

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

**BEATRIZ LOURDES DE SOUZA
LAISE DE FREITAS LAURINDO**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO MINAS
ARTESANAL DO SERRO**

RIO POMBA

2017

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Jofre Moreira – IFET/RP.

Bibliotecária: Tatiana dos Reis Maciel CRB 6 / 2711.

S719e

Souza, Beatriz Lourdes de

Efeito da aplicação de biopolímeros sobre as características físico-químicas de queijo Minas artesanal do Serro. / Beatriz Lourdes de Souza; Laise de Freitas Laurindo. – Rio Pomba, 2017.

25f. : il.

Orientador: Prof.^a Dsc. Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto.

Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência e Tecnologia em Alimentos - Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

**BEATRIZ LOURDES DE SOUZA
LAISE DE FREITAS LAURINDO**

**EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO MINAS
ARTESANAL DO SERRO**

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 Ciência e Tecnologia em Alimentos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador(a):

Prof^a Wellingta Cristina Almeida do Nascimento
Benevenuto

Coorientadores:

Prof José Manoel Martins

Prof Bruno Gaudereto Soares

RIO POMBA

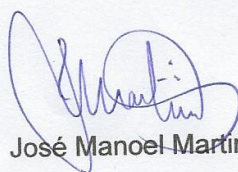
2017

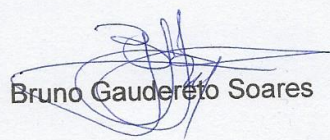
**BEATRIZ LOURDES DE SOUZA
LAISE DE FREITAS LAURINDO**

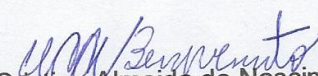
**EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS SOBRE AS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO MINAS
ARTESANAL DO SERRO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao campus Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como parte das exigências do curso em Ciência e Tecnologia em Alimentos para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

APROVADA: 08 de dezembro de 2017.


José Manoel Martins


Bruno Gaudereto Soares


Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto
Orientadora

Dedico este trabalho aos meus pais,
Ricardo e Dinamara, ao meu irmão
Vinícius e aos demais familiares.

Beatriz Lourdes de Souza

Dedico este trabalho aos meus pais,
Denise e Moisés, aos meus irmãos, ao
meu namorado Guilherme e aos demais
familiares.

Laise de Freitas Laurindo

AGRADECIMENTOS

Em razão do presente momento e diante das expectativas do que ainda estará por vir, nos vemos na obrigação de fazer alguns agradecimentos sobre os anos passados até aqui.

Primeiramente e incontestavelmente, agradecemos a Deus por ter nos abençoado em todos os momentos de nossas vidas e, guiados com Sua infinita bondade, sabedoria e amor. Como sempre fez.

Agradecemos imensamente aos nossos pais, Dinamara e Ricardo, Denise e Moisés, pela bravura que lutaram para que esse momento pudesse se tornar realidade, sempre nos educando e mostrando, através de exemplos e conselhos, como deveria ser nossa postura diante dos difíceis e também felizes momentos que tivemos durante nossas vidas. Vocês serão sempre nosso alicerce!

Agradecemos também aos demais familiares pela experiência de vida compartilhada conosco e todo apoio durante nossa caminhada.

Agradecemos aos professores pelos ensinamentos e construção da nossa formação profissional. Principalmente à nossa orientadora Wellingtona, pela oportunidade de trabalho e confiança depositada a nós. Aos nossos co-orientadores, José Manoel e Bruno Gaudereto, o nosso muito obrigada pelo apoio.

Aos técnicos dos laboratórios do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG – Campus Rio Pomba, por todo esforço, dedicação e amizade, o nosso mais sincero agradecimento.

À todas as pessoas especiais que pudemos conhecer aqui, as levaremos no coração: Fernando Ramos, Aline Nogueira, Nathan Soares, Lidiane Amorim, Carolina Bretas, Dalila Costa, Luzia Assis, Juliano Pinheiro, Luan Rodrigo, Thaiza Almeida, Cristiane Freitas, Hélio Ricardo, Isabella Ribeiro, Mariane Laureano, Sebastião Moreira, Daniel Alves, Ricardo Machado, Giovane Nascimento, Matheus Dias, Elisa Ellena, Thamiris Ventura, Linamarys Oliveira, Priscila Gonçalves, Raquel Amaral, Alania Coelho, Deiverson Pacheco, Thaise Mota.

O nosso agradecimento aos bons e velhos amigos de nossas cidades natal, em especial Guilherme Moraes, Iana Bicalho, Giuliano Spagnoli, Júlia Gomes, Gabrielle Duarte, Victória Guimarães, Thaís Vasco, Nayara Roberta, Nathália Andre.

Aos demais colegas de faculdade pelas oportunidades de bons momentos compartilhados durante todos os anos.

A cidade de Rio Pomba – MG que nos acolheu desde o início.

A todos o nosso muito obrigada!

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”

Ayrton Senna

EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO MINAS ARTESANAL DO SERRO

Resumo

Beatriz Lourdes De Souza

Laise De Freitas Laurindo

Dezembro, 2017

Orientador: Wellingta Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

O queijo Minas artesanal (QMA) é de grande importância para todo o estado de Minas Gerais, considerado patrimônio cultural imaterial e fonte de renda para diversos produtores. Devido a utilização do pingo, que é um fermento natural, no processamento de QMA, o produto desenvolve características peculiares e dependentes da região onde é fabricado. Neste contexto, o trabalho objetivou realizar a caracterização das propriedades físicas e físico-químicas dos queijos Minas artesanal do Serro - MG após a adição de biopolímeros a base de xantana e alginato e avaliar sua viabilidade em relação a redução da mão de obra na manutenção dos queijos artesanais. Os biopolímeros comestíveis foram preparados na concentração de 1%, sendo o alginato precipitado posteriormente com solução de 8% de cloreto de cálcio. Em seguida realizou-se a aplicação das películas nos queijos e os mesmos foram maturados em BOD a 17°C e umidade relativa de 78%, sendo as análises físico-químicas (atividade de água, pH, acidez, perda de peso, cor, perfil de textura, nitrogênio total e solúvel) realizadas nos períodos de 3, 10, 17 e 24 dias, em triplicata. O experimento foi conduzido em três repetições. Os resultados encontrados para as análises de atividade de água, pH, acidez, perda de peso, cor e nitrogênio solúvel em pH 4,6 demonstraram que os biopolímeros empregados não afetaram essas características dos queijos, entretanto as amostras sofreram efeito do período de armazenamento ($p < 0,05$), o que já era esperado devido às reações de maturação que ocorrem ao longo do tempo, principalmente em relação a perda de umidade. Por outro lado, os resultados das análises de nitrogênio total apresentaram influência na interação dos tratamentos e dias de armazenamento, apontando diferença significativa ($p < 0,05$) dos tratamentos em relação ao controle após 10 dias de armazenamento. De maneira geral, os resultados obtidos indicaram que os biopolímeros a base de xantana e alginato poderão ser utilizados sem que causem interferência na maturação dos queijos Minas artesanais. Além disso, os biopolímeros auxiliaram no tratamento da casca do queijo, pois não houve crescimento visivelmente considerável de microrganismos na superfície dos

queijos, como houve no controle.

