

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA PRODUZIDO
COM *CYNARA CARDUNCULUS L.*

AUTOR: EDUARDO JOSÉ BORGES
ORIENTADORA: PROF. DR^a PRISCILA ALONSO DOS SANTOS

RIO VERDE - GO
Março – 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA PRODUZIDO
COM *CYNARA CARDUNCULUS L.*

AUTOR: EDUARDO JOSÉ BORGES
ORIENTADORA: PROF. DR^a PRISCILA ALONSO DOS SANTOS
COORIENTADORA: PROF. DR^a LETÍCIA FLEURY VIANA

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Área de concentração – Tecnologia e Processamento de Alimentos.

RIO VERDE - GO
Março - 2017

Borges, Eduardo José

B732d Desenvolvimento e caracterização físico-química do queijo
Minas artesanal Canastra produzido com *Cynara
cardunculus L.* / Eduardo José Borges. – Rio Verde. – 2017.
73 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano –
Câmpus Rio Verde, 2017.

Orientador: Dra. Priscila Alonso dos Santos.

Bibliografia

1. Leite cru. 2. Cardo. 3. Maturação. I. Título. II. Instituto
Federal Goiano – Câmpus Rio Verde.

637.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela dádiva de poder partilhá-la com minha esposa Mariana, pois sem ela eu nada seria. Agradeço a Ele pelos meus filhos Nicholas e Samuel, que serão sempre minhas duas grandes obras.

Aos meus pais João Carlos Borges e Neusa Maria Barbosa agradeço pela formação do meu caráter. À minha mãe, agradeço pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos, meus amigos, minha família, por me acompanharem ao longo da vida.

Agradeço à minha orientadora Priscila Alonso dos Santos, por ter acreditado, quando poucos o fizeram, e por me receber sempre com um sorriso estampado no rosto.

À Dona Marisa e ao Sr. Wander, proprietários da fazenda, pela gentileza, pela presteza, pelas conversas, pelos almoços e por ter aberto as portas daquilo que eles têm de mais zeloso, sua queijaria.

Agradeço ao pesquisador Paulo Barracosa, da Escola Superior Agrária de Viseu, pelo envio das flores de *Cynara cardunculus*, sem as quais eu não teria realizado este trabalho.

À todas as pessoas do IFGoiano – Campus Rio Verde com quem tive a oportunidade de interagir, somar experiências, observar e aprender. Aos professores do PPG em Tecnologia de Alimentos, em especial à Prof.^a Letícia Fleury Viana e ao Prof.^o Francisco Ribeiro Neto. Aos meus colegas de mestrado, agradeço pelo convívio, às vezes pacífico, às vezes polêmico, em especial ao Lázaro (pela residência temporária), Ananda, Marcel, José Antônio, Yasmine e Diogo, pela companhia sempre agradável.

Ao Gabriel Tôrres, extensionista da Emater-Tapiraí-MG, agradeço por nos ter apresentado o portal da canastra, suas tradições, seus atores e suas queijarias.

Às bolsistas do IFGoiano Daiane e Mayara, pelo auxílio no laboratório. Ao amigo Fábio Venceslau, agradeço pela confecção dos mapas.

Agradeço especialmente à minha irmã Ana Borges e à minha aluna Amanda Rodrigues, pelas várias horas dedicadas a um trabalho alheio.

Agradeço aos colegas do IFTM-Campus Ituiutaba, que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em Bambuí, no centro-oeste mineiro, aos 08 de dezembro de 1983, aprendeu a tocar violão e teclado, mudando-se para Uberlândia/MG, onde passou a desenvolver atividades artísticas e culturais.

Em 2003, iniciou a graduação em Tecnologia de Alimentos pelo atual IFMG - Campus Bambuí, concluindo-a em 2005. Logo após, mudou-se para Belo Horizonte com a esposa, onde tiveram seu primeiro filho. Lá, atuou como responsável pela produção de massas alimentícias.

Já em Uberaba, atuou como analista de laboratório entre junho de 2007 e abril de 2008. Logo após, voltou a desenvolver atividades artísticas e culturais em parceria com o IFTM - Campus Uberaba, ano em que foi aprovado em concurso público. Em 2010, ingressou no curso de especialização em Programas e Projetos Sociais, pelo IFTM - Campus Uberaba, concluindo-o em 2011. Foi bolsista de extensão do Programa Arte Educação e atuou como professor de música e diretor musical.

Em 2011, foi nomeado docente do quadro permanente do IFTM. Entre 2012 e 2016, ministrou aulas nos cursos técnicos em Agroindústria Integrado, concomitantemente atuando em Bioquímica de Alimentos, Embalagens, Derivados de origem animal, ovos e mel, Bromatologia, Conservação de Alimentos, Industrialização de Frutas e Hortaliças, Microbiologia, Microbiologia de Alimentos e Análises físico-químicas. Também ministrou aulas de Embalagens para Alimentos e Políticas Públicas de Segurança Alimentar, no Curso de pós-graduação lato sensu em Higiene e Segurança Alimentar. Participou de comissões, conselhos, bancas, visitas técnicas e projetos de extensão. Orientou discentes em trabalhos de pesquisa, monitorias, TCCs, ministrou minicursos e oficinas. Coordenou os Cursos Técnicos em Agroindústria entre 2013 e 2015.

Logo que ingressou no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do IFGoiano - Campus Rio Verde, assumiu a coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos em Ituiutaba. Em 2016, iniciou a pesquisa de mestrado na região da Serra da Canastra, abordando os aspectos físico-químicos do queijo Minas artesanal. Neste ínterim, teve o segundo filho. Atualmente, desenvolve atividades de ensino, gestão, pesquisa e extensão no IFTM - Campus Ituiutaba, em paralelo com atividades artísticas e culturais.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1.	O queijo Minas artesanal e a indicação geográfica	12
2.2.	Microrregião produtora do Queijo Minas artesanal Canastra	14
2.3.	Legislação referente ao queijo Minas artesanal Canastra.....	15
2.4.	Mecanismo de coagulação do leite.....	17
2.5.	<i>Cynara cardunculus L.</i>	18
2.6.	Maturação de queijos.....	19
2.7.	Proteólise	20
2.8.	Textura.....	21
2.9.	Cor	21
3.	REFERÊNCIAS	23
4.	OBJETIVOS	28
4.1.	Geral	28
4.2.	Específicos.....	28
CAPÍTULO I – DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA, PRODUZIDO COM <i>Cynara cardunculus L.</i>		
.....		29
1.	INTRODUÇÃO.....	31
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	32
2.1.	Local do experimento	32
2.2.	Tecnologia de fabricação do queijo Minas artesanal Canastra	32
2.3.	Tecnologia de fabricação do queijo Minas artesanal Canastra com <i>Cynara cardunculus L.</i>	34
2.4.	Coleta de amostras.....	35
2.5.	Análises físico-químicas.....	36

2.5.1. Acidez.....	36
2.5.2. pH	36
2.5.3 Umidade (método C)	36
2.5.4. Extrato Seco Total	37
2.5.5. Resíduo Mineral Fixo (cinzas)	37
2.5.6. Cloretos.....	38
2.5.7. Gordura: método butirométrico para queijos	38
2.5.8. Gordura no extrato seco (GES)	39
2.5.9. Proteína.....	39
2.5.10. Proteólise	40
2.5.11. Textura.....	41
2.5.12. Cor	41
2.6. Análise estatística	41
3. Resultados e Discussão.....	42
3.1 pH e percentual de acidez.....	42
3.2 Teor de umidade e extrato seco total (EST)	45
3.3 Teor de cinzas e cloretos	48
3.4 Teor de gordura e gordura no extrato seco	49
3.5 Teor de proteína.....	51
3.6 Textura.....	53
3.7 Parâmetros de cor	57
3.8 Índice de extensão e índice de profundidade da proteólise	60
4. CONCLUSÃO	65
5. REFERÊNCIAS	66

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1- pH e acidez (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	42
Tabela 2- Umidade (%) e Extrato Seco Total (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	45
Tabela 3- Cinzas (%) e Cloretos (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação.....	48
Tabela 4 - Gordura (%) e Gordura no extrato seco (GES) (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	50
Tabela 5 - Teores de proteína (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	52
Tabela 6 - Parâmetros de textura: Firmeza e adesividade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	53
Tabela 7- Parâmetros de textura: Fraturabilidade e mastigabilidade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	55
Tabela 8 - Parâmetros de textura: Coesividade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação.....	57
Tabela 9 - Parâmetros de cor: CIE*a, CIE*b, CIE*L, Chroma e o Ângulo Hue (°Hue) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação	57

Tabela 10 - Índice de extensão e índice de profundidade da proteólise (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i> em diferentes estágios de maturação.....	61
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Microrregiões produtoras do queijo Minas artesanal.	13
Figura 2: Microrregião produtora do queijo Minas artesanal Canastra.	14
Figura 3: - Média das temperaturas mínimas e máximas mensais, entre os anos de 2010 e 2014, na microrregião produtora do queijo Minas artesanal Canastra.	15
Figura 4: <i>Cynara cardunculus L</i>	19
Figura 5: Espaço colorimétrico CIELAB	22
Figura 1: Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal Canastra.....	33
Figura 2: a) Processo de grossa b) Queijo Canastra maturado por 21 dias	33
Figura 3: Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	34
Figura 4: a) <i>Cynara cardunculus L</i> . b) Adição do extrato aquoso ao leite	35
Figura 5: Delineamento experimental	42
Figura 6: Comportamento das variáveis acidez e pH durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	44
Figura 7: Comportamento das variáveis umidade e EST durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	47
Figura 8: Comportamento das variáveis cinzas e cloretos durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	49
Figura 9: Comportamento das variáveis gordura e (GES) durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	51
Figura 10: Comportamento da variável proteína durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L</i>	52

