 1% e colocado em homogeneizador até sua completa solubilização (24h). Esta concentração foi definida em testes realizados anteriormente.

Durante a aplicação, para a completa formação de película, foi utilizado uma solução de tripolifosfato a 8% para auxiliar na precipitação do quitosano quando entrasse em contato com o queijo.

As películas foram aplicadas com auxílio de espátula.

#### **4.2.2. Konjac**

O konjac foi diluído a 1% em água destilada e colocado em homogeneizador até sua completa solubilização (12h). Esta concentração foi definida em testes realizados anteriormente.

As películas foram aplicadas com auxílio de espátula.

### **4.3. Análises físico-químicas**

#### **4.3.1. Atividade de água**

A atividade de água foi determinada em equipamento Aqualab Lite, nº de série 1387, da Decagon Devices utilizando-se porções dos queijos.

#### **4.3.2. pH e acidez titulável**

Para determinação do pH, inicialmente calibrou-se o equipamento com soluções tampões pH 4 e 7. Foram pesados 10 gramas da amostra em um béquer de 150 mL e adicionado 100 mL de água destilada agitando-se com bastão de vidro até completa dissolução da amostra. Foi efetuada a leitura direta (BRASIL, 2006).

Para determinação da acidez titulável, foi pesado 10 gramas da amostra em um béquer de 150 mL e adicionado 50 mL de água destilada. Transferiu-se a alíquota para um balão volumétrico de 100 mL e seu volume foi completado e agitado com bastão de vidro até completa dissolução da amostra. Posteriormente foi adicionada 3 gotas de solução alcóolica de fenolftaleína 1% e a amostra foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1N até leve coloração rósea persistente por aproximadamente 30 segundos. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido láctico (BRASIL, 2006), por meio da equação 1.

$$\% \text{ em ácido láctico} = \frac{V \times F \times 0,9}{m}$$

Equação 1 – Cálculo do % de ácido láctico

Onde:

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

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 N;

0,9 = fator de conversão do ácido láctico;

m = massa da amostra na alíquota, em gramas.

#### 4.3.3. Perda de peso

A determinação de perda de peso foi realizada pela diferença de peso dos queijos em relação ao tempo (3, 10, 17, 24 dias após a fabricação), ao longo do período de maturação, de acordo com a equação 2.

$$\% \text{ de perda de peso} = \frac{P_i \times P_f \times 100}{P_i}$$

Equação 2 – cálculo da % de perda de peso

Onde:

P<sub>i</sub>: é o peso inicial do queijo, em gramas.

P<sub>f</sub>: é o peso final do queijo, em gramas;

#### 4.3.4. Cor

A cor dos queijos foi determinada em colorímetro Miniscan Hunterlab, por meio do sistema CIELAB (*Commission Internationale de l'Eclairage*). O valor L\* representa a luminosidade da amostra, variando de preto (0) a branco (100). O valor a\* representa a cor, que varia do vermelho (+) a verde (-). E o valor b\* representa a cor, variando de amarelo (+) a azul (-). As determinações foram realizadas nas partes internas e externas dos queijos.

#### 4.3.5. Determinação de compostos nitrogenados

Os conteúdos de nitrogênio dos queijos foram obtidos pelo método Micro Kjeldahl, (Brasil, 2006). A determinação do nitrogênio solúvel foi obtido em pH 4,6 e em ácido tricloroacético (TCA) 12%, sendo esses expressos como índices de proteólise (JUSTUS et al, 2011).

O índice de extensão de maturação (I. E. M.) foi calculado através da relação entre os conteúdos de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS) e nitrogênio total (NT), pela fórmula:  $I. E. M. = (NS_{pH4,6} / NT) \times 100$  e o índice de profundidade de maturação foi calculado através da relação entre o conteúdo de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA12%) e nitrogênio total (NT), pela fórmula:  $I.P.M. = (NS_{TCA\ 12\%} / NT) \times 100$ .

#### 4.3.6. Análise de perfil de textura (TPA)

Os dados foram coletados no programa “Texture Expert for Windows 1.20” (*Stable Micro Systems*). Foram analisados os parâmetros dureza, coesividade, elasticidade e mastigabilidade (Tabela 1), utilizando texturômetro modelo CT3 (Texture Analyzer), da marca Brookfield.

Para análise de TPA foi descartada uma porção de aproximadamente 2 mm da casca dos queijos e retirados dez cilindros da região central de cada amostra, utilizando-se vazador cilíndrico de polietileno especialmente elaborado para esta análise. Os cilindros de queijo, com 18 mm de diâmetro e 20 mm de altura, foram depositados em sacos de polietileno e acondicionados em caixa isotérmica com gelo, por duas horas, antes do início do teste (MOREIRA, 2011). O perfil de textura dos queijos foi obtido através de teste de dupla compressão dos cilindros das amostras. As condições utilizadas nos testes foram: tipo de teste: análise do perfil de textura (TPA); velocidade de teste: 1,0 mm/s; distância de compressão: 10 mm, equivalente a 50% de compressão; força de contato: 5,0 g; probe utilizado: cilindro de alumínio de 35 mm de diâmetro (MOREIRA, 2011).

Foram realizadas 10 repetições para cada amostra, sendo que o perfil de textura foi obtido em todos os tempos de maturação analisados.

Na Tabela 1 são descritas as propriedades avaliadas nas análises de textura.

Tabela 1 - Propriedades avaliadas das análises de perfil de textura	
Propriedades texturais	Definição
Dureza	Força máxima (N ou kgf) necessária para causar deformação no material.