Palavras-chave: revestimento comestível, maturação, alterações físico-químicas.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS SOBRE AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE QUEIJO MINAS ARTESANAL DO SERRO

Abstract

Beatriz Lourdes De Souza

Laise De Freitas Laurindo

December, 2017

Adviser: Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto

The artisan Minas cheese (QMA) is of great importance for the entire state of Minas Gerais, considered intangible cultural heritage and source of income for many farmers. The use of drop, which is a natural starter, in the processing of QMA, the product develops characteristics and dependent on the region where it is manufactured. In this context, the work aimed to accomplish the characterization of physical and physico-chemical properties of the cheeses artisanal Mines of Serro, Minas Gerais after addition of biopolymers based xantana and alginate and assess your viability in relation to reduction of manpower in the maintenance of artisanal cheeses. The edible biopolymers were prepared at a concentration of 1%, as the hasty alginate with 8% solution of calcium chloride. Then the application of film on cheese and they were matured in BOD to 17°C and 78% relative humidity, being physical and chemical analyses (water activity, pH, acidity, loss of weight, colour, texture profile, total nitrogen and soluble) carried out in periods of 3, 10, 17 and 24 days, in triplicate. The experiment was conducted in three repetitions. The results for the analysis of water activity, pH, acidity, loss of weight, colour and pH 4.6 soluble nitrogen have shown that biopolymers employees don't affect these characteristics of the cheeses, however samples suffered effect of period of storage ($p < 0.05$), which was expected due to maturation reactions that occur over time, especially in relation to moisture loss. On the other hand, the results of analysis of total nitrogen showed influence on interaction of treatments and days of storage, pointing out significant difference ($p < 0.05$) of the treatments relative to the control after 10 days of storage. In General, the results indicated that the based biopolymers xantana and alginate can be used without causing interference in the maturation of the cheeses artisanal Mines. In addition, biopolymers assisted in treating the cheese rind, because there was no growth of microorganisms on the surface considerably visibly of the cheeses, as happened in the control.

Keywords: edible coating, maturation, changes physical-chemical.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução do percentual de nitrogênio total nas amostras de QMA do Serro.....	15
---	-----------

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resumo da análise de variância das análises de pH, Aw, acidez e PP das médias das análises físico químicas de QMA do Serro durante a maturação	12
Tabela 2. Médias dos valores de Aw, pH, PP, acidez durante o período de maturação de QMA do Serro.....	12
Tabela 3. Resumo da análise de variância dos valores de compostos nitrogenados de QMA do Serro durante a maturação	14
Tabela 4. Médias dos resultados para NT durante o período de maturação de QMA do Serro.....	15
Tabela 5. Médias dos valores de NS em pH 4,6 durante o período de maturação de QMA do Serro.....	16
Tabela 6. Resumo da análise de variância dos quadrados médios dos valores de L, a e b internos e externos durante período de armazenamento de QMA do Serro.....	17
Tabela 7. Médias dos parâmetros a*i, b*i e a*e em relação aos dias de armazenamento de QMA do Serro.....	18
Tabela 8. Resumo da análise de variância das médias dos valores encontrados no TPA: Dureza (N), Coesividade (coesiv.), Elasticidade (Elast.) (cm) e Mastigabilidade (Mast.) (mJ) em QMA do Serro durante a maturação.....	18
Tabela 9. Médias de dureza durante tempo de armazenamento de QMA do Serro.....	19

Sumário

AGRADECIMENTOS	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	viii
Sumário.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.2. Queijo Minas Artesanal	2
2.3. Embalagem para alimentos	3
2.3.1. Alginato de Sódio.....	4
2.3.2. Goma Xantana.....	6
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. Objetivo geral.....	6
3.2. Objetivos específicos	7
4. MATERIAL E MÉTODOS	7
4.1. Preparo e aplicação dos biopolímeros.....	8
4.1.1. Alginato de sódio	8
4.1.2. Goma xantana	8
4.2. Análises Físico-Químicas.....	8
4.2.1. Atividade de água (Aw)	8
4.2.2. pH	8
4.2.3. Acidez (% de ácido láctico).....	9
4.2.4. Perda de peso (PP)	9
4.2.5. Cor	10
4.2.6. Determinação de Compostos Nitrogenados	10
4.2.7. Análise de perfil de textura (TPA)	10
4.2.7. Delineamento Experimental.....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
5.1. Determinação de pH, atividade de água (Aw), acidez e perda de peso (PP).....	11

5.2 Determinação de compostos nitrogenados.....	14
5.3. Determinação da cor.....	17
5.4. Análise de perfil de textura (TPA).....	18
6. CONCLUSÕES	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

QMA	Queijo Minas Artesanal
PP	Perda de Peso
Aw	Atividade de Água
IEM	Índice de Extensão de Maturação
IPM	Índice de Profundidade de Maturação
NS	Nitrogênio Solúvel
NT	Nitrogênio Total
TPA	Análise de Perfil de Textura
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados

1. INTRODUÇÃO

O queijo Minas artesanal do Serro tem grande importância econômica e sociocultural para o estado de Minas Gerais, promovendo geração de renda e ocupação, sendo considerado patrimônio imaterial, além de possuir o título de identificação geográfica. O processo de fabricação envolve a etapa de maturação dos queijos, a fim de atingir as características necessárias para comercialização segundo a lei estadual nº 20549 de 18 de dezembro de 2012. Nesse processo os queijos necessitam ocasionalmente de manutenção da superfície, que compreende na raspagem, lavagem e secagem (BRANT, FONSECA, SILVA. 2007; FIGUEIREDO et al., 2015).

Os queijos, de modo geral, são produtos muito manipulados e, devido a isso, passíveis de contaminação, sendo estas condições agravadas quando processados com leite cru, sem o emprego das boas práticas e conjuntos de técnicas originais, ou sem se observar o tempo mínimo de maturação (PINTO et al, 2009).

O uso de biopolímeros pode ser uma alternativa para redução da mão de obra utilizada durante a maturação de queijos, melhorando o aspecto de apresentação dos produtos e controle de sua contaminação.

Os filmes e revestimentos comestíveis são apresentados pela literatura de maneiras distintas. Filme é uma fina película formada de modo separado do alimento sendo depois aplicada sobre ele (GENNADIOS; WELLER, 1990). Já revestimento é definido como uma fina camada de material comestível aplicada à superfície dos alimentos, apresentando o objetivo de gerar uma barreira semipermeável para gases e compostos voláteis (GONZALEZ-AGUILAR et al., 2010). Sendo assim, os biopolímeros, em geral, podem ser classificados como filmes ou revestimentos.

O recobrimento fino sobre o produto tem como função agir como barreira a elementos externos, de modo a proteger o produto e estender sua vida de prateleira. Uma das macromoléculas biológicas mais estudadas para a formação de revestimentos comestíveis são os polissacarídeos, polímeros que apresentam a capacidade de formar matrizes contínuas de proteção ao

alimento (HAN, 2000; FRUTUOSO, 2014).

No que diz a qualidade de um alimento, a mesma é dependente das características sensoriais, nutricionais e higiênicas do produto, que sofrem mudanças durante o período de estocagem e comercialização. Assim, os revestimentos comestíveis surgem como forma de manter a qualidade dos alimentos podendo ser utilizados para o controle da contaminação, inibição da migração de umidade, oxigênio e retenção os compostos aromáticos do produto, contribuindo para preservação de sua integridade (DURANGO, SOARES, ARTEAGA, 2011).