Figura 11: Comportamento das variáveis firmeza e adesividade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	54
Figura 12: Comportamento das variáveis fraturabilidade e mastigabilidade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	56
Figura 13: Comportamento da variável coesividade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	57
Figura 14: Comportamento das variáveis CIE*a e CIE*b durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	60
Figura 15: Comportamento da variável luminosidade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	60
Figura 16: Comportamento das variáveis chroma e ângulo Hue durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	61
Figura 17: Comportamento da proteólise durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com <i>Cynara cardunculus L.</i>	63

ÍNDICE DE APÊNDICES

Página

Apêndice 1: Correlações entre as variáveis analisadas nos queijos.....69

LISTA DE ABREVIATURAS

APROCAN	Associação dos Produtores do Queijo Canastra
C.C.L.	<i>Cynara cardunculus</i> L.
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
DO	Denominação de Origem
DOP	Denominação de Origem Protegida
EC	Enzyme Commission Numbers
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais
ESD	Etrato seco desengordurado
EST	Extrato seco total
EUA	Estados Unidos da América
GES	Gordura no extrato seco
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEP	Índice de extensão da proteólise
IEPHA	Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico
IGP	Indicação Geográfica Protegida
IMA	Instituto Mineiro de Agropecuária
IN	Instrução Normativa
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPP	Índice de profundidade da proteólise
kDA	Quilodaltons
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCID	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MET	Metionina
NC-IUBMB	Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology
PHE	Fenilalanina
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SISBI/POA	Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal

SUASA

Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária

RESUMO

BORGES, EDUARDO JOSÉ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, março de 2017. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA PRODUZIDO COM *CYNARA CARDUNCULUS L.*** Orientadora: Prof.^a Dr^a Priscila Alonso dos Santos. Coorientadora: Prof.^a Dr^a Letícia Fleury Viana.

O queijo Minas artesanal Canastra é um queijo produzido do leite cru, adicionado do coalho e do “pingo”, que é um fermento natural endógeno. É então enformado, prensado à mão, salgado à seco e maturado por um período de 22 dias. A *Cynara cardunculus L.* é uma planta perene típica da região do mediterrâneo. Obtêm-se das flores secas dessa planta as enzimas (cardosinas) utilizadas como agente coagulante do leite. Pretendeu-se com o presente estudo desenvolver e avaliar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com três diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.* Os queijos mostraram índices de extensão e de profundidade da proteólise superiores ao queijo Canastra tradicional. Os parâmetros de pH, umidade, acidez, cloretos, cinzas, proteína, gordura (%), (GES) (%) e cor não foram influenciados pelo tipo de coagulante. Ademais, os queijos obtidos com o coagulante vegetal exibiram uma textura mais macia em comparação ao queijo tradicional. Estes resultados denotam a possibilidade de se produzirem queijos com características sensoriais desejáveis dentro do período mínimo de maturação exigido e em conformidade com os parâmetros físico-químicos típicos do queijo Minas artesanal Canastra.

PALAVRAS-CHAVE: leite cru, cardo, maturação, textura, queijo Canastra.

ABSTRACT

BORGES, EDUARDO JOSÉ. Instituto Federal de Educação, Ciência, e Tecnologia Goiano (Goiano Federal Institute of Science, Education, and Technology) – Rio Verde Campus – Goiás State (GO), Brazil, March 2017. **DEVELOPMENT AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MINAS ARTISANAL CANASTRA CHEESE PRODUCED WITH *CYNARA CARDUNCULUS L.*** Advisor: Prof. Dr. Santos, Priscila Alonso dos. Co-advisor: Prof. Dr. Viana, Letícia Fleury.

The Minas artisanal Canastra cheese is a cheese produced from raw milk, added with rennet and "pingo", an endogenous natural yeast. It is shaped, hand-pressed, dry salted, and matured for twenty-two days. *Cynara cardunculus L.* is a perennial plant typical from Mediterranean region. The enzymes (cardosins) used as a milk coagulating agent are obtained from the dried flowers of this plant. This paper aimed to develop and evaluate the physicochemical characteristics of the Minas artisanal Canastra cheese produced with three different concentrations of *Cynara cardunculus L.* The cheeses showed protease extension and depth indices superior to the traditional Canastra cheese. The parameters of pH, moisture, acidity, chlorides, ash, protein, fat (%), fat in dry extract (FDE) (%), and color were not affected by the coagulant type. In addition, the cheeses obtained with the vegetable coagulant exhibited a softer texture in comparison to the traditional cheese. These results indicate the possibility of producing cheeses with desirable sensorial characteristics within the minimum required maturation period and in accordance with the typical physicochemical parameters of the Minas artisan Canastra cheese.

KEYWORDS: Raw milk, Curd, Matured, Texture, Canastra cheese.

1. INTRODUÇÃO

A produção do queijo está enraizada na cultura mineira e assume um importante papel na organização social das famílias rurais e no arranjo produtivo local. No século XVIII, colonos portugueses, em busca de ouro, trouxeram para a região das minas o costume de se preservar o leite pela confecção do queijo. Assim, a arte de fabricar queijos passou a figurar entre os elementos que constituíram o universo cultural de muitas comunidades mineiras.

Outrora, o queijo percorreu por décadas as rotas clandestinas, desprovido de padronização e de notoriedade. Os produtores, por sua vez, sem orientação, figuravam como mero pano de fundo num cenário dominado por atravessadores. Não obstante, a inexistência de uma legislação condizente com a realidade local e a aversão dos produtores aos órgãos regulamentadores terminavam por reforçar este panorama.

Ao longo dos últimos anos, em virtude dos programas de extensão rural e da parceria estabelecida entre os produtores e as instituições de pesquisa acadêmica, atores da sociedade civil organizada e órgãos de fomento, a produção de queijos artesanais assumiu um novo status e passou a figurar como uma importante vertente da economia local. O incentivo à agricultura familiar, a oferta de subsídios, a mobilização em torno da valorização do produto artesanal e a criação de uma legislação específica também colaboraram positivamente. Por conseguinte, o enlace entre a cultura regional e as especificidades de cada microrregião proporcionou o desenvolvimento de queijos com características sensoriais singulares, reconhecidas internacionalmente.

Por fim, o queijo Minas artesanal passou a figurar entre os Bens Culturais que constituem patrimônio histórico de Minas Gerais (IEPHA-MG, 2002). No ano de 2008, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional considerou como Patrimônio Cultural do Brasil o “modo artesanal de fazer queijo Minas” nas regiões do Serro, Serra da Canastra, Serra do Salitre e Alto Paranaíba (IPHAN, 2008). Este marco, de certa forma, preconizou a existência de um nicho cultural específico, passível de compreensão, reconhecimento e afirmação, que deverá ser preservado e transmitido às novas gerações.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O queijo Minas artesanal e a indicação geográfica

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI define a indicação geográfica como um instrumento usado para identificar a origem de produtos ou serviços quando o local é reconhecido pela sua excelência, qualidade ou característica peculiar, atribuídas ao produto (INPI, 2016). O INPI é uma autarquia federal responsável pela análise e concessão de reconhecimento das indicações geográficas (IG).

A Instrução Normativa nº 25, de 21 de agosto de 2013, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MCID), reforça que as indicações geográficas são constituídas pela Indicação de Procedência (IP) ou pela Denominação de Origem (DO). A primeira considera o nome geográfico de um país, cidade, região ou localidade de seu território, que tenha tornado conhecido como centro de extração, produção ou fabricação de determinado produto ou de prestação de determinado serviço; já a última está associada às qualidades ou características de um produto ou serviço que se devam exclusiva ou essencialmente ao meio geográfico de uma região, incluídos fatores naturais e humanos (BRASIL, 2013).

Wilkinson, Cerdan e Dorigon (2015) apontam duas principais vertentes de apoio para a implantação das indicações geográficas no Brasil. A primeira delas é fruto de um sistema de cooperação acadêmica entre o Brasil e a França, e a outra é o resultado da mobilização em torno da valorização do patrimônio cultural, endossada por organizações da sociedade civil em parceria com o Instituto Estadual de Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA) e o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

A datar de 2002, o Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), tendo referência estudos técnicos de caracterização feitos pela Emater-MG, passou a reconhecer as regiões produtoras do queijo Minas Artesanal (IMA, 2002). Assim, cumpria-se um dos requisitos para o registro de IG junto ao INPI, preconizado na IN nº25/2013, em seu artigo 6º, inciso IV: a delimitação geográfica (BRASIL, 2013).

Neste ínterim, em meio a conflitos com a legislação vigente e frente ao embargo comercial dos queijos artesanais, os produtores rurais, à margem da clandestinidade, passaram a constituir associações locais. Deste modo, cumpria-se outro requisito preconizado pelo artigo 5º da IN nº25/2013, de que o registro de Indicações Geográficas deverá ser requerido por associações, institutos e pessoas jurídicas (BRASIL, 2013).

Posteriormente, as associações dos produtores do queijo Minas Artesanal, em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) e sob consultoria do MAPA, desenvolveram o signo distintivo da Indicação de Procedência e o Regulamento de Uso, respectivamente. Este último configura como um documento norteador (qualificador e descritivo) do produto e do processo produtivo, passíveis de reconhecimento (MATOS, 2016). Por fim, a atuação conjunta de diversos atores ao longo dos anos terminou por catalisar uma série de requerimentos junto ao INPI para o registro das Indicações de Procedência do queijo Minas Artesanal (Matos, 2016; IPHAN, 2006).

Atualmente, são sete as microrregiões reconhecidas como produtoras do queijo Minas Artesanal (Figura 1). São elas, em ordem cronológica de registro no IMA, IEPHA, IPHAN e/ou INPI: Araxá, Cerrado (Alto Paranaíba), Serro, Canastra, Campo das Vertentes, Triângulo Mineiro e Serra do Salitre (IMA, 2002, IMA, 2003, IMA, 2004, IMA, 2007, IMA, 2009, IMA, 2014^a e IMA, 2014^b).