Coesividade	Força das ligações internas que definem a estrutura do alimento antes da sua ruptura.
Elasticidade	Capacidade da amostra em recuperar a sua condição não deformada quando retirada a força de deformação (distância 2/ distância 1, adimensional).
Mastigabilidade	Energia necessária para mastigar o alimento. É dada por: mastigabilidade = gomosidade x elasticidade.

Fonte: Adaptado de Moreira, 2011

#### **4.4. Delineamento Experimental**

O experimento foi montado segundo o esquema fatorial (3x4) sendo três tratamentos e quatro tempos de armazenamento, no delineamento em blocos casualizados (D. B. C.), com três repetições.

Os dados foram interpretados por meio da análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade usando o programa estatístico SISVAR (Sistema de Análise de Variância) versão 5.3 (Ferreira, 2010).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância das médias dos valores de pH, atividade de água (Aw), acidez e perda de peso de queijo Minas Artesanal nos tempos 3, 10, 17 e 24 dias de armazenamento são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Resultados médios de pH, Aw, acidez e perda de peso dos valores das amostras de queijo Minas artesanal do Serro ao longo período de maturação

Quadrado Médio					
FV	GL	pH	Aw	Acidez	Perda de peso
Trat	2	0,0079 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0432 <sup>ns</sup>	1,5010 <sup>ns</sup>
Dias	3	0,9928*	0,0002 *	1,4269 *	615,3269 *
Trat x D	6	0,0231 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0191 <sup>ns</sup>	2,4078 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,4446 *	0,4446 *	0,1106 <sup>ns</sup>	8,5961 *
Erro	22	0,0680	0,0580	0,1370	2,3063

\*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Ns – Teste não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

### 5.1. Atividade de água

Para atividade de água não houve interação entre tratamentos e dias de armazenamento ( $p > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo de tratamento ( $p > 0,05$ ), o que indica que a utilização das diferentes películas não promoveu efeito sobre a variação da atividade de água das amostras. Entretanto foi verificado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de dias de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados médios dos valores de Aw das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média	0,910 A	0,905 AB	0,904 AB	0,900 B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de  $p > 0,05$

A atividade de água do queijo reduziu com o decorrer do período de maturação (Tabela 3), sendo diferente ( $p < 0,05$ ) entre os tempos 3 e 24 dias de maturação.

Pinto et al. (2011), também verificaram efeito significativo do período de maturação sobre o valor de  $A_w$  de queijos do Serro, sendo que os valores variaram entre 0,94 a 0,83. Sobral (2012), avaliando a  $A_w$  de queijo Minas artesanal de Araxá, encontrou valores entre 0,97 a 0,91 ao longo de 60 dias de maturação.

Os principais fatores que influenciam a variação da atividades de água em queijos estão relacionados à perda de água para o ambiente, a maturação e o seu teor de sal. Alguns aminoácidos formados durante a proteólise, possuem grupos polares ou ionizáveis capazes de se ligar com a água, diminuindo assim, a atividade de água no queijo (BEREFORD et al.,2001; SOUSA et al.,2001).

A atividade de água é um dos fatores intrínsecos que mais afetam o desenvolvimento de microrganismos, sua redução contribui diretamente para que ocorra maior controle da população microbiana, bem como redução da velocidade de reações indesejáveis, proporcionando, assim, um maior tempo de armazenamento do produto (AZEVEDO, 2008).

Os valores de  $A_w$  encontrados no presente estudo não apresentam limitações para o desenvolvimento microbiano durante o período analisado.

## 5.2. pH e acidez titulável

### 5.2.1. pH

Foi verificado o aumento dos valores de pH ( $P < 0,05$ ) a partir de 10 dias de armazenamento, permanecendo o valor constante até 17 dias de armazenamento, com acréscimo ( $p < 0,05$ ) após 24 dias de maturação (Tabela 4).

Tabela 4 - Resultados médios dos valores de pH das amostras de queijo ao longo do período de maturação

Tempo (dias)			
3	10	17	24

Média	4,91A	5,24B	5,26B	5,72C
-------	-------	-------	-------	-------

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

Os valores de pH variaram entre 4,91 a 5,72 durante o período analisado. De acordo com Martins (2006), este aumento no valor de pH das amostras pode ser proveniente da degradação pelas enzimas proteolíticas presentes no queijo, tais como as enzimas coagulantes, enzimas naturalmente presentes no leite (plasmina), enzimas de bactérias não lácticas (NSLAB) ou enzimas de bactérias lácticas presentes no soro fermento (pingo). Esta degradação proteica promove a liberação de compostos nitrogenados aminados, com caráter alcalino (MARTINS et al., 2015), que aumentam assim, o pH dos queijos.

Machado et al. (2004) em um experimento para caracterização físico-química de queijos produzidos na região do Serro, encontraram valores de pH de  $4,98 \pm 0,17$  em amostras de queijo do Serro com 6 dias de armazenamento. Martins et. al. (2004) encontraram valores de 4,75 com o mesmo período de maturação, entretanto, Ferraz (2016), ao avaliar amostras de queijo do Serro encontraram valores mais próximos ao verificado no presente estudo.

As variações destes valores de pH, podem ser em decorrências da variação da atividade e dose do pingo, fermento natural utilizado para produção dos queijos minas artesanais (MACHADO et al., 2014). Também pode contribuir a falta de padronização dos processos de fabricação, a influência da época do ano e a região que os queijos foram produzidos (SOBRAL, 2012).