Neste contexto objetivou-se com este trabalho, verificar se a aplicação de biopolímeros à base de alginato de sódio e goma xatana afeta os parâmetros envolvidos na maturação do queijo Minas artesanal do Serro, sobre condições controladas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.2. Queijo Minas Artesanal

Uma importante característica da produção de queijo em Minas Gerais é sua fabricação artesanal, que representa uma parte significativa de todo o queijo do Estado, sendo as regiões do Araxá, Campo das Vertentes, Cerrado, Serra da Canastra, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro, consideradas tradicionais produzindo anualmente metade de todo o queijo artesanal mineiro. (EMATER, 2003).

O Queijo Minas Artesanal é um patrimônio cultural do estado de Minas Gerais e sua fabricação é uma tradição nas regiões que produzem o mesmo. Este produto é elaborado com leite cru, sem pasteurização e pode representar um risco à saúde pública se os cuidados sanitários durante o processo de produção não forem seguidos com rigor (IMA, 2010).

A procura e o consumo de produtos desenvolvidos de modo artesanal têm se intensificado nos últimos anos, devido principalmente à crescente demanda por produtos saudáveis, livres de aditivos e com identidade sensorial única. Os

queijos artesanais têm grande importância social no Brasil, em consequência de seu ambiente histórico e cultural (PINTO et al., 2009; DURÃES et al, 2016).

Uma das características marcantes desse queijo é o emprego na sua fabricação de um fermento natural, usado pelos queijeiros da região, denominado “pingo”. Esse fermento é resultante da dessoragem dos queijos já salgados, e coletado de um dia para o outro. O “pingo” é, portanto, um soro fermentado que age como inibidor de algumas fermentações indesejáveis e confere ao queijo características típicas de sua variedade. Microrganismos predominantes em cada região (MARTINS, 2006).

O QMA do Serro apresenta semelhanças com o queijo Minas Padrão, apresentando sabor típico e ácido acentuado, sendo essa uma de suas peculiaridades (FURTADO et al., 2003). Segundo Emater (2002), o queijo artesanal do Serro constitui o primeiro Patrimônio Cultural Imaterial de Minas Gerais, estando descrito no “Livro dos Saberes” pelo Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA / MG).

2.3. Embalagem para alimentos

Embalagem para alimentos, de acordo com a Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001, é o material que está em contato direto com os alimentos, destinado a contê-los desde a sua fabricação até a entrega ao consumidor, com o intuito de protegê-los de agentes externos, de alterações e de contaminações, assim como de adulterações.

As embalagens plásticas produzidas com os polímeros convencionais de fonte petroquímica degradam-se lentamente no ambiente devido a sua elevada resistência às radiações, ao calor, ao ar, à água e ao ataque imediato de micro-organismos. Assim, a degradação desses materiais pode levar centenas de anos, o que gera problemas ambientais preocupantes (ARVANITOYANNIS et al., 1999). Entretanto, existem vários materiais biodegradáveis que podem ser substitutos dos plásticos comuns. Dentre eles, estão os que possuem origem biológica, como proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou até mesmo suas combinações. Dos polissacarídeos já estudados, o amido vem sendo muito explorado para a produção de materiais termoplásticos biodegradáveis, devido a vários fatores,

como a sua disponibilidade, baixo custo e produção proveniente de fontes renováveis (PELISSARI, 2009).

As embalagens comestíveis possuem variadas funções, podendo proteger os alimentos contra perda de umidade, crescimento microbiano na superfície, mudanças químicas causadas pela luz, oxidação de nutrientes, contra perda de sabor, etc. Além de também serem utilizadas para veicular substâncias antioxidantes, evitando assim o escurecimento enzimático em vegetais cortados (VILLADIEGO et al., 2005). Estas funções protetoras têm o objetivo de manter a qualidade dos produtos alimentícios, resultando no aumento da vida-de-prateleira e em uma maior segurança em termos microbiológicos (GENNADIOS; WELLER, 1990).

Devido a isso, o desenvolvimento de películas e revestimentos comestíveis compostos por polissacarídeos tem sido tema de inúmeras pesquisas nos últimos anos, como, por exemplo, Fonseca et al. (2016), Silva et al (2017), Luvielmo e Lamas (2012) e Silva (2017a). O conceito e a prática de recobrir um alimento de modo a melhorar sua qualidade e aumentar seu período de armazenamento não são novos. A aplicação direta mais antiga que se tem notícia é a de revestimentos em frutas cítricas para evitar sua desidratação além de proporcionar brilho (PAN; CABALLERO, 2011).

2.3.1. Alginato de Sódio

O alginato de sódio é um polissacarídeo linear obtido a partir de algas marrons ou bactérias e é composto por resíduos dos ácidos β -D-manurônico e α -L-gulurônico na forma de sal de sódio, unidos por ligações glicosídicas (1 \rightarrow 4) e distribuídos em porções distintas ao longo da cadeia (LIMA, ANDREANI, SOLDI, 2007). O alginato de sódio se tornou um material interessante para inúmeras aplicações devido a algumas de suas características, como ação espessante e gelificante, biodegradabilidade, ausência de toxidez e biocompatibilidade. De modo geral, filmes de alginato estão sendo estudados para serem utilizados em embalagens, proteção e cobertura de materiais distintos (RHIM, LEE, HONG, 2006).

Em indústrias de alimentos, os sais de alginato são comumente utilizados por apresentarem características específicas que os qualificam para serem

usados como espessantes, estabilizantes e na produção de filmes e coberturas, podendo ser aplicados em alimentos com alto teor de umidade, pois essa substância é capaz de reagir com íons bivalentes de cálcio, o que forma géis fortes e insolúveis (ROJAS-GRAU et al., 2007; IGARASHI, 2010).

Em sistemas alimentícios, os filmes e coberturas de alginato são utilizados como barreira protetora adicional e podem atuar especificamente controlando a migração de água, a permeabilidade a gases, a migração lipídica, a rancidez oxidativa e, ainda, podem conter aditivos como antioxidantes e antimicrobianos, os quais visam retardar a taxa de deterioração e prolongar a vida de prateleira (BIERHALZ, 2014).

No estudo realizado por Khin, Zhou e Perera (2006) foram aplicadas soluções de alginato e pectina, ambas complexadas com CaCl_2 , em batatas descascadas e cortadas para avaliação das difusões de soluto e solvente. A menor difusividade se deu nas amostras revestidas, indicando melhor controle no problema extensivo na absorção de solutos.

A utilização de película à base de alginato de sódio 1% mostrou-se mais eficiente na conservação da uva 'Itália' por ter proporcionado uma menor perda de massa e maiores teores de umidade, ácido ascórbico e de sólidos solúveis, em comparação às demais concentrações testadas e à amostra controle (MIGUEL et al, 2009).

Apesar da maioria das pesquisas relacionadas ao alginato como revestimento comestível serem direcionadas a aplicação em frutas e hortaliças há também linhas de pesquisa voltadas ao emprego em queijos. No estudo de Silva (2016b), os revestimentos comestíveis à base de alginato aplicados em queijo fresco apresentou característica desejável, pois forneceu uma barreira adicional ao crescimento de microrganismos patogênicos e contaminantes, contribuindo para a sua proteção e extensão do tempo de prateleira, além de apresentar menor perda de peso em relação ao controle.

Foi observado também que o filme comestível à base do polissacarídeo alginato de sódio foi eficiente como suporte ao probiótico *Lactobacillus acidophilus* LA 14, podendo ser utilizado como carreador desse tipo de microrganismo nos alimentos (CEDRAN et al, 2015).