Assim, conforme as características edafoclimáticas de cada região, entre elas o clima, o índice pluviométrico, o relevo, o regime de ventos, a altitude, o solo, a pastagem, produz-se um queijo com um perfil sensorial único, entre eles, o queijo Minas Artesanal Canastra.

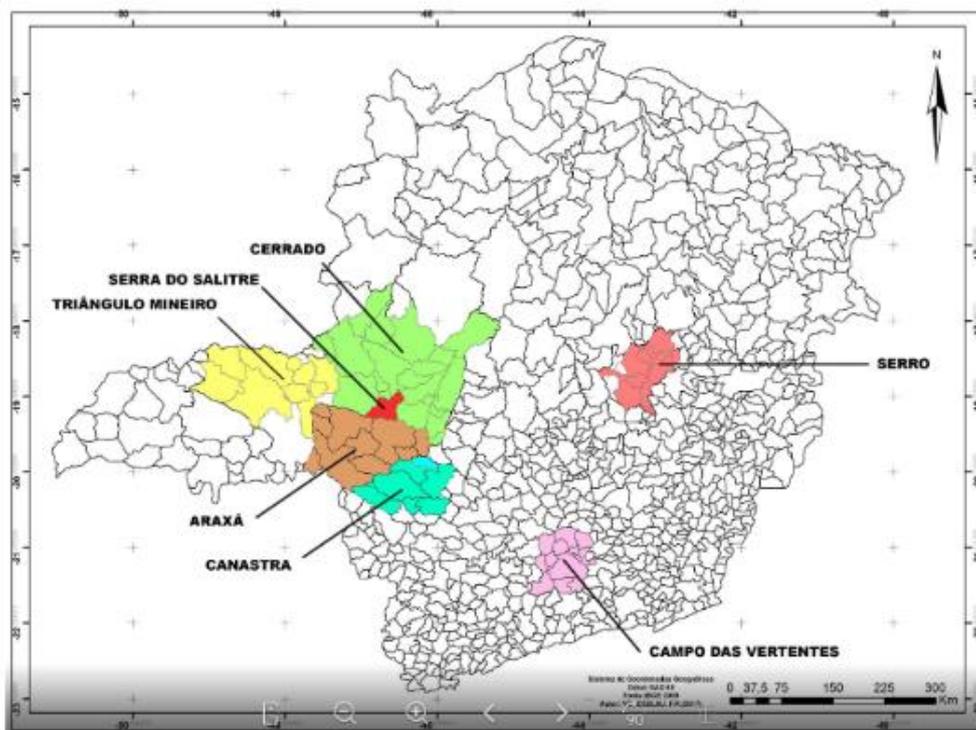


Figura 1: Microrregiões produtoras do queijo Minas artesanal.
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017)

2.2. Microrregião produtora do Queijo Minas artesanal Canastra

Localizada no sudoeste do estado, a região da Canastra abriga o Parque Nacional da Serra da Canastra, área caracterizada pelo clima tropical de altitude, típico do cerrado. As chuvas são distribuídas entre os meses de outubro a março, com índice pluviométrico médio de 1.390 mm/ano. A altitude varia de 637 a 1.485 m e a umidade do ar pode atingir valores inferiores a 40% no inverno e 85% no verão (ALMEIDA e FERNANDES, 2004). A microrregião produtora do queijo Minas artesanal Canastra abrange os municípios de Bambuí, São Roque de Minas, Tapiraí, Medeiros, Delfinópolis Piumhi e Vargem Bonita (Figura 2). Recentemente, a Emater-MG iniciou um estudo de caracterização técnica do município de São João Batista do Glória para produção do queijo Minas artesanal Canastra. Se for admitido, o município será o oitavo a integrar a região (EMATER, 2016).

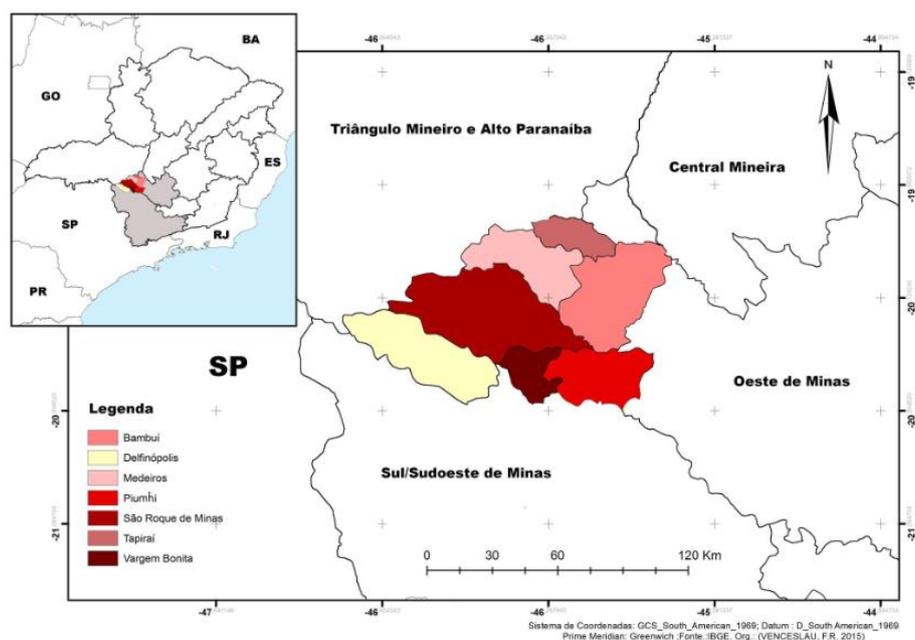


Figura 2: Microrregião produtora do queijo Minas artesanal Canastra.
Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2015)

O relevo é constituído por chapadas, vertentes, rampas e escarpas rochosas, que possibilitam a formação de diversas quedas d'água (ALMEIDA e FERNANDES, 2004). A temperatura média geral na região, entre os anos de 2010 e 2014, foi de 15,9 °C para as mínimas e 28,8°C para as máximas (INMET, 2015). A Figura 3 mostra a média das temperaturas mínimas e máximas mensais na microrregião da Canastra.

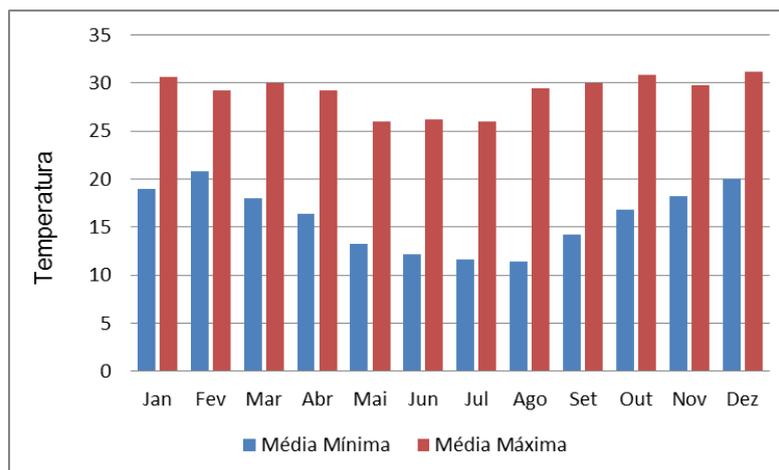


Figura 3: Média das temperaturas mínimas e máximas mensais, entre os anos de 2010 e 2014, na microrregião produtora do queijo Minas artesanal Canastra.

Fonte: INMET, Instituto Nacional de Meteorologia (2015).

O mês de fevereiro apresenta a maior temperatura mínima, em média 20,8 °C. Já o mês de agosto encerra a menor temperatura entre a mínima, 11,4 °C. Em relação à média da temperatura máxima, tem-se o mês de dezembro como o mais quente, 31,2 °C, e os meses de maio e julho com os menores índices, ambos com 26 °C. A precipitação média na região foi de 1.419 mm no ano de 2016, com índice mínimo de 0,0 mm no mês de julho e índice máximo de 189,3 mm em outubro (INMET, 2016). As características climáticas e pluviométricas da região onde se produz o queijo Minas artesanal Canastra contribuem de maneira decisiva no processo de maturação do produto final.

De acordo com Ordoñez (2005), a segunda fase da coagulação enzimática do leite (agregação) é influenciada pela temperatura. A precipitação proteica não é observada a temperaturas inferiores a 10°C, sendo muito lenta entre 10 e 20°C, e aumentando progressivamente até seu ótimo, entre 40 e 42°C. A dureza do gel também será proporcional ao aumento da temperatura. Sobretudo, durante a maturação, as condições de temperatura e umidade relativa de equilíbrio também influenciam na atividade enzimática (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2009). Assim, as características dos queijos, independentemente da região, podem variar conforme a época do ano.

2.3. Legislação referente ao queijo Minas artesanal Canastra

Por tempos, a comercialização de queijos produzidos de leite cru no Brasil foi feita de forma clandestina. A ilegalidade deste produto, outrora atestada pela Portaria n° 146, de 07 de março de 1996, que “Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos

Produtos Lácteos”, perdurou por tempos, pois o leite a ser utilizado na produção de queijos deveria ser submetido a um tratamento térmico tal que garantisse a inocuidade do produto.

Os dizeres da Resolução RDC n° 07, de 28 de novembro de 2000, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA corroboraram tal proposição ao afirmar que o queijo Minas deveria ser produzido com leite tratado termicamente, além de ser maturado por um período não inferior a 21 dias. Ainda, excepcionalmente, poder-se-ia produzi-lo de leite cru, mas só poderia ser comercializado para o consumo após 60 (sessenta) dias de cura ou maturação em entreposto de laticínios registrado no SIF (BRASIL, 2000).