Os valores de pH e acidez titulável são parâmetros importantes para determinação da possibilidade de desenvolvimento microbiano em alimentos, sendo valores de pH abaixo de 4,6 mais estáveis microbiologicamente (FRANCO; LANDGRAF, 2006, FORSTHY, 2013).

### 5.2.2. Acidez titulável

A determinação da acidez titulável, expressa em porcentagem (%) de ácido láctico, variou ( $p < 0,05$ ) com o decorrer do período de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultados médios dos valores de porcentagem de ácido láctico de QMA do Serro no decorrer do período de maturação

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média	1,67 A	0,95 AB	1,23 B	0,75 B

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

Houve uma diminuição ( $p<0,05$ ) após 17 dias de armazenamento. A evolução da acidez titulável ocorreu inversamente proporcional à evolução do pH das amostras.

Em trabalho realizado por Martins (2006), não foi verificado efeito significativo do tempo na acidez de queijos fabricados no Serro, tanto para queijos maturados na estação de seca (1,05% ácido láctico) quanto para queijos maturados no período das águas (0,90% ácido láctico), diferente do que foi verificado no presente estudo.

A heterogeneidade dos queijos nas três repetições, a qualidade microbiológica do leite e o emprego do “pingo” podem ser os responsáveis pela variação encontrada na porcentagem de ácido láctico.

Os cuidados na etapa de prensagem manual para QMA do Serro são de grande importância, uma vez que a lactose presente no soro pode ficar retida em maior ou menor quantidade, variando com o tempo e a força de prensagem utilizada (FURTADO, 1983).

De forma geral, variações na acidez de queijos Minas artesanal podem ser influenciadas por diversos fatores, tais como: variedade da microbiota presente no leite cru utilizado na fabricação; quantidade e atividade do pingo utilizado; processo de dessoragem da massa; teor de sal, umidade e  $A_w$  do queijo, além do estágio de maturação do produto (FERRAZ, 2016).

### 5.3. Perda de peso

O peso das amostras diminuiu com o decorrer do período de maturação conforme pode ser observado na Tabela 6, havendo uma diferença ( $p<0,05$ ) entre todos os dias analisados.

Tabela 6 - Percentual médio da perda de peso das amostras de QMA d Serro durante a maturação

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média (%)	0,00 A	6,43 B	13,24 C	19,07 D

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ )

A perda de peso está diretamente relacionada com a perda de umidade. Este resultado já era esperado, pois os queijos foram maturados fora da embalagem, à temperatura de 17°C e umidade relativa a 78%, ocasionando a perda de água por evaporação.

A perda de umidade e conseqüente perda de peso de queijos é um dos principais fatores determinantes do rendimento do produto.

#### 5.4. Análises de compostos nitrogenados

Para os parâmetros de nitrogênio solúvel em pH 4,6, nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12% (TCA 12%), índice de profundidade de maturação (IPM) e índice de extensão de maturação (IEM) não foi constatado diferença ( $p>0,05$ ) nos diferentes tratamentos (Tabela 7). Entretanto, houve diferença entre os biopolímeros para o nitrogênio total ( $p<0,05$ ). Para os dias, houve diferença para todos os compostos nitrogenados avaliados.

Tabela 7 - Determinação de nitrogênio solúvel em pH 4,6, Nitrogênio solúvel em tca 12%, nitrogênio total (NT), índice de extensão de maturação (IEM) e índice de profundidade de maturação (IPM)

FV	GL	NS pH 4,6	NS TCA 12%	NT	IEM	IPM
Trat	2	0,0277 <sup>ns</sup>	0,0041 <sup>ns</sup>	0,6939 <sup>*</sup>	1,6647 <sup>ns</sup>	20,7312 <sup>ns</sup>
Dias	3	1,1388 <sup>*</sup>	0,1055 <sup>*</sup>	2,4769 <sup>*</sup>	70,6406 <sup>*</sup>	29,2792 <sup>*</sup>
Trat x D	6	0,0277 <sup>ns</sup>	0,0105 <sup>ns</sup>	0,2322 <sup>*</sup>	3,9659 <sup>ns</sup>	11,9241 <sup>ns</sup>
Bloco	2	0,8611 <sup>*</sup>	0,0027 <sup>ns</sup>	0,1319 <sup>ns</sup>	130,0814 <sup>*</sup>	3,1522 <sup>ns</sup>
Erro	22	0,1035	0,0092	0,0393	16,9608	6,9810

\*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Ns – Teste não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

NS – nitrogênio solúvel

NT – nitrogênio total

IEM – índice de extensão de maturação  
IPM – índice de profundidade de maturação

#### 5.4.1. Nitrogênio total

Na análise de variância dos resultados (Tabela 7) verificou-se interação significativa ( $p < 0,05$ ) para tratamentos e dias de armazenamento. Tal comportamento foi verificado apenas para este parâmetro.

A média dos resultados encontrados para NT, assim como o comportamento ao longo do tempo e em função dos tratamentos aplicados, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados médios dos valores de nitrogênio total das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação e dos tratamentos aplicados

Tratamentos	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Controle	2,71 aA	2,42 aA	3,23 aB	3,29 aB
Quitosano	2,71 aA	2,48 aA	2,90 aA	3,39 aB
Konjac	2,71 aA	2,51 aA	3,93 bB	4,07 bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para os queijos que não receberam os polímeros (controle) e para os que receberam konjac, foi verificado aumento significativo de NT ( $p < 0,05$ ) após 17 dias de armazenamento, mantendo-se constante até o final do período analisado, enquanto que os queijos tratados com quitosano apresentaram aumento somente após 24 dias de armazenamento.