2.3.2. Goma Xantana

Goma xantana é nome comum que se dá ao exopolissacarídeo (EPS) microbiano produzido por meio de fermentação pela bactéria *Xanthomonas campestris* (CANUTO, 2009). A rigidez da cadeia principal da xantana, aliada à solubilidade induzida pelas cadeias laterais, e demais características da sua estrutura química conferem as características únicas que tornam a xantana tão importante para a indústria de alimentos (DIAS; VENDRUSCOLO; VENDRUSCOLO, 2004).

A goma xantana não possui propriedades tóxicas, tendo sido aprovada pelo FDA (Food and Drug Administration) dos Estados Unidos desde 1969, como aditivo em alimentos. Já no Brasil, a adição de xantana em alimentos é permitida desde 1965, pelo Decreto de Lei nº 55.871, da legislação brasileira de alimentos (LIMA et al., 2001; ROTAVVA, 2005).

Algumas das aplicações da xantana na indústria de alimentos são molhos, coberturas para saladas, catchup, produtos de confeitarias, produtos dietéticos, sucos de frutas, sopas e caldos, entre outros, podendo servir como agente espessante, estabilizante, suspensivo e auxiliar de emulsificação, possibilitando a criação de novos produtos de diferentes texturas.

Segundo Foresti (2003), a goma xantana apresenta alta estabilidade em comparação aos demais polissacarídeos devido suas características de formar soluções aquosas de alta viscosidade, sendo essa um parâmetro para avaliar sua qualidade.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

O trabalho objetivou avaliar a influência de revestimento de biopolímeros em queijos Minas artesanais do Serro durante a maturação.

3.2. Objetivos específicos

- Aplicar os biopolímeros a base de xantana e alginato nos queijos Minas artesanal do Serro por espalhamento;
- Determinar as propriedades físico-químicas dos queijos revestidos com biopolímeros durante o período de maturação;
- Analisar as características físicas dos queijos revestidos com biopolímeros durante a maturação;

4. MATERIAL E MÉTODOS

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, em um total de 30 amostras, foram doados pela Cooperativa de Produtores Rurais do Serro, LTDA. As amostras foram identificadas pelas iniciais dos tratamentos e tempos. 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:** Alginato de Sódio – queijo revestido com biopolímero Alginato de sódio preparado na concentração de 1%
- **Tratamento 3:** Goma Xantana – queijo revestido com o biopolímero Xantana preparado na concentração de 1%.

Após aplicação das películas, os queijos foram maturados em BOD, em temperatura de 17°C e umidade relativa de 78%, sendo as análises físico-químicas realizadas em triplicata, nos períodos de 3, 10, 17 e 24 dias após a fabricação. O experimento foi conduzido em três repetições.

4.1. Preparo e aplicação dos biopolímeros

4.1.1. Alginato de sódio

Após pré-testes, foi identificado que a melhor concentração para aplicação foi de 1%, em água destilada. Em seguida o polímero foi homogeneizado e deixado em repouso por 24 horas para sua completa solubilização.

Para a completa formação dos biopolímeros nos queijos foi utilizado uma solução de cloreto de cálcio a 8% para auxiliar na precipitação da película de alginato de sódio

As películas foram aplicadas após 3 dias de fabricação com auxílio de espátula.

4.1.2. Goma xantana

Após pré-testes, foi verificado que a melhor concentração para aplicação nos queijos foi de 1% em água destilada. Após sua pesagem e adição de água, a amostra foi homogeneizada e deixada em repouso por 24 horas para sua completa solubilização.

As películas foram aplicadas com auxílio de espátula.

4.2. Análises Físico-Químicas

4.2.1. Atividade de água (A_w)

A atividade de água (A_w) foi determinada em equipamento Aqualab Lite, nº de série 1387, da Decagon Devices.

4.2.2. pH

A determinação do pH, foi realizada de acordo com Brasil (2006) usando-se 10 g de amostra com adição de 100 mL de água, homogeneizando com bastão de vidro e posteriormente efetuando a leitura direta em medidor de pH de bancada (PHTEK).

4.2.3. Acidez (% de ácido láctico)

A acidez das amostras de queijo, por sua vez, foi determinada pelo método titulométrico, onde foi pesado 10 gramas das amostras adicionado o volume de 100 mL de água destilada, seguido de homogeneização com bastão de vidro até 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, por meio da Equação 1.

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

Equação 1 - Cálculo da porcentagem de ácido láctico

Onde:

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

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

0,9 = fator de conversão do ácido láctico;

m = peso em gramas (g) de amostra utilizada na titulação;

4.2.4. Perda de peso (PP)

A determinação de perda de peso foi realizada pela diferença de peso dos queijos em relação ao tempo 1, ao longo do período de maturação, calculado de acordo com a Equação 2.

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

Equação 2 - Cálculo da porcentagem de perda de peso

Onde:

Pf: é o peso final do queijo (g);

Pi: é o peso inicial do queijo (g).

4.2.5. Cor

A cor dos queijos foi determinada por colorimetria no equipamento 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 de vermelho (+) a verde (-). E o valor b* representa a cor, variando de amarelo (+) a azul (-). As análises foram realizadas nas partes internas e externas dos queijos.

4.2.6. 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.

O Índice de Extensão de Maturação (IEM) foi calculado através da relação entre os conteúdos de nitrogênio solúvel em pH 4,6 (NS) e nitrogênio total (NT), pela fórmula: $IEM = \frac{NS_{pH4,6}}{NT} \times 100$ e o Índice de Profundidade de Maturação (IPM) foi calculado através da relação entre o conteúdo de nitrogênio solúvel em TCA 12% (NS TCA12%) e nitrogênio total (NT), pela fórmula: $IPM = \frac{NS_{TCA12\%}}{NT} \times 100$ (SILVA et al., 1997).

4.2.7. Análise de perfil de textura (TPA)

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.

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

4.2.7. Delineamento Experimental

O experimento foi montado segundo o esquema fatorial (3x4) sendo três tratamentos e quatro tempos de armazenamento no Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com três repetições.

Os dados dos três tratamentos foram interpretados por meio das análises de variância (ANOVA) e as médias comparadas por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, usando o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (FERREIRA, 2010).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Determinação de pH, atividade de água (Aw), acidez e perda de peso (PP)

Na Tabela 1 encontra-se o resumo da análise de variância das médias dos valores de pH, atividade de água (Aw), acidez e Perda de Peso (PP) nos tempos 3, 10, 17 e 24 dias de maturação.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das análises de pH, Aw, acidez e PP (perda de peso) das médias das análises físico químicas de QMA do Serro durante a maturação

FV	GL	Quadrado Médio			
		pH	Aw	Acidez (% AL)	PP (g)
Trat	2	0,0527 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,1369 ^{ns}	2,7652 ^{ns}
Dias	3	0,618*	0,0037*	1,3769*	547,2156*
Trat x D	6	0,0278 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,0561 ^{ns}	2,0176 ^{ns}
Bloco	2	0,4207*	0,066**	0,1012 ^{ns}	7,6859 ^{ns}
Erro	22	0,0651	0,000	0,137	3,4007

* F significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns F não significativo a 5% de probabilidade, Aw: atividade de água; PP: perda de peso (g); Acidez (% ácido láctico)

A análise de variância dos resultados (Tabela 1) indicou não haver interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento ($p > 0,05$), além de não haver efeito do tratamento ($p > 0,05$) em nenhum dos parâmetros analisados, o que demonstra que os biopolímeros empregados não afetaram as características de pH, Aw, acidez e perda de peso das amostras.