Assim, para normatizar a comercialização do queijo Minas artesanal no estado, o governo do estado de Minas Gerais elaborou a Lei n° 14.185, de 31 de janeiro de 2002 (MINAS GERAIS, 2002a). O texto dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências. Posteriormente, foram publicados decretos complementares como o Decreto n° 42.645, de 05 de junho de 2002, que aprova e complementa o regulamento da lei n° 14.185 e dispõe sobre padrões microbiológicos do queijo Minas artesanal e especificações técnicas como transporte, rotulagem, instalações, entre outros (MINAS GERAIS, 2002b) e o Decreto n° 44.864, de 01 de agosto de 2008, que altera alguns dispositivos da lei n° 14.185 como a definição de “queijarias artesanais”, padrões microbiológicos e físico-químicos (MINAS GERAIS, 2008). Por fim, em 13 de janeiro de 2011 foi expedida a Lei n° 19.492, que altera alguns dispositivos da Lei n° 14.185, como a definição de queijo Minas artesanal e a adequação da rotulagem (MINAS GERAIS, 2011).

Em linhas gerais, a legislação estadual contribuiu para instruir, padronizar e regulamentar questões acerca da produção do queijo Minas artesanal. Isso pôde ser observado em decorrência da adoção de medidas importantes como o controle sanitário do rebanho, a garantia de potabilidade da água utilizada no processo de manufatura, a observância de boas práticas higiênico-sanitárias, algumas definições técnicas (queijo Minas artesanal e queijarias artesanais), adoção de padrões microbiológicos, adequação de instalações, padronização das principais etapas do fluxograma de produção, o cadastramento de produtores e mapeamento das microrregiões produtoras do queijo Minas artesanal, transporte e rotulagem (MINAS GERAIS, 2002a, 2002b e 2008).

Considerando a necessidade de estabelecer critérios adicionais à legislação estadual, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, em 16 de dezembro de 2011, publicou a Instrução Normativa n° 57. O texto permite a elaboração de queijos artesanais de leite cru, desde que restrita a queijeiras situadas em região de indicação

geográfica certificada, e quando estudos técnico-científicos comprovassem que a redução do período de maturação não comprometeria a segurança microbiológica do produto. Além disso, as propriedades certificadas deveriam descrever e implementar programas de controle de mastite, boas práticas de ordenha e fabricação, cloração e controle da potabilidade da água. Para fins de exportação, a comercialização do queijo deverá se ater aos requisitos sanitários específicos do país importador (BRASIL, 2011).

No dia 18 de dezembro de 2012, a Assembleia de Minas publicou a Lei nº 20.549, que dispõe sobre a produção e comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais e revoga a Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. A nova lei reconheceu o queijo Minas como um produto de origem artesanal, obtido do leite cru, além de admitir outros tipos de queijo, como o queijo meia-cura. Não obstante, o ato ratificava o processo de produção, informava sobre a qualidade da água e do leite empregados na manufatura do produto, instruíam sobre as áreas da queijaria, suas instalações e sua localização e dispunha sobre a comercialização, embalagem, transporte e fiscalização (MINAS GERAIS, 2012).

O cenário atual mostra uma grande expectativa pela valorização e regulamentação da comercialização de produtos artesanais no país. A instrução normativa nº 16, de 23 de junho de 2015, do MAPA, estabeleceu, em todo o território nacional, as normas específicas de inspeção e a fiscalização sanitária de produtos de origem animal, referentes às agroindústrias de pequeno porte, incluindo os produtores do queijo Minas artesanal (BRASIL, 2015). Entretanto, até a presente data, não foi observada a publicação de ato complementar, conforme previsto na legislação, referente ao processamento de leite ou a seus derivados. Assim, a comercialização interestadual do queijo Minas artesanal fica condicionada ao registro ou ao título de relacionamento, ambos emitidos pelo órgão de controle sanitário do Estado ou por Serviço de Inspeção Municipal – SIM, auditado pelo Estado.

Por certo, trata-se um importante avanço para a produção artesanal de alimentos, entre eles, o queijo Minas artesanal. Entretanto, a equivalência dos serviços de inspeção municipais e estaduais no âmbito do Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal - SISBI/POA, que, por sua vez, responde ao Sistema Único de Atenção à Sanidade Agropecuária – SUASA, ainda é complexa e morosa, o que termina por travar o processo legal de comercialização interestadual.

2.4. Mecanismo de coagulação do leite

A coagulação do leite é resultado da formação de uma malha proteica constituída após a desestabilização da caseína por proteases, fenômeno descrito como coagulação enzimática. Entretanto, ela também poderá ocorrer pela redução do pH do leite até o ponto isoelétrico da caseína, aumentando a interação interproteica, favorecendo a coagulação. Salienta-se que o gel obtido por ação enzimática é geralmente mais macio do que aquele obtido por precipitação em meio ácido (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

Na coagulação enzimática, a quimosina de terneiro (renina) é adicionada ao leite para causar uma reação inicial de coagulação (etapa enzimática). Essa reação é desencadeada pela hidrólise específica da ligação peptídica entre os aminoácidos fenilalanina (PHE₁₀₅) e metionina (MET₁₀₆) da κ -caseína, liberando dois macropeptídeos: ácido e básico. A liberação do macropeptídeo hidrofílico (ácido) cria uma superfície hidrofóbica sobre as micelas (etapa não enzimática), facilitando sua agregação através do cálcio presente no meio para constituir uma estrutura proteica resistente (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010; MARTINS, 2006; ARAÚJO, 2011).

A coagulação ácida é obtida pela acidificação do meio, graças ao ácido láctico produzido pela ação de bactérias lácticas sobre a lactose do leite. O acúmulo de ácido láctico reduz o pH e causa a solubilização dos sais de cálcio das micelas de caseína. A desmineralização total das caseínas ocorrerá num pH próximo a 4,6, definido como seu ponto isoelétrico. Nesta fase, ocorrerá a desidratação das caseínas, aumentando sua insolubilidade e conduzindo à agregação (ORDÓÑEZ, 2005).

O papel do agente coagulante é de extrema importância na fabricação de queijos, seja na coagulação em si, o que define as características da coalhada, ou durante a maturação, atribuindo suas características sensoriais finais (MARTINS, 2006). Furtado (1991) aponta que a dosagem e a origem do agente coagulante poderão resultar na formação de sabores amargos em queijos maturados, além de influenciar diretamente na textura.

2.5. *Cynara cardunculus L.*

A *Cynara cardunculus L.* é uma planta perene típica da região do mediterrâneo, originada do cruzamento de espécies pertencentes à família *Asteraceae*. A planta é herbácea, geralmente passando o inverno na forma de rosetas. O período de floração compreende os meses de maio, junho e julho. Obtêm-se das flores secas deste cardo as enzimas (cardosinas), utilizadas como agentes coagulantes do leite de ovelha, que está na base de produção de vários queijos regionais portugueses de Denominação de Origem Protegida (DOP) e

Indicação Geográfica Protegida (IGP), como os queijos Serra da Estrela, Azeitão e Nisa; e queijos espanhóis, como os queijos La Serena, Los Pedroches e Torta Del Casar (AMMAR; SONNANTE e DRIDI, 2015; MARABUTO et al. 2015; DELGADO et al. 2015). A Figura 4 mostra uma foto da *Cynara cardunculus L.*



Figura 4 : *Cynara cardunculus*
Fonte: Flora-On (2015).

As enzimas extraídas das flores de *Cynara cardunculus L.* são classificadas como proteinases aspárticas ou endopeptidases (EC 3.4.23), pertencentes, portanto, à classe das hidrolases (SIDRACH et al, 2004). O extrato aquoso das flores tem duas proteases ativas: a cardosina A e a cardosina B (SILVA e MALCATA, 2005).

Cada cardosina é constituída por duas subunidades com pesos moleculares de 31 e 15 kDa para a cardosina A e 34 e 14 kDa para cardosina B. Ambas atuam sobre a κ -caseína, de forma semelhante à quimosina, e hidrolisam a ligação peptídica Phe-Met, na posição 105-106, originando micelas instáveis, passíveis de agregação (SOUSA e MALCATA, 1998). Para exercer a ação coagulante, as flores secas são previamente maceradas e hidratadas em água por algumas horas, filtradas e, em seguida, adicionadas diretamente ao leite *in natura* (FERNÁNDEZ, CURT e AGUADO, 2006).

2.6. Maturação de queijos

A maturação consiste em um complexo conjunto de reações bioquímicas, conduzidas sob condições específicas de temperatura e umidade, que incidem diretamente sobre o aroma, a consistência e textura dos queijos, característicos de cada tipo (MARTINS, 2000). Para

Venema et al. (1987), de forma mais específica, a maturação reflete a degradação proteica em um queijo produzido e estocado sob condições definidas.

Quando um queijo é fabricado de leite cru, os microrganismos ali presentes passarão à coalhada. Ocorrerá então uma sucessão de diferentes gêneros durante a maturação, o que também determinará as características sensoriais finais do queijo (ORDÓÑEZ, 2005). Além disso, pode-se observar durante este período redução gradual na contagem de microrganismos patogênicos em decorrência da competição natural com bactérias ácido-láticas, o que contribui para a seguridade do alimento (DORES, 2007; MARTINS et al. 2015).

Em relação aos aspectos bioquímicos da maturação, podem-se destacar três principais fenômenos hidrolíticos: glicólise, lipólise e proteólise. Entre eles, a proteólise é de fato o parâmetro mais importante para os queijos maturados. Segundo McSweeney e Fox (1997), os agentes proteolíticos provêm de cinco diferentes fontes: do coagulante, das proteases endógenas do leite, da cultura *starter*, da cultura *starter* adjunta e das bactérias ácido-láticas não-*starter*, cada qual, contribuindo para o desenvolvimento de *flavors*. Ademais a maturação de queijos depende fundamentalmente da temperatura ambiente, da umidade relativa de equilíbrio, da sua composição química e da microbiota da massa.