O aumento no teor de nitrogênio total ao longo da maturação está relacionado à perda de umidade dos produtos. Considerando que o queijo do Serro analisado não estava embalado, houve perda de umidade e uma concentração dos sólidos totais, favorecendo o aumento do teor de nitrogênio total.

Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os queijos tratados com konjac e os demais tratamentos a partir do 17<sup>o</sup> dia de armazenamento, sendo o valor de nitrogênio total maior para este tratamento.

A evolução do teor de nitrogênio total ao longo do período de maturação pode ser observada na Figura 4.

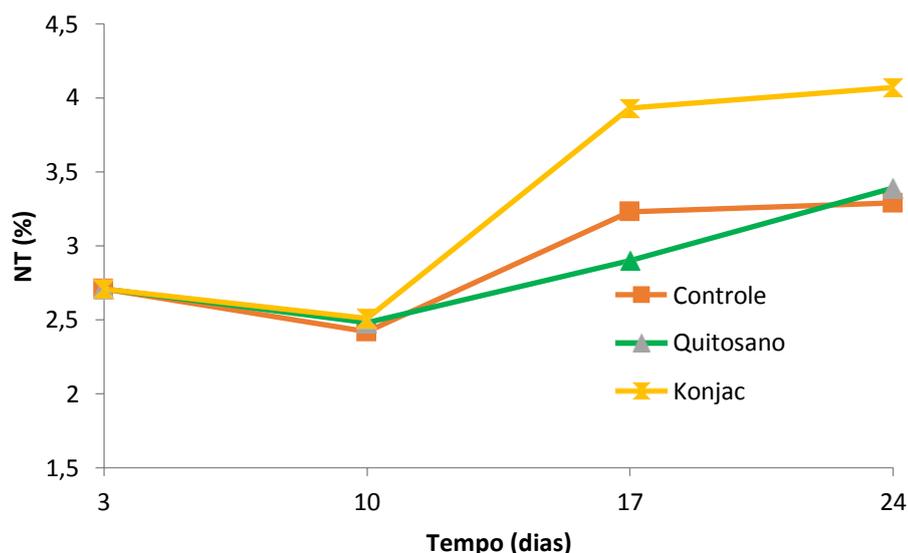


Figura 4 – Evolução do teor de nitrogênio total das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação

Silva et al. (2012), encontraram valores de 3,52% de NT para Queijo Minas Frescal “fresco” e de 3,73% para queijo Minas frescal “curado”. Martins et al. (2004) trabalhando com queijo do Serro, acharam valores de NT de 3,8 a 4,2%, para 7 dias de maturação nos períodos da seca e da água, respectivamente. Machado et al. (2014), encontraram valores de 2,94% de nitrogênio total, com sete dias de maturação também para queijo Minas artesanal do Serro.

#### 5.4.2. Nitrogênio Solúvel em pH 4,6 e Nitrogênio Solúvel em TCA12%

Para as determinações de NS pH 4,6 e NS TCA 12%, a análise de variância dos resultados (Tabela 7) indicou não haver interação significativa entre tratamentos e dias de armazenamento ( $p > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo de tratamento ( $p > 0,05$ ), o que indica que a utilização dos diferentes polímeros não promoveu efeito sobre a variação de NS em pH 4,6 e NS em TCA 12% nas amostras. Entretanto foi verificado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do período de armazenamento para estes dois parâmetros analisados (Tabela 9).

Tabela 9 - Resultados médios dos valores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em TCA 12% das amostras de queijo ao longo do período de maturação

Média	Tempo (dias)
-------	--------------

	3	10	17	24
NS pH 4,6	0,32 A	0,33 A	0,55 B	0,66 B
NS TCA 12%	0,25 A	0,26 A	0,36 A	0,48 B

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

NS: nitrogênio solúvel

TCA: ácido tricloroacético

Foi verificado aumento no teor de NS em pH 4,6 após 17 dias de armazenamento, sendo que os valores permaneceram constantes até o final do período estudado.

Silva et al. (2012) encontraram valores médios para nitrogênio solúvel em pH 4,6 de 0,47% em queijo Minas frescal. Martins et al. (2004) encontraram em queijos do Serro maturados com quatorze dias valores próximos de 0,44% para queijos produzidos na época da seca, e 0,54% para a época das águas. Dores et al. (2007) trabalhando com queijo Serra da Canastra também encontraram uma leve tendência de aumento nas médias de nitrogênio solúvel em pH 4,6 ao longo da maturação.

A ação proteolítica do coalho residual é o principal responsável pela porcentagem de nitrogênio solúvel em pH 4,6, pois tem ação sobre as caseínas, principalmente na  $\alpha$ 1-caseína e, em menor escala, sobre a  $\beta$ -caseína, dando origem a peptídeos de alto e médio peso molecular (POMBO e LIMA, 1989).

Houve diferença nos valores de NS em TCA 12% somente após 24 dias de armazenamento. Silva et al. (2012) ao analisar a porcentagem de nitrogênio solúvel em TCA 12% para queijo Minas frescal, observaram valores de 0,27% em queijos frescos e de 0,42% para queijos maturados. Martins et al. (2004) também observaram um aumento durante o período de maturação, passando de 0,2% em queijos maturados com sete dias, para 0,65% em queijos maturados com sessenta e três dias, no período da seca e no período das águas foram encontrados valores de 0,3 e 0,8%, respectivamente. Machado et al. (2014) encontraram valores de 0,27% de NS em TCA 12% para queijos do Serro, com maturação de 6 dias.