Entretanto estes parâmetros sofreram efeito do período de armazenamento ($p < 0,05$). A variação das médias dos valores de pH, Aw, acidez e PP em função do tempo, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias dos valores de Aw, pH, acidez (%ácido láctico), PP (perda de peso) durante o período de maturação de QMA do Serro

Parâmetros	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Aw	0,94A	0,91B	0,90B	0,89B
pH	4,94A	5,18AB	5,30BC	5,57C
Acidez	1,71A	1,20B	0,96B	0,82B
PP	0,0A	7,71B	13,39C	18,11D

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). Aw: atividade de água; PP: perda de peso; acidez: percentual de ácido láctico.

Os valores de Aw variaram entre 0,94 e 0,89, reduzindo significativamente após o décimo dia de armazenamento, permanecendo constante até o final do

período analisado. Essa redução verificada na atividade de água pode estar relacionada com o processo de maturação, onde há a formação de aminoácidos e substâncias polares que se ligam à água presente, diminuindo assim a atividade de água.

Em trabalho realizado por Martins (2006) também foi verificado uma redução significativa da A_w de queijos artesanais provenientes do Serro – MG durante o período de maturação, encontrando valores entre 0,98 e 0,92 durante 63 dias de maturação.

Verificou-se um aumento nos valores de pH ($p < 0,05$) entre os tempos 3 e 24 dias provavelmente proveniente da degradação proteica com formação de compostos nitrogenados resultantes da degradação proteica devido à atividade de proteases nativas do leite e daquelas presentes no “pingo” (fermento endógeno), ocorrendo a formação de compostos nitrogenados de caráter alcalino (Martins, 2006).

Os valores de pH encontrados no presente estudo variaram de 4,94 a 5,57. Em estudo realizado por Machado e colaboradores (2004), foi realizada a caracterização físico-química de diferentes amostras de queijo Minas Artesanal do Serro, onde os resultados de pH encontrados para os queijos com seis dias de armazenamento, foi de 4,98, assemelhando-se aos valores de pH encontrados no presente trabalho para o primeiro dia de análise.

Em pesquisa realizada por Caridi et al. (2003) foi verificado durante a maturação de queijo artesanal de caprinos o mesmo comportamento do pH, cuja faixa variou de 5,09 a 6,89.

Paralelamente, pôde-se identificar uma redução ($p < 0,05$) da acidez (Tabela 2) após 3 dias de maturação, permanecendo constante até o final do período analisado.

Estes resultados estão em conformidade com Prieto et al. (2002), onde foi verificado que a acidez de queijos ao longo do período de maturação tende a reduzir significativamente, de maneira inversa ao desenvolvimento do pH.

Em relação à perda de peso (PP), foi verificado um aumento ($p < 0,05$) durante todo período analisado (Tabela 2).

A perda de umidade durante a maturação é a principal responsável pela perda de peso das amostras.

O peso é o parâmetro físico de elevada importância devido a sua relação direta com o rendimento dos queijos, de modo a gerar questionamentos sobre os custos de produção caso os queijos sejam maturados por elevados períodos de tempo (MARTINS, 2006).

Uma importante característica que os revestimentos comestíveis devem apresentar é a sua permeabilidade, definida como uma propriedade do complexo filme-permeante sob certas condições de temperatura e atividade de água. Principalmente quando aplicados em queijos que sofrem maturação, pois há necessidade de promover o desenvolvimento da microbiota do queijo, das reações enzimáticas responsáveis pelas mudanças bioquímicas e das trocas gasosas que ocorrem no queijo durante a maturação (NARDES, 2002).

5.2 Determinação de compostos nitrogenados

O resumo da análise de variância de compostos nitrogenados pode ser verificado na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos valores de compostos nitrogenados de QMA do Serro durante a maturação

FV	GL	Quadrado Médio				
		NT	NS pH 4,6	NS TCA 12%	IEM	IPM
Trat	2	1,333601*	0,002912 ^{ns}	0,044391 ^{ns}	0,2131 ^{ns}	9,8499 ^{ns}
Dias	3	2,636176*	0,327966*	0,049192 ^{ns}	37,3939 ^{ns}	13,9072 ^{ns}
Trat x D	6	0,163258*	0,038763 ^{ns}	0,007140 ^{ns}	15,8677 ^{ns}	2,5586 ^{ns}
Bloco	2	0,068778*	0,873873*	0,390565*	136,3549*	1,0816 ^{ns}
Erro	22	0,042577	0,075355	0,022826	29,0700	9,4156

* F significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste Tukey; ns F não significativo a 5% de probabilidade, NT: nitrogênio total; NS pH 4,6: nitrogênio solúvel em pH 4,6; NS TCA 12%: nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12%; IPM: índice de profundidade de maturação; IEM: índice de extensão de maturação.

Foi constatada interação significativa ($p < 0,05$) apenas para o Nitrogênio Total, mostrando que este foi o único parâmetro afetado pelos tratamentos e pelo período de armazenamento.

Na Tabela 4 pode ser verificado o comportamento das médias dos valores de nitrogênio total em função do tempo e dos tratamentos aplicados.

Tabela 4. Médias dos resultados para NT durante o período de maturação de QMA do Serro

Tratamento	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Controle	2,8110aA	2,1426aB	3,0947aBC	3,2825aC
Alginato	2,8110aA	2,8951bA	3,9399bB	4,0357bB
Xantana	2,8110aA	3,0474bA	3,8071bB	3,9314bB

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

Para todos os tratamentos com relação aos teores de NT durante os dias de maturação, o seu aumento ($p<0,05$) está diretamente relacionado com a perda de peso (umidade) nesse período, contribuindo assim com o aumento dos sólidos totais (MARTINS, 2006).

Os queijos revestidos com alginato e xantana não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre si em nenhum dos tempos avaliados, entretanto apresentaram teores de NT maior que o controle a partir do décimo dia de armazenamento.

A evolução do percentual de nitrogênio total nas amostras pode ser observada na Figura 1.

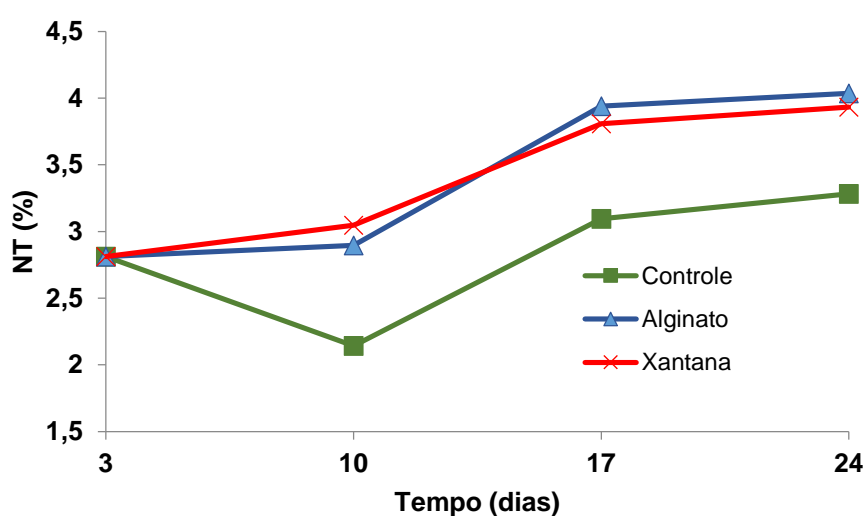


Figura 1. Evolução do percentual de nitrogênio total nas amostras de QMA do Serro

Os parâmetros NS em pH 4,6, NS TCA 12%, IPM e IEM não foram afetados pelos tratamentos aplicados ($p>0,05$) e apenas o NS em pH 4,6 foi afetado pelo período de armazenamento ($p<0,05$). Estes resultados indicam que os biopolímeros aplicados afetaram apenas os valores de nitrogênio total. A evolução das médias dos valores de NS em pH 4,6, ao longo do tempo, pode ser observada na Tabela 5 onde verifica-se aumento nas médias deste parâmetro, apresentando diferença ($p<0,05$) entre os tempos 10 e 24 dias de armazenamento.