2.7. Proteólise

Denomina-se “proteólise” o processo no qual uma proteína é hidrolisada enzimaticamente pela ação das proteases. As proteases (peptidases ou peptídeo-hidrolases) são enzimas que clivam ligações peptídicas em proteínas e fragmentos proteicos. Segundo o Comitê de Nomenclatura Enzimática (EC) da União Internacional de Bioquímica e Biologia Molecular, as proteases pertencem à classe das hidrolases (classe 3) e são enquadradas na subclasse 3.4 – peptídeo-hidrolases (NC-IUBMB, 2015).

Existem dois parâmetros utilizados para mensurar a hidrólise proteica durante a maturação dos queijos: o índice de extensão da proteólise e seu índice de profundidade. A extensão quantifica os peptídeos de alto peso molecular oriundos da ação enzimática do coalho sobre as caseínas. Já a profundidade mensura a formação de compostos de baixo peso molecular, como peptídeos, aminoácidos e aminas, liberados durante a ação de enzimas de origem microbiana (WOLFSCHOON-POMBO e LIMA, 1989).

Em geral, pode ocorrer proteólise extensiva durante a maturação do queijo, conforme suas características físico-químicas. Nos queijos duros, mais de 30% das proteínas insolúveis do coágulo podem ser convertidas em proteínas solúveis. Nos queijos macios, mais de 80%

das proteínas insolúveis são convertidas em compostos solúveis em água, incluindo peptídeos, aminoácidos e aminas (BON et al., 2008).

Em seu estado natural, as proteínas não contribuem tanto para o sabor dos alimentos, quanto o fazem os produtos advindos da sua hidrólise - os peptídeos e os aminoácidos (BON et al. 2008). Assim, os índices de extensão e de profundidade da proteólise se tornam parâmetros importantes para avaliar e aferir algumas características sensoriais dos queijos, como, por exemplo, o sabor e a textura.

2.8. Textura

Há uma correlação entre os constituintes do alimento e os atributos sensoriais por ele apresentados. Essas particularidades podem ser medidas pelas técnicas de análise sensorial. Assim, são utilizados procedimentos específicos para os mais variados objetivos. Entretanto, certos parâmetros como a textura, que compreende um conjunto de propriedades e, portanto, não se trata de uma característica única, podem também ser mensurados analiticamente, expressando variáveis úteis na compreensão do perfil sensorial do alimento (SZCZESNIAK, 2002).

Ferreira et al. (2000) definem a textura como uma manifestação estrutural dos alimentos através de medidas de propriedades mecânicas, tais como firmeza, adesividade, fraturabilidade, mastigabilidade e coesividade. Tais propriedades podem ser influenciadas por fatores extrínsecos, como temperatura e umidade relativa durante o armazenamento do alimento, e intrínsecos, como a atividade microbiana e a ação de enzimas (GUNASEKARAN e AK, 2003; FURTADO, 2005).

2.9. Cor

Por certo, a aparência dos alimentos é fator de extrema importância para a avaliação de sua qualidade, uma vez que é o primeiro atributo a ser avaliado pelo consumidor durante o ato da aquisição de um dado produto alimentício. A cor é uma propriedade oriunda da capacidade de reflexão ou emissão de uma quantidade de energia, compreendida em uma faixa específica de comprimento de onda, capaz de estimular as retinas humanas (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

A cor do queijo está intimamente ligada à gordura do leite, sendo, assim, suscetível a variações de intensidade conforme a época do ano. Em associação aos glóbulos de gordura do leite, são encontrados os retinoides e os carotenoides, pigmentos de caráter lipofílico. Estes

pigmentos têm ligações duplas conjugadas, que proporcionam uma absorção forte no espectro visível, na cor amarelo-laranja. No leite, em menor grau, encontra-se também a riboflavina, que, em sua forma oxidada, também colabora para a coloração amarelada. Durante o período de maturação, há um aumento na concentração desses pigmentos em decorrência da perda de água e, conseqüentemente, uma elevação na intensidade da cor amarela em queijos maturados (PERRY, 2004; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

Uma técnica analítica colorimétrica bastante utilizada para a caracterização da cor em produtos alimentícios é o sistema CIELAB. No espaço colorimétrico CIELAB, definido por L^* , a^* , b^* , a coordenada L^* corresponde à luminosidade, que varia de 0 (preto) a 100 (branco), e as coordenadas a^* e b^* referem-se à cromaticidade, em que $a^*(-)$ indica tendência ao verde e $a^*(+)$ ao vermelho, e $b^*(-)$ indica tendência ao azul, enquanto $b^*(+)$ remete ao amarelo. A Figura 5 ilustra o modelo supracitado.

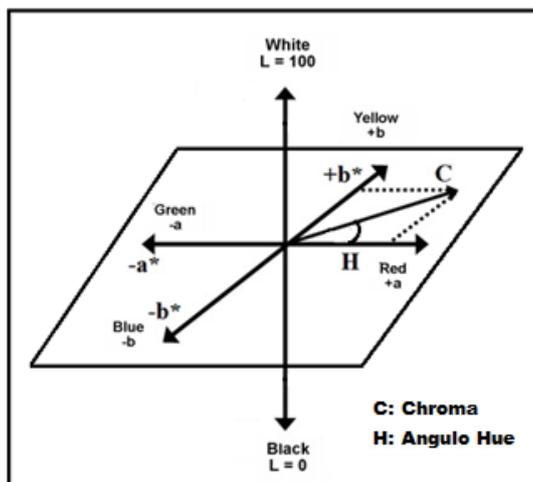


Figura 5: Espaço colorimétrico CIELAB
Fonte: Adaptado de Hunterlab (2008).

3. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E.F.L.; FERNANDES, M. R. **Caracterização da Microrregião da Canastra como produtora de queijo Minas artesanal**. EMATER-MG. São Roque de Minas, 2004.

AMMAR, I. B.; SONNANTE, G.; DRIDI, B. AL M. **Genetic variability in wild cardoon (*Cynara cardunculus L. var. silvestris*) revealed by SSR makers and morphological traits**. Scientia Horticulturae. n. 185. 76-81 p., 2015.

ARAÚJO, Júlio M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 5 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2011.

BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BON, E.P.S.; FERRARA, M.A.; CORVO, M.L. **Enzimas em biotecnologia: produção, aplicação e mercado**. Rio de Janeiro: Interciência: UFRJ: CAPES: FAPERJ: FCT [Portugal], Rio de Janeiro, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 146, de 07 de março de 1996. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Lácteos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 mar. 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução n° 7, de 28 de novembro de 2000. Oficializa os Critérios de Funcionamento e de Controle da produção de Queijarias, para seu relacionamento junto ao Serviço de Inspeção Federal**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 jan. 2000.

BRASIL. **Instrução Normativa n° 57, de 15 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, 16 dez. 2011.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Instrução Normativa n° 25, de 21 de agosto de 2013. Estabelece as condições para o registro das Indicações Geográficas**. Diário Oficial da União, Brasília. 21 ago. 2013.

BRASIL. **Instrução Normativa n° 16, de 23 de junho de 2015**. Diário Oficial da União, Brasília, 23 jun. 2015.

CIE - Commission Internationale de l'Éclairage. **Colorimetry**. Vienna: CIE publication, 2 ed., 1996.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. trad. Adriano Brandelli et al. ed. 4. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DORES, M. T. **Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração**. 2007. 91 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS - EMATER. Assessoria de Comunicação – EMATER-MG. Setembro. 2016, Disponível

em:<http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=novosite_pagina_interna&id=19245>. Acesso em 26 de dezembro de 2016.

FERNÁNDEZ, Jesús; CURT, María Dolores, AGUADO, Pedro Luis. **Industrial applications of *Cynara cardunculus* L. for energy and other uses**. Industrial Crops and Products. v. 24, n. 3, 222–229 p., 2006.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A. de; PETTINELLI, M.L.C. de V.; SILVA, M.A.A.P. da; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M. de M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, Manual - série qualidade, 127 p. 2000.

GUNASEKARAN, S; AK, M. **Cheese Rheology and texture**. CRC Press, USA, 2003.

HUNTERLAB. Hunter L, a, b Color Scale. **Applications note**. v.8, n. 9. Hunterlab. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema de coordenadas: GCS, South American**, 1969; Datum: D_South American_1969. Prime Meridian: Greenwich. IBGE, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sistema de coordenadas: GCS, South American**, 1969; Datum: D_South American_1969. Prime Meridian: Greenwich. IBGE, 2017.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO DE MINAS GERAIS – IEPHA-MG. **Decreto n° 42.505, de 15 de Abril de 2002. Registro de bens culturais de natureza imaterial ou intangível que constituem patrimônio cultural de Minas Gerais**. Diário Oficial, Belo Horizonte, 2002.

INSTITUTO ESTADUAL DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Ministério da Cultura. Serviço Público Federal. **Certidão do Registro do modo artesanal de fazer queijo de Minas, nas Regiões do Serro e nas Serras da Canastra e do Salitre**. Data do Registro: 13 de Jun. 2008. Brasília: departamento de Patrimônio Imaterial do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2008. 2 p.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. **Portaria n.° 546, de 29 de outubro de 2002. Identifica a microrregião do Serro como produtora do queijo Minas artesanal**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 29 out. 2002.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. **Portaria n.° 594, de 10 de junho de 2003. Identifica a microrregião de Araxá como produtora do queijo Minas artesanal**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 10 jun. 2003.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. **Portaria n.° 694, de 17 de novembro de 2004. Identifica a microrregião da Canastra como produtora do queijo Minas artesanal**. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 17 nov. 2004.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. **Portaria n.° 874, de 02 de outubro de 2007. Altera a denominação da microrregião do Alto Paranaíba como produtora do**

queijo Minas artesanal. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 02 out. 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. Portaria n.º 1022, de 03 de novembro de 2009. **Identifica a microrregião do Campo das Vertentes como produtora do queijo Minas artesanal.** Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 03 nov. 2009.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. Portaria n.º 1397, de 13 de fevereiro de 2014. **Identifica a microrregião Triângulo Mineiro como produtora do queijo Minas artesanal.** Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 13 fev. 2014a.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECÚRIA – IMA. Portaria n.º 1428, de 29 de agosto de 2014. **Identifica a microrregião da Serra do Salitre como produtora do queijo Minas artesanal.** Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 29 ago. 2014b.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletimAgroclimatologico ; Acesso em: 08/08/2015

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE BAMBUÍ/MG. **Relatório de precipitação e temperatura média anual.** 2016.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL – INPI. MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/indicacao-geografica/legislacao-indicacao-geografica-1> Acesso em 26 de dezembro de 2016.