Este aumento nos valores de NS em TCA 12% ao longo do período de armazenamento podem ser explicados devido à presença de substâncias de baixo peso molecular (aminoácidos, oligopeptídeos, aminas e outros compostos) responsáveis pelo flavor e sabor dos queijos. Estes compostos são acumulados

durante o período de maturação principalmente devido à ação proteolíticas de enzimas microbianas (ECK 1987).

### 5.4.3. Índices de extensão e profundidade de maturação

As análises de variância dos resultados para índice de extensão de maturação e para profundidade de maturação (Tabela 7) indicaram não haver interação entre tratamentos e dias de armazenamento ( $p > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo de tratamento ( $p > 0,05$ ), o que indica que a utilização dos diferentes polímeros não promoveu efeito sobre a variação destes índices que indicam a evolução do processo de maturação. Os parâmetros extensão e profundidade de maturação sofreram efeito apenas do tempo de maturação. Este resultados são de elevada importância pois indicam que as películas não impediram a evolução dos parâmetros envolvidos na maturação.

A média dos resultados encontrados para extensão e profundidade de maturação dos queijos Minas artesanais do Serro podem ser observados na Tabela 10.

Tabela 10 - Resultados médios dos valores de IEM e IPM das amostras de QMA do Serro ao longo do período de maturação

Média	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
IEM	12,232 A	12,920 AB	16,348 AB	18,126 B
IPM	9,533 A	10,628 AB	10,766 AB	13,743 B

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

\*IEM: Índice de extensão de maturação.

\*IPM: Índice de profundidade de maturação.

Observou-se um aumento ( $p < 0,05$ ) do índice de extensão da maturação após 24 dias de maturação, diferindo do valor encontrado após 3 dias de maturação, havendo um aumento de 32,51%.

Em estudo sobre a maturação de queijo artesanal da Canastra, Costa Junior et al. (2009) encontraram valor de 9% para IEM. Silva et al. (2011) trabalhando com o mesmo queijo, encontraram valores de 12,28% e Pinto et al. (2011), para queijo artesanal do Serro, obtiveram valores próximos de 12% de índice de extensão. Todos os respectivos resultados, foram analisados com 8

dias de maturação. Estes valores estão próximos aos verificados no presente estudo.

De acordo com Sobral (2012), vários fatores podem estar relacionados à variação nos índices de extensão de proteólise dos queijos, como a microbiota de cada região, o pingo utilizado, a heterogeneidade do processo de fabricação nas queijarias, além de variações como umidade relativa do ar e as temperaturas na câmara de maturação.

O IPM também aumentou durante o período maturação dos queijos, apresentando comportamento semelhante ao verificado para o IEM, onde o índice apresentado no tempo 3 foi significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) daquele verificado no tempo 24, havendo um aumento de 30,63% em relação ao tempo 3.

Em outros estudos, foram encontrados médias de 4,66% (COSTA JUNIOR et al., 2009) e 9,47% (SILVA et al., 2011) para queijos artesanais da canastra e aproximadamente 7% de IPM para queijos artesanais do Serro (PINTO et al., 2011). Sobral (2012), trabalhando com queijo artesanal de Araxá encontrou valor de 4,73%. Todos os trabalhos foram avaliados com 8 dias de maturação.

A determinação do Índice de Profundidade de Maturação (IPM) possibilita a quantificação das substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular, tais como aminoácidos, oligopeptídeos e aminas (LOURENÇO NETO, 2013).

De acordo com Wolfschoon-Pombo;Lima, (1898), o IPM é influenciado pela atividade das endo e exoenzimas da cultura lática adicionado no processo de produção, além de possíveis contaminantes, que vão degradar os peptídeos de alto peso molecular, transformando-os em peptídeos de baixo peso molecular.

## 5.5. Cor

O resumo da análise de variância dos resultados pode ser verificado na Tabela 11.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância dos valores de cor interno (L, a\*, b\*) e externo (L, a\*, b\*) de QMA do Serro durante a maturação

FV	GL	Quadrado Médio
----	----	----------------

		Interno			Externo		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Trat	2	15.74ns	0.296ns	3.549ns	25.74ns	2.508ns	40.984ns
Dias	3	244.04ns	5.894*	38.903*	231.07ns	7.560ns	59.237ns
Trat x D	6	12.54ns	0.339ns	1.546ns	40.49ns	0.948ns	20.579ns
Bloc	2	995.75*	6.999*	152.939*	741.58*	0.680ns	38.320ns
Erro	22	163.27	1.2483	5.581	108.76	2.792	46.337

\*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Ns – Teste não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Não houve interação entre tratamentos e dias de armazenamento ( $p > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo para tratamento ( $p > 0,05$ ), para nenhum dos parâmetros analisados, o que indica que a utilização dos diferentes biopolímeros não promoveu uma variação na coloração das amostras. Os parâmetros a e b internos foram os únicos que sofreram efeito ( $p < 0,05$ ) do período de maturação. A média dos resultados dos parâmetros  $ai^*$  e  $bi^*$  ( $a^*$  e  $b^*$  internos) em função dos dias de armazenamento podem ser verificados na Tabela 12.