Tabela 5. Médias dos valores de NS em pH 4,6 durante o período de maturação de QMA do Serro

	Tempo (dias)			
	3	10	17	24
Média	0,25A	0,22A	0,49AB	0,61B

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

Em relação aos índices de maturação, tradicionalmente eles são medidos pela degradação de caseína, através da avaliação da proporção entre nitrogênio total e nitrogênio solúvel. Este índice deve aumentar com o avanço da maturação (PERRY, 2004). Porém pode-se observar que não houve diferença significativa para o nitrogênio solúvel TCA 12% (Tabela 3) em relação ao período de maturação, conforme ocorrido no estudo de Cavalcante et al. (2007). Já o nitrogênio solúvel em pH 4,6 foi influenciado pelo período de armazenamento dos queijos (Tabela 4) entre o décimo e vigésimo quarto dia.

O IEM não foi influenciado pelos tratamentos e pelos dias de maturação, estando de acordo com os resultados encontrados no trabalho de Machado et al. (2011), onde o tempo de maturação não afetou o IEM, sendo isto justificado pelo possível uso de coalho com baixo poder coagulante ou em menores quantidades do que o recomendado.

Da mesma forma que IEM, o resultado do IPM não foi influenciado pelos dias e tratamentos. O mesmo ocorreu na pesquisa realizada por Cavalcante et al. (2007), onde não houve diferença significativa da profundidade da maturação

durante o período de 30 dias de maturação. A temperatura de armazenamento possui influência no desenvolvimento dos parâmetros de maturação dos queijos. Considerando que a temperatura de maturação foi controlada, a mesma pode ter sido insuficiente para que ocorressem alterações significativas nos índices de maturação. O mesmo pode ser justificado para o tempo de armazenamento.

5.3. Determinação da cor

Na Tabela 6 encontra-se o resumo da análise de variância dos valores de L, a e b internos e externos dos queijos nos tempos 3, 10, 17 e 24 dias de armazenamento.

Tabela 6. Resumo da análise de variância dos quadrados médios dos valores de L, a e b internos e externos durante período de armazenamento de QMA do Serro

FV	GL	Quadrado Médio					
		L ^{*i}	a ^{*i}	b ^{*i}	L ^{*e}	a ^{*e}	b ^{*e}
Trat	2	18,7676 ^{ns}	1,3535 ^{ns}	0,4756 ^{ns}	36,21545 ^{ns}	0,3752 ^{ns}	26,6831 ^{ns}
Dias	3	368,0836 ^{ns}	7,4658 [*]	21,5637 [*]	206,7098 ^{ns}	10,2032 [*]	48,2762 ^{ns}
Trat x D	6	7,90068 ^{ns}	0,7007 ^{ns}	1,1823 ^{ns}	71,7893 ^{ns}	0,28002 ^{ns}	25,06038 ^{ns}
Bloco	2	817,8785 [*]	3,0216 [*]	68,8357 [*]	658,6025 ^{ns}	3,4302 ^{ns}	52,1307 ^{ns}
Erro	22	159,3351	1,4164	7,2977	97,5135	2,5057	45,2653

* F significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns F não significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. *i: interno; *e: externo.

Como verificado, a adição de películas não interferiu ($p > 0,05$) no processo de maturação dos queijos. Cerqueira et al. (2009) analisaram a influência de revestimentos durante a maturação de queijos e identificaram que a aplicação dos mesmos pode ser utilizada para diminuir as diferenças de cor durante o período de maturação.

Com os resultados obtidos, pôde-se identificar que houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos dias de armazenamento nos parâmetros a^{*} e b^{*} internos e a^{*} externo. De maneira geral, pode-se observar que houve variação na tonalidade e saturação internos e tonalidade externa, como consequência da maturação. Na tabela 7 encontram-se as médias dos parâmetros a^{*i}, b^{*i} e a^{*e} em relação aos dias de armazenamento.

Tabela 7. Médias dos parâmetros a*i, b*i e a*e em relação aos dias de armazenamento de QMA do Serro

Parâmetros	03	10	17	24
a*i	-0,17A	0,46AB	1,23AB	1,93B
b*i	13,19A	15,59AB	15,68AB	16,88B
a*e	1,11A	2,27AB	2,86AB	3,64B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). *i: interno; *e: externo

Os modelos de cor CIELab (Comission Internationale de l'Eclairage) permitem representar numericamente as cores que as pessoas, com a visão normal, podem perceber.

O parâmetro de cor a* interna e externa dos queijos teve tendência a aumentar e ambos apresentaram influência dos dias de armazenamento a partir do 24° dia de maturação. No trabalho de Santos et al. (2017) percebeu-se que todos os queijos analisados tenderam para a coloração vermelha, devido ao aumento do valor a*, com picos de intensidade aos 21 dias de armazenamento.

O parâmetro b* interno também houve influência significativa do período de armazenamento após 24 dias, o que pode ser explicado pelo aumento na concentração desses pigmentos, durante a maturação, em decorrência da perda de água e, conseqüentemente ocorrendo uma elevação na intensidade da cor amarela em queijos maturados (PERRY, 2004).

5.4. Análise de perfil de textura (TPA)

Na Tabela 8 encontra-se o resumo da análise de variância dos parâmetros de Dureza (g), Coesividade (coesiv.), Elasticidade (Elast.) (cm) e Mastigabilidade (Mast.) (mJ) nos tempos 3, 10, 17 e 24 dias de armazenamento.

Tabela 8. Resumo da análise de variância das médias dos valores encontrados no TPA: Dureza (N), Coesividade (coesiv.), Elasticidade (Elast.) (cm) e Mastigabilidade (Mast.) (mJ) em QMA do Serro durante a maturação.

FV	GL	Dureza	Coesiv.	Elast.	Mast.
Trat	2	25,4163ns	0,008556ns	0,679539ns	3664,19ns
Dias	3	2123,8886*	0,007763ns	1,761545ns	2144,91ns

Trat x D	6	127,5825ns	0,006362ns	1,452967ns	3259,41ns
Bloco	2	4071,5799*	0,162873*	2,427636*	16576,19*
Erro	22	252,5069	0,008408	0,652078	3399,28

* F significativo a 5% de probabilidade ($p < 0,05$); ns F não significativo a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. TPA: análise de perfil de textura.

Não foi constatado influência ($p > 0,05$) dos tratamentos nos parâmetros de textura analisados, demonstrando que a utilização dos biopolímeros não apresentou efeito sobre a dureza, a coesividade, a elasticidade e a mastigabilidade dos queijos.