MARABUTO, E.; CLAMOTE, F.; PORTO, M.; CARAPETO, A.; ARAÚJO, P. V.; PEREIRA, A. J.; AGUIAR, C.; ALMEIDA, J. D. et al. (2015). *Cynara cardunculus L.* - **mapa de distribuição.** Flora-On: Flora de Portugal Interactiva, Sociedade Portuguesa de Botânica. <http://www.flora-on.pt/#wCynara+cardunculus>. Acesso em 31/08/2015.

MARTINS, Edvardd. **Manual Técnico na arte e princípios da fabricação de queijos.** Coalhopar. Alto Piquiri, 2000.

MARTINS, A. P. L. **O papel do cardo na tecnologia tradicional de fabrico de queijo: efeitos dos principais fatores tecnológicos.** Instituto Superior de Agronomia: Lisboa, 2006.

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 of artisanal Minas cheese, a traditional Brazilian cheese.** Brazilian Journal of Microbiology. v. 46. n. 1, p. 219-230, 2015.

MATOS, Ligia A. I. **O conhecimento regional do queijo minas artesanal na indicação geográfica de procedência Canastra: ensinando o padre a rezar.** 2016. 274 f. Tese (doutorado). Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Economia. 2016.

MCSWEENEY, P. L. H; FOX, P. L. **Chemical methods for the characterization of proteolysis in cheese during ripening.** Le Lait, v. 77, n. 1, p. 41-76, 1997.

MINAS GERAIS. **Lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002. Dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências.** Diário do executivo, Belo Horizonte, 01 fev. 2002a.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 42.645, de 05 de junho de 2002. Aprova o regulamento da lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal.** Diário do executivo, Belo Horizonte, 05 jun. 2002b.

MINAS GERAIS. **Decreto nº 44.864, de 01 de agosto de 2008. Altera o regulamento da lei nº 14.185, de 31 de janeiro de 2002, que dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal.** Diário do executivo, Belo Horizonte, 02 ago. 2008.

MINAS GERAIS. **Lei nº 19.492, de 13 de janeiro de 2011. Altera dispositivos da Lei nº 14.185, que dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal.** Diário do executivo, Belo Horizonte, 13 jan. 2011.

MINAS GERAIS. **Lei nº 20. 549, de 18 de dezembro de 2012. Dispõe sobre a produção e a comercialização dos queijos artesanais de Minas Gerais.** Diário do executivo. Belo Horizonte, 18 dez. 2012.

NOMENCLATURE COMMITTEE OF THE INTERNATIONAL OF BIOCHEMISTRY AND MOLECULAR BIOLOGY-NC-IUBMB- **Recommendations of the Nomenclature Committee of the international Union of Biochemistry and Molecular Biology on the Nomenclature Classification of the Reactions they Catalyse.** Disponível em: <www.chem.qmul.ac.uk/iubmb/enzyme/> Acesso em Novembro de 2015.

ORDÓÑEZ, Juan A. (org.). **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal.** Vol. 2. Tradução: Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PERRY, Katia S. P. **Queijos: aspectos Químicos, Bioquímicos e Microbiológicos.** Química Nova. v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

SIDRACH, L.; GARCIA-CÁNOVAS, F.; TUDELA, J. RODRIGUÉZ-LOPES, J. N. **Purification of cynarases from artichoke (*Cynara scolymus L.*): enzymatic properties of Cynarase A.** Phytochemistry. n.66. 41-49 p., 2004.

SOUSA, M. J.; MALCATA, F. X. **Proteolysis of ovine and caprine caseins in solution by enzymatic extracts from flowers of *Cynara cardunculus*.** Enzyme and Microbial Technology. n. 22. 305-314 p. 1998.

SILVA, V. S.; MALCATA, F. X. **Estudies pertaining to coagulant and proteolytic activities of plant peoteases from *Cynara cardunculus*.** Food Chemistry. n. 89. 19 -26 p. 2005.

SZCESNIAK, A.S. **Texture is a sensory property. Food quality and preference.** Amsterdam, v. 13, n. 4, 215 – 225 p. 2002.

VENEMA, D. P.; HERSTEL, H.; ELENBAAS, H. L. **Determination of the ripening time of Edam and Gouda cheese by chemical.** Netherlands Milk and Dairy Journal, 41:215-26, 1987.

WILKINSON, J.; CERDAN, C. e DORIGON, C. **Geographical Indications and “Origin” Products in Brazil: The Interplay of Institutions and Networks.** World Development. 2015.

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

4. OBJETIVOS

4.1. Geral

Desenvolver e avaliar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra produzido com coagulante vegetal extraído da *Cynara cardunculus L.*

4.2. Específicos

Verificar possíveis diferenças significativas nos parâmetros físico-químicos dos queijos produzidos com o coalho líquido comercial e com o coalho vegetal extraído da *Cynara cardunculus L.*;

Avaliar possíveis correlações entre os parâmetros físico-químicos dos queijos; e

Desenvolver um queijo Minas artesanal Canastra produzido com coagulante vegetal, viabilizando o comércio de um produto refinado para o mercado.

CAPÍTULO I – DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA, PRODUZIDO COM *Cynara cardunculus L.*

RESUMO

BORGES, EDUARDO JOSÉ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – GO, março de 2017. **DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO QUEIJO MINAS ARTESANAL CANASTRA PRODUZIDO COM *CYNARA CARDUNCULUS L.*** Orientadora: Prof.^a Dr^a Priscila Alonso dos Santos. Coorientadora: Prof.^a Dr^a Letícia Fleury Viana.

O queijo Minas artesanal Canastra é um queijo produzido de leite cru, adicionado do coalho e do “pingo”, fermento natural endógeno. É então enformado, prensado à mão, salgado a seco e maturado por um período de 22 dias. A *Cynara cardunculus L.* é uma planta perene típica da região do mediterrâneo. Obtêm-se das flores secas dessa planta as enzimas (cardosinas) utilizadas como agente coagulante do leite. Pretendeu-se com o presente estudo desenvolver e avaliar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com três diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.* Os queijos mostraram índices de extensão e de profundidade da proteólise superiores ao queijo Canastra tradicional. Os parâmetros de pH, umidade, acidez, cloretos, cinzas, proteína, gordura (%), (GES) (%) e cor não foram influenciados pelo tipo de coagulante. Ademais, os queijos obtidos com o coagulante vegetal exibiram uma textura mais macia em comparação ao queijo tradicional. Estes resultados denotam a possibilidade de se produzirem queijos com características sensoriais desejáveis dentro do período mínimo de maturação exigido e em conformidade com os parâmetros físico-químicos típicos do queijo Minas artesanal Canastra.

PALAVRAS-CHAVE: leite cru, cardo, maturação, textura, queijo Canastra.

ABSTRACT

BORGES, EDUARDO JOSÉ. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (Goiano Federal Institute of Science, Education, and Technology) – Rio Verde Campus – Goiás State (GO), Brazil, March 2017. **DEVELOPMENT AND PHYSICOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF MINAS ARTISANAL CANASTRA CHEESE PRODUCED WITH *CYNARA CARDUNCULUS L.*** Advisor: Prof. Dr. Santos, Priscila Alonso dos. Co-advisor: Prof. Dr. Viana, Letícia Fleury.

The Minas artisanal Canastra cheese is a cheese produced from raw milk, added with rennet and "pingo", an endogenous natural yeast. It is shaped, hand-pressed, dry salted, and matured for twenty-two days. *Cynara cardunculus L.* is a perennial plant typical from Mediterranean region. The enzymes (cardosins) used as a milk coagulating agent are obtained from the dried flowers of this plant. This paper aimed to develop and evaluate the physicochemical characteristics of the Minas artisanal Canastra cheese produced with three different concentrations of *Cynara cardunculus L.* The cheeses showed protease extension and depth indices superior to the traditional Canastra cheese. The parameters of pH, moisture, acidity, chlorides, ash, protein, fat (%), fat in dry extract (FDE) (%), and color were not affected by the coagulant type. In addition, the cheeses obtained with the vegetable coagulant exhibited a softer texture in comparison to the traditional cheese. These results indicate the possibility of producing cheeses with desirable sensorial characteristics within the minimum required maturation period and in accordance with the typical physicochemical parameters of the Minas artisan Canastra cheese.

KEYWORDS: Raw milk. Curd. Matured. Texture. Canastra cheese.

1. INTRODUÇÃO

O queijo Minas artesanal Canastra é produzido do leite cru, adicionado de coalho e do “pingo”, fermento natural endógeno obtido do soro, oriundo da produção de queijos do dia anterior. O queijo é então enformado, submetido à prensagem manual, salgado a seco e maturado por um período mínimo de 22 dias (IMA, 2013). É um queijo de consistência semidura e textura compacta, de cor branca-amarelada, crosta fina, amarelada, sem trincas, sabor levemente ácido e não picante (EMATER, 2004).