Tabela 12 - Média dos valores de cor  $a^*$  e  $b^*$  internos para QMA do Serro durante a maturação

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
$ai^*$	-0.156 A	1.163 AB	0.085 AB	1.505 B
$bi^*$	13.186 A	14.114 A	15.586 AB	17.954 B

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ ).

$ai^*$ :  $a^*$  Interno

$bi^*$ :  $b^*$  interno

Para o parâmetro  $ai^*$ , observou-se uma diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tempos 3 e 24, indicando que, independente do tratamento aplicado as amostras apresentaram uma tendência à redução da coloração esverdeada.

O mesmo ocorreu com o trabalho de Pinto et al. (2011), quando trabalhavam com queijo Minas artesanal do Serro, e verificaram um aumento nos valores de  $a^*$  ao longo do tempo.

O mesmo comportamento foi verificado para o parâmetro  $b_i^*$ , onde constatou-se diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tempos 3 e 24, demonstrando tendência ao aumento da coloração amarelada ao longo do período de armazenamento. Os mesmos resultados foram verificados em relação ao queijo Minas artesanal de Araxá (SOBRAL, 2012) e no queijo Minas artesanal do Serro (PINTO et al, 2011).

A média dos valores encontrados para L (interno e externo) e para os valores de L, a e b externos, parâmetros que não foram influenciados pelos tratamento e pelos dias de armazenamento, são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Média dos valores encontrados para L (interno e externo) e para os valores de  $a^*$  e  $b^*$  externos de QMA do Serro durante a maturação

Parâmetro	Média	
	Interno	Externo
L	64.70	66.73
a	*	02.20
b	*	16.18

\* Valores apresentados na Tabela 12.

O parâmetro  $L^*$  indica a luminosidade e se refere à capacidade do objeto em refletir ou transmitir luz, variando numa escala de zero a 100. Pode-se observar, que os valores de  $L^*$  variaram de 64,7 a 66,73 para determinações realizadas internamente e externamente, respectivamente. Isto demonstra que as amostras apresentaram tendência à tonalidade mais escura na parte externa das amostras.

Os valores de  $a^*$  determinados externamente também foram maiores que os determinados internamente, demonstrando que as amostras apresentaram maior tendência de redução da coloração verde na parte externa, com maior tendência à tonalidade vermelha. Os valores de  $b^*$  externos indicam tendência à coloração amarelada.

## 5.6. Avaliação de perfil de textura (TPA)

Tabela 14 - Resumo da análise de variância das médias dos valores das análises de perfil de textura, representados por dureza (N), mastigabilidade (mJ), elasticidade (mm) e coesividade de QMA do Serro durante maturação.

FV	GL	Dureza	Mastigabilidade	Elasticidade	Coesividade
Trat	2	25.4163ns	1233.4714ns	0.4984ns	0.1010ns

Dias	3	2123.8886*	1203.2128ns	3.2969*	0.1685ns
TratxD	6	127.5825ns	676.4263ns	0.5552ns	0.1853ns
Bloco	2	4071.5799*	5433.6706ns	0.1471ns	0.1687ns
Erro	22	252.5069	1205.2453	0.4307	0.1501

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

Ns – Não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

A análise de variância dos resultados de perfil de textura (Tabela 14) indicou não haver interação significativa entre tratamentos e dias de armazenamento ( $p > 0,05$ ), além de não haver efeito significativo de tratamento ( $p > 0,05$ ), o que indica que a utilização das diferentes películas não promoveu efeito sobre a variação do perfil de textura das amostras. Entretanto foi verificado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) de dias de armazenamento para os parâmetros dureza e elasticidade (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15 - Resultados médios para os parâmetros de mastigabilidade e coesividade (Unidade)

Tratamentos	Mastigabilidade	Coesividade
Controle	37.014A	0.350A
Quitosano	57.235A	0.203A
Konjac	45.818A	0.182A

Sobral (2012) analisando o queijo artesanal da Canastra e Pinto et al. (2011) analisando o queijo Minas artesanal do Serro verificaram um aumento do índice de mastigabilidade ao longo do período de maturação, diferindo dos resultados encontrados no presente trabalho.

Coesividade é a força das ligações internas que definem a estrutura do alimento antes da sua ruptura (MOREIRA, 2011). Sobral (2012) também não constatou diferença entre a taxa de coesividade ao longo do período de maturação.

Tabela 16 - Resultados médios dos valores de Dureza das amostras de queijo ao longo do período de maturação juntar com tabela de elasticidade

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média	40.47A	41.41A	49.50A	73.43B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 0,05$ )

A dureza é a força necessária para obter dada deformação (RIBEIRO, 1998). Houve um aumento gradativo durante o período de maturação

o que pode ser explicada devido à perda de umidade em decorrência do queijo estar fora da embalagem e a intensa proteólise do queijo.

De acordo com Sobral (2012), estes fatores contribuem para a concentração dos constituintes presentes nos queijos, gerando assim, um aumento destas propriedades na análise de textura. Pinto et al. (2011) obtiveram a mesma tendência, quando analisavam queijos artesanais do Serro com diferentes concentrações de nisina.

Tabela 17 - Resultados médios dos valores de elasticidade das amostras de queijo ao longo do período de maturação de QMA do Serro

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média	6.206A	5.578A	5.514AB	4.743B

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05)

A elasticidade é a tendência do queijo a recuperar sua forma original e dimensões após a remoção de uma tensão aplicada.