Pôde-se observar que houve efeito ($p < 0,05$) dos dias de armazenamento apenas para o parâmetro de dureza, diferentemente do que foi encontrado por Ferraz (2016), onde verificou-se influência do tempo de maturação em todos os parâmetros de textura analisados.

Na Tabela 9 são apresentadas as médias dos valores de dureza em relação ao tempo de maturação.

Tabela 9. Médias de dureza (N) durante tempo de armazenamento dos QMA do Serro

	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 ($p > 0,05$)

O aumento significativo ($p < 0,05$) da dureza está diretamente relacionado com o avanço da maturação dos queijos devido à perda de umidade (NARDES, 2002).

Em estudo realizado por Pinto et al. (2011), em análise de TPA de queijos minas artesanais da região do Serro, também foi verificado um aumento da dureza durante o período de maturação dos queijos.

Os valores de coesividade, elasticidade e mastigabilidade dos queijos Minas do Serro durante o período de maturação foram de 0.12, 5.58Cm e 55.86 mJ, respectivamente.

Em trabalho realizado por Ferraz (2016), foi encontrado em QMA da Canastra, valor de 0,231 para o parâmetro de coesividade, após 28 dias de maturação.

Souza et al. (2014) analisaram a influência de utilização de concentrados proteicos em queijos processados e encontraram médias de elasticidade em torno de 2,0.

6. CONCLUSÕES

A aplicação de biopolímeros comestíveis na superfície dos queijos não influenciou diretamente suas características físico-químicas, incluindo os índices de maturação, parâmetro que é essencial para obtenção de QMA com características adequadas.

A maioria dos resultados obtidos nas análises, como pH, Aw, PP, acidez, dureza e nitrogênio solúvel pH 4,6, tiveram influência do tempo de maturação, o que era esperado devido as mudanças decorridas do processo de maturação.

Em relação a coloração dos queijos somente os parâmetros a^* (interno e externo) e b^* (interno) apresentaram mudança ao longo da maturação, sendo significativos somente no último dia de análise.

O tratamento da casca dos QMA do Serro com biopolímeros a base de xantana e alginato é uma alternativa para maturação de queijos, pois não compromete as suas características. Além disso, as amostras revestidas não apresentaram crescimento visível de bolores como no queijo controle, refletindo na redução as perdas e gastos com mão de obra para manutenção da casca.

Novos trabalhos precisam ser realizados, considerando as características microbiológicas e sensoriais dos queijos Minas artesanais do Serro revestidos com biopolímeros, a fim de analisar se os mesmos irão influenciar nessas características.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARVANITTOYANNIS, I; BILLIADERIS, C.G. Physical properties of polyol-plasticized edible blends made of methylcellulose and soluble starch. **Carbohydrate Polymers**, vol. 36, p. 105-119, 1999.

BIERHALZ, A. C. K. **Desenvolvimento de biofilmes de alginato impregnados com natamicina e aferição de seu potencial antimicótico**. 2014. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia Química, Unicamp, Campinas, 2014.

BRANT, L. M. F.; FONSECA, L. M.; SILVA, M. C. C. **Avaliação da qualidade microbiológica do queijo-de-minas artesanal do Serro-MG**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.6, p.1570-1574, 2007.

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. Resolução RDC nº 91, de 11 de maio de 2001. Aprova o Regulamento Técnico - Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos do Anexo desta Resolução. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 15 de maio de 2001.

CANUTO, A. P.. **Desenvolvimento de bioprocessos para produção de goma xantana por fermentação no estado sólido a partir de resíduos e subprodutos agroindustriais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos). Curitiba, Universidade Federal do Paraná.

CARIDI, A.; MICARI, P.; CAPARRA, P.; CUFARI, A.; SARULLO, V. Ripening and seasonal changes microbial groups and in physico-chemical properties of the ewes' chesse Pecorino del Poro. **International Dairy Journal**. n. 13, p. 191 – 200. 2003.

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

CEDRAN, M. F.; RODRIGUES, F. J.; DORTA, C.; SHIGEMATSU, E. Viabilidade do Emprego do Probiótico *Lactobacillus acidophilus* LA 14 em Filmes Comestíveis à Base de Alginato de Sódio, p. 337 . In: **Anais do V Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia - VSIMBBTEC [=Blucher Biochemistry Proceedings]**. São Paulo: Blucher, 2015.

CERQUEIRA, M.A.; LIMA, A.M.; SOUZA, B.W.S.; TEIXEIRA, J.A.; MOREIRA, R.A.; VICENTE, A.A. J. (2009). Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. **J. Agri. Food. Chem.**, 57, 1456-1462.

DIAS, P. S.; VENDRUSCOLO, C. T.; VENDRUSCOLO, L. S.. Reologia de Xantana: uma Revisão sobre a Influência de Eletrólitos na Viscosidade de Soluções Aquosas de Gomas Xantana. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 25, n. 1, p.15-28, jan./jun., 2004.

DURÃES, G. L. L. S.; DURÃES, L. C. L.; NEVES, L. F.; VIEIRA, P.; LIMA, T. S.; CABRINI, C. C.; CUNHA, A. L. F. S.; PINTO, M. S. Caracterização do processo de fabricação de queijos minas artesanais produzidos na microrregião de Montes Claros, estado de Minas Gerais, Brasil. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 66-66, dec. 2016. ISSN 2179-6645.

DURANGO, A.M; SOARES, N.F; ARTEAGA, M.R. FILMES Y Revestimientos comestibles como empaques activos biodegradables en la conservación de alimentos. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**. V.9, n.1, p.122 – 128, 2011.

EMATER. Agroindústria Artesanal. Incremento de Ocupação e Renda familiar. Relatório de Atividades. p. 21. 2002.

EMATER. Queijo Minas Artesanal: Tradição e Qualidade que Revelam Minas. **Revista EMATER - MG**. Ano XXII - n.77. Julho de 2003. p. 16-17.

FERRAZ, W. M. **Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra: influência do ambiente sobre a maturação**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba, Rio Pomba, 2016.

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

FIGUEIREDO, S. P.; BOARI, C. A.; SOBRINHO, P. D. S. C.; CHAVES, A. C. S. D.; SILVA, R. B.; SILVA, H. B. F. Características do leite cru e do queijo Minas artesanal do serro em diferentes meses. **Archives of Veterinary Science**, v. 20, n. 1, 2015.

FONSECA, M. J. O; SOARES, A. G., BARBOZA, H. T. G., CARVALHO, M. A. G., JÚNIOR, A. C. V. N.. Uso De Revestimento Comestível Para Extensão Da Vida Útil Da Goiaba 'Pedro Sato'. **Engenharia Na Agricultura/Engineering in Agriculture**, v. 24, n. 2, p. 101-110, 2016.

FORESTI, A. P. **Produção e qualidade reológica da xantana sintetizada por diferentes cepas de Xanthomonas campestris em meios modificados**. Pelotas, 2003. 61 f. Dissertação - (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

FRUTUOSO, A. E. **Revestimento Comestível Elaborado Com Galactomanana De Caesalpinia Pulcherrima E Óleo Essencial De Cymbopogon Citratus Aplicado Em Queijo Coalho**. Limoeiro do Norte, 2014. Dissertação – (Mestrado em Tecnologia em Alimentos), Instituto Federal do Ceará.