De acordo com o Regulamento de Uso instituído pela Associação dos Produtores de Queijo Canastra – APROCAN, o produto receberá as seguintes classificações, conforme as suas dimensões: Queijo Canastra, produzido em formas sem fundo de 17 cm de diâmetro e 7 cm de altura (900 a 1.300 g); Queijo Canastra Merendeiro, produzido em formas sem fundo de 10 cm de diâmetro e 6 cm de altura (300 a 400 g); e Queijo Canastra Real, produzido em formas sem fundo de 28 a 35 cm de diâmetro e altura entre 10 e 18 cm (5.000 a 7.000) (APROCAN, 2014).

De acordo com Silva (2007), o uso do coalho líquido industrial de origem microbiana, à base de quimosina, é praticado em 85% das propriedades da região da Serra da Canastra. O uso do coalho industrial em pó representa os 15% restantes. O tipo de coalho utilizado na fabricação de queijos pode influenciar nas características sensoriais do produto final, uma vez que o índice de extensão da proteólise está intimamente relacionado à atividade enzimática do coagulante (TOFALO et al. 2015). Não obstante, entre as enzimas mais utilizadas, a proteólise está em ordem decrescente para a pepsina suína, pepsina bovina e quimosina (FURTADO, 2005).

As proteinases de origem vegetal provenientes das flores de *Cynara cardunculus L.* foram amplamente estudadas e utilizadas para a fabricação de queijos tradicionais espanhóis e portugueses (SIDRACH, 2004). Queijos produzidos com coalho vegetal de *Cynara cardunculus L.* tendem a desenvolver uma proteólise mais intensa, dando origem a uma estrutura mais homogênea, aumentando a cremosidade e conferindo mais leveza ao queijo (DELGADO et al., 2015).

Embora diante de um cenário promissor, são raras as iniciativas que contribuem com o desenvolvimento de queijos artesanais brasileiros com novas texturas, sabores e sensações, a fim de aumentar a diversidade de oferta e promover a valorização do produto artesanal com denominação de origem. Considerando este contexto, indagamos qual seria o efeito da

substituição do coalho líquido comercial pelo extrato de *Cynara cardunculus L.* durante a fabricação do queijo Minas artesanal Canastra. Assim, o presente trabalho objetivou desenvolver e avaliar as características físico-químicas do queijo Minas Artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi conduzido entre abril e junho de 2016 em uma propriedade rural, situada no município de Tapiraí/MG. As coordenadas remetem à latitude de 19° 50'57, 84", longitude de 46° 09'26,93", numa altitude de 1009 m. A propriedade tem área total de 36 hectares e é abastecida com água de nascente.

Em média, o rebanho é composto por 22 vacas em lactação, em sua maioria da raça Girolando, com idade variando entre 5 e 8 anos. O manejo sanitário é feito duas vezes por ano, com ênfase no controle de raiva, febre aftosa e brucelose, além da realização dos testes periódicos para o diagnóstico de mastite (caneca de fundo escuro e CMT).

O rebanho é alimentado a pasto, formado de capim braquiária, durante o período chuvoso. Já no período de seca, é feita suplementação com silagem. A produção diária total de leite é de 180L em média. São produzidos diariamente cerca de 15 kg de queijo, comercializados a R\$ 30,00 a unidade.

A escolha do local para a condução do experimento é justificada pelo fato de essa propriedade rural ser detentora de diversas premiações em concursos locais, regionais e estadual, sendo referência na produção de queijo Minas artesanal Canastra.

2.2. Tecnologia de fabricação do queijo Minas artesanal Canastra

A fabricação dos queijos foi conduzida conforme a técnica artesanal de origem, ou seja, segundo a metodologia do produtor/proprietário. Os queijos foram produzidos com leite bovino cru, recém-ordenhado. Foram adicionados a 80 L⁻¹ de leite a 32°C, 40 ml⁻¹ de coalho líquido comercial da marca HA-LA®, diluídos em 100 ml⁻¹ do “pingo”. Após a coagulação (cerca de 1 hora), a coalhada, de aspecto consistente, foi cortada e submetida à homogeneização por 5 minutos. Em seguida, foi removido o excesso de soro. Logo após, a massa foi colocada em formas de 10 cm de diâmetro por 12 cm de altura e prensada manualmente. Os queijos foram salgados a seco por 8 horas, utilizando sal grosso. Logo após,

foram virados e salgados novamente, permanecendo assim até a manhã seguinte. Finalmente, fez-se a toailete dos queijos, obtendo-se o controle (C). Foram produzidos 12 queijos merendeiros, que foram submetidos à maturação à temperatura ambiente na própria queijaria, em tábuas de madeira, por períodos de 0, 21, 42 e 63 dias. No decorrer da maturação, os queijos foram “grosados” (realização da toailete com auxílio de um material abrasivo), semanalmente e virados em intervalos de 24 horas (Figura 3).

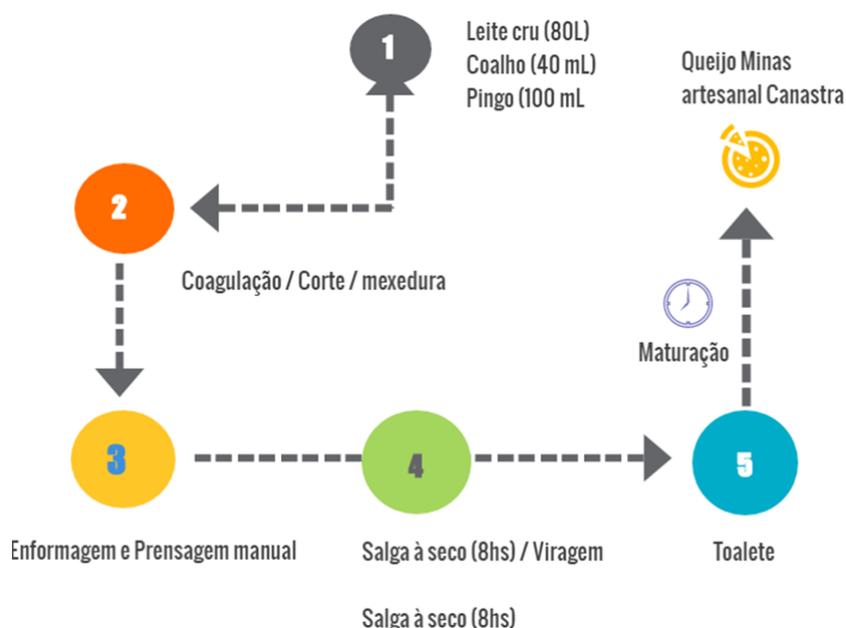


Figura 1: Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal Canastra
Fonte: Acervo pessoal (2016).



Figura 2: a) Processo de grosa b) Queijo Canastra maturado por 21 dias
Fonte: Acervo pessoal (2016)

2.3. Tecnologia de fabricação do queijo Minas artesanal Canastra com *Cynara cardunculus L.*

Para os tratamentos, foram utilizados 0,4 g/L (T¹), 0,6 g/L (T²) e 0,8 g/L (T³) de *Cynara cardunculus L.* dessecada, adquirida na Escola Superior Agrária de Viseu - Portugal (Figura 4). A flor foi previamente hidratada e macerada em 200 ml de água, permanecendo em repouso por 1 hora a $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Filtrou-se. O extrato obtido foi diluído em 100 ml do pingo e adicionado ao leite. A coagulação ocorreu em 1h30. Procedeu-se como em (C). Foram produzidos 36 queijos com aproximadamente 500g cada, sendo 3 repetições por tratamento/tempo.

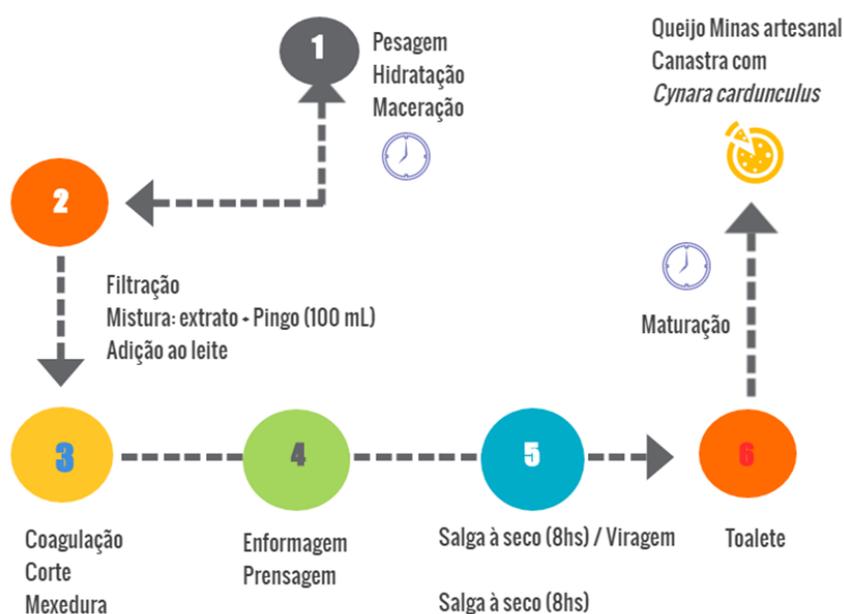


Figura 3: Fluxograma de produção do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*
Fonte: Acervo pessoal (2016)



Figura 4: a) *Cynara cardunculus L.* b) Adição do extrato aquoso ao leite
Fonte: Acervo pessoal (2016)

2.4. Coleta de amostras

Foram feitas quatro coletas: aos 0, 21, 42 e 63 dias de maturação, contemplando 12 queijos por coleta. Devido ao tempo dispensado ao transporte das amostras, todas as determinações foram iniciadas no dia posterior à coleta, completando 1, 22, 43 e 64 dias de fabricação dos queijos, conforme Regulamento de Uso (APROCAN, s.d).