Resultados semelhantes a este trabalho podem ser verificado no trabalho de Sobral (2012) com queijo artesanal de Araxá, e por O'Mahony et al. (2005) com queijo Cheddar. É de conhecimento que a perda de umidade dos queijos e o afrouxamento da cadeia proteica devido aos efeitos da maturação (proteólise e lipólise) podem influenciar nas características reológicas do queijo

## **6. CONCLUSÃO**

Os biopolímeros quitosano e konjac não promoveram alterações para os valores médios dos parâmetros de atividade de água, pH, acidez titulável, perda de peso, cor, nitrogênio solúvel em pH 4,6, nitrogênio solúvel em TCA 12%, extensão e profundidade de maturação e textura. Entretanto constatou-se efeito dos biopolímeros no valor de nitrogênio total durante o período de maturação, sendo este maior para o tratamento com konjac.

Desta forma, os biopolímeros não propiciaram alterações relevantes nos queijos Minas artesanais do Serro, nas condições experimentais.

Novos estudos necessitam ser realizados, como microbiológicos e sensoriais, para avaliar seu efeito sobre estas características.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. S., **Produção do queijo Minas artesanal da microrregião do Serro: tradição, legislação e controvérsias**. 2015. 152 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural). Universidade Federal de Viçosa

AZEVEDO, V.V.C. et al. Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.2. n.3, p.27-34, 2008.

BATTISTI, M. V.; CAMPANA-FILHO, S. P. "Obtenção e caracterização de  $\alpha$ -quitina e quitosanas de cascas de *Macrobrachium rosenbergii*." **Química Nova**, p. 2014-2019, 2008.

BERESFORD, T. P., FITZSIMONS, N. A., BRENNAN, N. L., COGAN, T. M. Recent advances in cheese microbiology. **International Dairy Journal**, v.11. p.259-274, 2001.

BHALE, S.; NO, H. K.; PRINYAWIWATKUL, W.; FARR, A. J.; NADARAJAH, K. and MEYERS, S.P. Chitosan coating improves shelf life of eggs. **Journal of Foods Science**, v. 68, p. 2378-2883, 2003.

BORELLI, B. B. et al. Yeast populations associated with the artisanal cheese produced in the region of Serra da Canastra. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 22, p. 1115-1119, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. **Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos**. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Serviço de Inspeção de Leite e Derivados. **Instrução Normativa nº 57**, de 15 de dezembro de 2011, Brasília, 2011.

COSTA JUNIOR, L. C. G.; COSTA, R. G. B.; MAGALHÃES, F. A. R.; VARGAS, P. I. R.; FERNANDES, A. J. M.; PEREIRA, A. S. Avaliação da proteólise de queijos artesanais de uma unidade produtora da Serra da Canastra nas quatro estações do ano. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 371, v. 64, p. 62-69, 2009.

CRAVEIRO, A. A.; CRAVEIRO A. C.; QUEIROZ, D. C. **Quitosana: A fibra do futuro**. Editora Eletrônica Sandro Vasconcelos. Fortaleza/CE, 2003. 281p.

DORES, M.T. et al. **Evolução da proteólise durante a maturação do queijo Minas artesanal da região da Serra da Canastra**, MG. Anais do XXIV Congresso Nacional de Laticínios, nº 357, vol.62, p.446-450, 2007.

ECK, ANDRE. **O queijo**, 1º Volume, coleção EUROAGRO, Publicações Eropá – America, 1987, 336p.

FAI, A.E.C.; STAMFORD, T.C.M.; STAMFORD, T.L.M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, vol.9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FERRAZ, W. M. **Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra: Influência do Ambiente sobre a Maturação**. 2016, 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, campus Rio Pomba.

FERREIRA, D. F. SISVAR - **Sistema de análise de variância**. Versão 5.3. Lavras- MG: UFLA, 2010.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos** - 2ª Ed. Editora ARTMED, 2013, 607p.

FURTADO, M. M. Algumas considerações à respeito da fabricação dos queijos Prato e Minas curado. **Boletim do Leite**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 657, p. 1-6, jul. 1983.

FURTADO, M. R. A. **Caracterização histórica, tecnologia de fabricação, características físico-químicas, sensoriais, perfil de textura e de comercialização do queijo Reino**. 2008. 95 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

GENEVRO, G. M. **Obtenção e caracterização de hidrogéis de glucomanana para aplicação como biomaterial**. 2013. p. 66. Mestrado em Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas.

JUSTUS, A., FERRARI, L.M.B., RODRIGUES, L.R., FERREIRA, M.L., PINTO S. M., ABREU, L. R. Caracterização Física E Química De Queijos Parmesão Ralado Comercializados Na Região Sul De Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios da Cândido Tostes**, Mar/Abr, nº 379, 66, 16:24, 2011.

KROCHTA, J.M., **Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status, and opportunities**, Protein-based Films and Coatings, CRC Press LLC, p. 1–41, 2002.

LOURENÇO, NETO., Aspectos tecnológicos. 1ª Edição. Master gráfica. 3013. 70 p.

MACHADO, E. C., FERREIRA, C. L. L. F., FONSECA, L. M., SOARES, F. M., JUNIOR, F. N. P. Características físico-químicas e sensoriais do queijo minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 516-521, out.-dez., 2014.

MACHADO, M. **Evolução da textura e composição do queijo Serpa durante a sua maturação**. 2003. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Ciência e Engenharia de Alimentos; Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2003.

MARTINS, J. M.; GALINARI, E.; PIMENTEL FILHO, N. J. RIBEIRO JR, J. I.; FURTADO, M. M.; FERREIRA, C. L. L. F. Determining the minimum ripening time at room temperature and under refrigeration of Minas artisanal cheese, a traditional Brazilian cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 46, p. 219-230, Mar. 2015.