FURTADO, M. M.; MOSQUIM, M. C. A. V.; FERNANDES, A. R., DA SILVA, C. A. B. **Produção de queijo minas curado e meia-cura**. Projetos de Empreendimentos Agroindustriais: Produtos de Origem Animal. Ed. UFV, v. 1. Viçosa: UFV - MG. 2003.

GENNADIOS, A.; WELLER, C., Edible Films and Coatings from Wheat and Corn Proteins. **Food Technology**, V. 44, p. 63-69, 1990.

GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; OLIVAS, G. L.; DE LA ROSA, L. A.; ALVAREZ-PARRILLA, E. Preserving quality of fresh-cut product

- using safe Technologies. **Journal of Consumer Protection and Food Safety**. v. 5. P. 65-72, fev. 2010.
- HAN, J.H. Antimicrobial Food Packaging. **Food Technology**, 54(3): 3-65, 2000.
- IGARASHI, M. C. **Desenvolvimento de filme comestível à base de alginato incorporado do agente antimicrobiano óleo essencial de cravo: aplicação em alimento**. Tese: Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.
- IMA - Instituto Mineiro de Agropecuária. **Queijo Minas Artesanal possui 155 queijarias cadastradas**. 2010. Disponível em: <www.ima.mg.gov.br>. Acessado em: 30 de novembro de 2017.
- KHIN, M. M.; ZHOU, W.; PERERA, C. O. A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. **Journal Of Food Engineering**, v. 77, n. 1, p.84-95, nov. 2006.
- LIMA, A. M. F. ANDREANI, L. SOLDI, V. Influência Da Adição De Plastificante E Do Processo De Reticulação Na Morfologia, Absorção De Água E Propriedades Mecânicas De Filmes De Alginato De Sódio. **Quim. Nova**, Vol. 30, No. 4, 832-837, 2007.
- LIMA, U. A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHIMIDELL, W. **Biotecnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda., V. 3, 247-270p., 2001.
- LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, 2012.
- MACHADO, E. C.; FERREIRA, C. L. L. F.; FONSECA, L. M.; SOARES, F. M.; PEREIRA JÚNIOR, F. N. . Características físico-químicas e sensoriais do queijo minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 516-521, 2004.
- MACHADO, G. M.; COSTA, R. G. B., JUNIOR, C., GONÇALVES, L. C., SOBRAL, D., TAVEIRA, L. B., & DE SOUZA, B. M. Aspectos Físico-Químicos De Queijo De Coalho Fabricado Com O Uso De Ácido Láctico. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, 2011.
- MACHADO, G. M.; COSTA, R. G. B.; PAULA, J. C. J.; PAIVA, P. H. C.; TAVEIRA, L. B.; ALMEIDA, F. A. Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido láctico. **Brazilian Journal of Food & Nutrition/Alimentos e Nutrição**, v. 22, n. 3, 2011.
- MARTINS, J. M. **Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo minas artesanal da região do serro**. 2006. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MIGUEL, A. C. A.; Pecini Stein Dias, J. R.; Albertini, S.; Fillet Spoto, M. H. Pós-colheita de uva 'Itália' revestida com filmes à base de alginato de sódio e armazenada sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, 2009.
- MINAS GERAIS. Lei estadual nº 20549 de 18 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais.

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.

Nardes, R. E. F. **Caracterização de queijo Zamorano Dop sob condições de maturação acelerada por modificações na temperatura** [tese]. Viçosa: Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa; 2002.

PAGANI, A. C.; DE SANTANA, M. M.; ALEXANDRE, A. P. S.; DA SILVA, E. A.; DA SILVA, G. F. Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo de coalho. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 041-047, 2013.

PAN, I.F.; CABALLERO, J.I.M. Películas y recubrimientos comestibles como herramienta emergente para la industria alimentaria. **In Los retos actuales de la industria alimentaria**. Madri: Instituto Tomás Pascual Sanz, p. 27-49, 2011.

PELLISSARI, F. M. **Produção e caracterização de filmes de amido de mandioca, quitosana e glicerol com incorporação de óleo essencial de orégano**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009. 124 p.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Revista Química Nova**. v. 27, nº 2, p. 293 – 300. 2004.

PINTO, M. S. **Diagnóstico socioeconômico, cultural e avaliação dos parâmetros físico-químico e microbiológicos do Queijo Minas Artesanal do Serro**. 134 f. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

PINTO, M. S.; FERREIRA, C. L. F.; MARTINS, J.; TEODORO, V. M.; PIRES, A. S.; FONTES, L. A.; VARGAS, P. R. (2009). Segurança Alimentar Do Queijo Minas Artesanal Do Serro, Minas Gerais, Em Função Da Adoção De Boas Práticas De Fabricação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 39 (4), 342-347.

PINTO, M.S.; CARVALHO, A. F.; PIRES, A.C.S.; SOUZA, A.A.C.; SILVA, P.H.F. da; 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, Issue 2, p. 90-96, Feb. 2011. ISSN 0958-6946.

PRIETO, B.; FRANCO, I.; PRIETO, J. G.; BERNARDO, A.; CARBALLO, J. Compositional and Physico-chemical Modifications during the Manufacture and Ripening of León Raw Cow's Milk Cheese. **Journal of Food Composition and Analysis**. n. 15, p. 725 – 735. 2002.

Rhim, J. W.; Lee, J. H.; Hong, S. I.; **Lebensm-Wiss Technol**. 2006.

ROJAS-GRAU, M. A.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; OLSEN, C.; FRIEDMAN, M.; HENIKA, P. R.; MARTÍN-BELLOSO, O.; PAN, Z.; MCHUGH, T. H. Effects os plant essential oils and oil compounds on mechanical, barrier and antimicrobial properties of alginate-apple puree edible films. **Journal of Food Engineering**, v.81, p.634-641, 2007.

ROTAVVA, I. **Seleção de linhagens de Xanthomonas sp para a produção de goma xantana**. Erechim, 2005. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, (URI), Campus Erechim.

SANTOS, L. S. SANTOS, P. A.; OLIVEIRA, D. S.; PERES, D. S.; BORGES, E. J; REZENDE, M. M. Caracterização de cor do queijo minas artesanal canastra produzido com cynara cardunculus.l. **VI Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do If Goiano**, Goias, v. 5, n. 3, p.101-104, set. 2017.

SILVA, A. F. Revestimentos comestíveis na aplicação em melancia e melão: adição do adjunto óleo de buriti e vida de prateleira. 2017a.

SILVA, J. M. L.; DO VALE, D. A., VIDAL, M. F., SILVA, A. I. M., & DE SOUZA, B. W. S. Obtenção E Caracterização De Filmes E Revestimentos Comestíveis De Quitosana Do Caranguejo-Uçá. **Encontros Universitários da UFC**, v. 2, n. 1, p. 1519, 2017.

SILVA, P. H. F., PEREIRA, D. B. C. ,OLIVEIRA, L. L. , COSTA JÚNIOR, L.C.G. Físico química do leite e derivados – Métodos analíticos, Ed. Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda., Juiz de Fora – MG, 1997. 190p.

SILVA, S. P. M.. **Formulação de um biofilme para controlo da listéria em queijos**. 2016b. Tese de Doutorado.

SOUZA, A. B.; JÚNIOR, L. C. G. C., PERRONE, Í. T., STEPHANI, R., ALMEIDA, D. F. Parâmetros de textura em queijos processados: Influência da utilização de concentrados proteicos de leite e de soro. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 3, p. 181-192, 2014.

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