MARTINS, J.M.. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo Minas artesanal da região do Serro**. 2006. 158 p. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

MARTINS, J. M., PINTO, M. S., BARBOSA, T. S., OLIVEIRA, F. A., OLIVEIRA R. C., RIBEIRO JUNIOR, J. I., FURTADO, M. M., FERREIRA, C. L. L. F. Características físico-químicas dos queijos artesanais produzidos na região do Serro. **Anais do XXI Congresso Nacional de Laticínios. Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, n. 339, v.59, p.331-334, Juiz de Fora, jul./ago. de 2004.

MINAS GERAIS. Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais. Decreto nº 42.645, de 05 de junho de 2002. Identifica a **Aprova o regulamento da lei nº 14.185, de 31 janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção de queijo Minas artesanal**. Belo Horizonte, 31 de janeiro de 2002.

MOREIRA, C.P.M. **Desenvolvimento de metodologias analíticas para queijos. Estudo de caso: queijos da Beira Interior**. 2011, 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

MUZZARELLI, R.A.A.; TANFANI, F.; EMANUELLI, M.; MARIOTTI, S. “N-(carboxymethylidene) chitosans and N-(carboxymethyl) chitosans: Novel chelating polyampholytes obtained from chitosan glyoxylate.” **Carbohydrate Research**. v. 107, p. 199–214. 1982.

NETTO, M. M., **A geografia do Queijo Minas Artesanal**. 2011. 421 f. (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas do campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo. 2011.

O'MAHONY, J. A., LUCEY, J. A., McSWEENEY, P. L. H. Chymosin-Mediated Proteolysis, Calcium Solubilization, and Textura Development During the

Ripening of Cheddar Cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 88, 3101-3114, 2005.

OLIVEIRA, P. G. **Bioatividade de quitosana como cobertura comestível em queijo coalho na inibição de *Listeria Monocytogenes***. Universidade Federal de Pernambuco - Vitória de Santo Antão. 106 folhas; il., graf., tab. 2015.

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

PAGNO, C. H. **Efeito da adição de nanoestruturas, óleos essenciais e quitosana no desenvolvimento de filmes e coberturas biodegradáveis com propriedades antioxidantes e antimicrobianas**, 2016. 182 f. (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.

PEREIRA, L., A., S. Desenvolvimento de revestimento comestível de zeína e blenda de óleos essenciais para aplicação em moçarela. Lavras: UFLA, 2016. 94 p.

PINTO, M. S., CARVALHO, A. F., PIRES, A. C. S., SOUZA, A. A. C., SILVA, P. H. F., SOBRAL, D., PAULA J. C. J., SANTOS, A. L. The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. **International Dairy Journal**, v. 21, p. 90-96, 2011.

POMBO, A. F. W., LIMA A. Extensão e profundidade de proteólise em queijo Minas Frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 44, n. 261-266, p. 50-54, 1989.

PORTA, R.; MARINIELLO, L.; DI PIERRO, P.; SORRENTINO, A.; GIOSAFATTO, C.V.L., Transglutaminase Crosslinked Pectin- and Chitosan-based Edible Films: A Review, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 223-238, 2011.

PRANOTO, Y.; RAKSHIT, S. K.; SALOKHE, V. M. Enhancing antimicrobial activity of chitosan films by incorporating garlic oil, potassium sorbate and nisin. **LWT – Food Science and Technology**, vol. 38, p. 859-865, 2005.

RIBEIRO, M. **Textura de Queijo – Um estudo de variáveis de processamento**. 1998. 84 f. Dissertação para a obtenção do grau de mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos. Universidade Técnica de Lisboa – Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. (1998)

SILVA, J. G., **Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas Artesanal da Canastra**. 2006. 210 f. (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SILVA, J. G.; ABREU, L. R.; FERREIRA, E. B.; MAGALHÃES, F. A. R.; PICCOLI, R. H. Características físico-químicas do queijo Minas artesanal da Canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 66, n. 380, p.16-22, 2011.

SILVA, N.C., TUNES, R.M.M. e CUNHA, M.F. **Avaliação química de queijos Minas artesanais frescos e curados em Uberaba**, MG. PUBVET, Londrina, V. 6, N. 16, Ed. 203, Art. 1358, 2012

SOBRAL, D., **Efeito da nisina na contagem de Staphylococcus aureus e nas características do queijo minas artesanal da região de Araxá**. 2012. 117 f. (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SOUSA, M. J., ARDO, Y., McSWEENEY, P. L. H. Advances in the study of proteolysis during cheese ripening. **International Dairy Journal**, v. 11, p. 327-435, 2001.

TEODORO, V.A.M.; MACHADO, G.M.; E.M; TEIXEIRA, S.A.; TELLES, S.S.; PEREIRA, D.A. Importância da implementação de boas práticas na produção de leite para a fabricação de queijos artesanais de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.273, p.17-29, 2013.

VILLADIEGO, A. M.; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J.; PUSHMANN, R.; MINIM, V. P. R.; CRUZ, R. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 52, n. 300, p. 221-244, 2005.

WOLFSHOON-POMBO, A. F.; LIMA, A. Extensão e profundidade da proteólise de queijo minas frescal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. Juiz de Fora, v.44, n.261/266, p.50-54. 1989.

ZHANG, Y. Q.; XIE, B. J.; GAN, X. Advance in the applications of konjac glucomannan and its derivatives. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, n. 1, p. 27-31, 2005.