Os queijos foram cortados em blocos dimensionados com 20 mm de comprimento, profundidade e largura para a determinação da textura e cor. As análises foram feitas no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, em duplicata. O restante das amostras foi triturado em multiprocessador, acondicionado em sacos de polietileno previamente identificados e armazenados a $7^{\circ}\text{C} \pm 2$ durante a realização das análises. Foram determinados o pH, acidez, resíduo mineral fixo, cloretos, gordura (Gerber), extrato seco total (EST), extrato seco desengordurado (ESD), umidade e proteína (Kjeldahl), em duplicata, conforme Brasil (2006). Determinou-se a proteólise conforme Chiesa et al. (2011), também em duplicata. As análises físico-químicas foram feitas no laboratório do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – Campus Ituiutaba.

2.5. Análises físico-químicas

2.5.1. Acidez

Foram pesados, em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AUY220, 10g de amostra, previamente triturada e quarteada. Foram acrescentados 50 ml de água morna (isenta de CO₂), a mistura foi agitada até a dissolução do queijo e filtrada em papel filtro. Transferiu-se o filtrado para um balão volumétrico de 100 ml, resfriou-se e completou-se o volume.

Transferiu-se uma alíquota de 50 ml para um erlenmeyer de 100 ml, acrescentaram-se 10 gotas de fenolftaleína a 1% e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1N até coloração rósea persistente, por 30 segundos. Os resultados foram expressos em g de ácido láctico/100 ml. Após a análise, a acidez foi calculada pela equação 1 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ Ácido láctico} = (V \times f \times 0,9) / m \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

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; e

m = massa da amostra, em gramas.

2.5.2. pH

O pH foi determinado em um peagâmetro da marca Central Brasil, modelo mPA-210, previamente calibrado com soluções-padrão para pH 4 e pH 7. Foram pesados em um béquer, com auxílio de uma balança analítica da marca Shimadzu, modelo AUY220, 10g de queijo previamente triturado e quarteado e adicionados 20 ml de água morna. Homogeneizou-se até que se formasse uma pasta. Introduziu-se um eletrodo na amostra, aguardando até que a leitura se estabilizasse (BRASIL, 2006).

2.5.3 Umidade (método C)

A cápsula e sua tampa foram aquecidas separadamente em uma estufa Nova Ética a $102 \pm 2^\circ\text{C}$ por 1 hora, colocada a tampa na cápsula, esfriada em dessecador até a temperatura ambiente, que, na sequência, foi pesada. Em cada cápsula previamente identificada, foram pesados, em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AUY220, 5g de amostra. As

cápsulas abertas foram encaminhadas para estufa, da marca Quimis - modelo Q-314/D222, regulada a 105°C, permanecendo por duas horas ao lado de sua respectiva tampa. Decorrido o tempo, as cápsulas foram tampadas e esfriadas em dessecador por 30 minutos e pesadas. As operações de secagem e pesagem foram repetidas até que a amostra obtivesse peso constante. Os resultados foram expressos em % de umidade pela equação 2 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ umidade} = [(m1 - m2) / (m1 - m0)] \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

m0 = massa da cápsula com sua tampa, em gramas;

m1 = massa da cápsula com tampa + massa da alíquota da amostra, em gramas; e

m2 = massa da cápsula com tampa + massa dessecada da alíquota, em gramas.

2.5.4. Extrato Seco Total

Após a análise de umidade, determinou-se o teor de extrato seco pela equação 3 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ Extrato seco} = [(m2 - m0) / (m1 - m0)] \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

m0 = massa da cápsula e tampa, em gramas;

m1 = massa da cápsula, tampa e amostra, em gramas; e

m2 = massa da cápsula, tampa e amostra seca, em gramas.

2.5.5. Resíduo Mineral Fixo (cinzas)

Foram pesados, em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AUY220, 5g da amostra homogeneizada diretamente no cadinho previamente calcinado. O conteúdo foi levado ao bico de Bunsen com tela de amianto até a carbonização completa. Em seguida, o resíduo foi incinerado em forno mufla da marca Jung a 500°C por no mínimo 3 horas ou até obter cinzas totalmente brancas. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. Os resultados foram expressos em % de cinzas calculado pela equação 4 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ cinzas} = [(m2 - m1) / (m0)] \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

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

m_1 = massa do cadinho vazio, em gramas; e

m_0 = massa da amostra, em gramas.

2.5.6. Cloretos

Transferiu-se o resíduo obtido na determinação das cinzas para um erlenmeyer de 125 ml, utilizando cerca de 50 ml de água morna. Adicionou-se 1 ml de solução de cromato de potássio a 5% e titulou-se com nitrato de prata 0,1N até coloração vermelho tijolo. Os resultados foram expressos em % de NaCl. O teor de cloretos foi calculado pela equação 5 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ Cloretos} = [(V \times f \times N \times 0,0585 \times 100) / m] \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

V = volume da solução de nitrato de prata 0,1 N gasto na titulação, em ml;

f = fator de correção da solução de nitrato de prata 0,1 N;

m = massa da amostra, em gramas;

N = normalidade da solução de nitrato de prata 0,1 N; e

0,0585 = miliequivalente-grama do cloreto de sódio.

2.5.7. Gordura: método butirométrico para queijos

Foram pesados em balança analítica da marca Shimadzu, modelo AUY220, 3g de queijo previamente triturado e quarteado, diretamente no copo do butirômetro. Acoplou-se o copo do butirômetro à parte inferior, de forma a ficar bem vedado. Em seguida, foram adicionados cerca de 5ml de água, 10ml de uma solução de ácido sulfúrico ($d=1,825$) e 1ml de álcool isoamílico. Logo após, o butirômetro foi vedado, envolto em uma toalha e cuidadosamente agitado. Transferiu-se o butirômetro para um banho-maria regulado a 65°C até que a amostra se apresentasse totalmente dissolvida. Retirou-se a tampa superior do butirômetro e adicionou-se água até sua última marcação. A borda do butirômetro foi enxugada com papel absorvente e recolocou-se a tampa. Centrifugou-se em centrífuga da marca ITR, modelo 8BTF, por 10 minutos a 1.200 rpm. Fez-se a leitura diretamente na escala

do butirômetro. Os resultados foram expressos em percentual (%) de gordura (BRASIL, 2006).

2.5.8. Gordura no extrato seco (GES)

Determinou-se o teor de gordura no extrato seco pela equação 6 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ (GES)} = \% \text{ G} / \% \text{ EST} * 100 \quad \text{(Equação 6)}$$

Em que:

% G = Gordura

% EST = Extrato seco total

2.5.9. Proteína

Foram pesados em balança analítica, sobre um pedaço de papel manteiga, 0,25g da amostra previamente triturada e quarteada. Transferiu-se para tubo de Kjeldahl. Adicionaram-se 2,5g de mistura catalítica e 7ml de ácido sulfúrico p.a.. Aqueceu-se em bloco digestor da marca Solab, modelo SL-2540, a princípio, lentamente, mantendo a temperatura de 50°C por 1 (uma) hora. Em seguida, elevou-se gradativamente a temperatura até atingir 400°C. Quando o líquido se tornou límpido e transparente, de tonalidade azul-esverdeada, ele foi retirado do aquecimento e deixado esfriar. Em seguida, foram adicionados 10ml de água destilada. Acoplou-se ao destilador um erlenmeyer de 150 ml, contendo 20ml de solução de ácido bórico a 4% e 5 gotas de solução de indicador misto (erlenmeyer receptor do destilado). Adaptou-se o tubo de Kjeldahl ao destilador da marca Solab, modelo SL-74, e adicionou-se solução de hidróxido de sódio a 50% até que se tornasse negra (cerca de 20ml). A destilação prosseguiu até que fossem coletados cerca de 100ml do destilado. A solução receptora foi mantida fria durante toda a destilação. Logo em seguida, ela foi titulada com solução de ácido sulfúrico 0,1N até a viragem do indicador. Após a análise, o nitrogênio total (NT) foi calculado pelas equações 7 e 8 (BRASIL, 2006).

$$\% \text{ NT} = [(V \times N \times f \times 0,014) / m] \times 100 \quad \text{(Equação 7)}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ nitrogênio total} \times F \quad \text{(Equação 8)}$$

Em que:

V = volume da solução de ácido clorídrico 0,1 N, gasto na titulação, em ml;

N = normalidade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1 N;

f = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N;

m = massa da amostra em gramas; e

F = fator de conversão da relação nitrogênio/proteína = 6,38.

2.5.10. Proteólise

Foram determinados o índice de extensão da proteólise (IEP) e o índice de profundidade da proteólise (IPP), segundo Chiesa et al. (2011). A análise de proteína foi conduzida pelo método de micro Kjeldahl, segundo Brasil (2006).

Foram pesados 10 g do queijo previamente triturado e quarteado, que foram transferidos para um liquidificador. Foram adicionados 120 ml de água destilada a 40°C - 45°C e 40 ml de solução de citrato de sódio 0,5 mol/L. Homogeneizou-se em liquidificador por sete minutos. Esperou-se até que o resíduo de espuma desaparecesse e transferiu-se quantitativamente a suspensão de queijo para um balão volumétrico de 200 ml, fazendo várias lavagens com pequenos volumes de água destilada. Completou-se o balão volumétrico até o menisco. Resfriou-se em água corrente até 20°C e homogeneizou-se a solução.

Para a determinação do nitrogênio solúvel em pH 4,6, foram medidos 100 ml da solução previamente preparada, que foi transferida para um béquer de 250 ml. Foram adicionados 10 ml de ácido clorídrico 1,41 mol/L. Armazenou-se a solução por 5 minutos e acrescentaram-se 15 ml de água destilada. Filtrou-se em papel filtro. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur, foram transferidos 3g do filtrado para um tubo Kjeldahl. Determinou-se a proteína pelo método de micro Kjeldahl.

Para a determinação do nitrogênio solúvel em ácido tricloroacético 12%, foram medidos 50 ml da solução previamente preparada, que foi transferida para um béquer de 250 ml. Foram adicionados 50 ml de solução de ácido tricloroacético a 12% (m/v). Armazenou-se por 15 minutos e filtrou-se em papel filtro. Com auxílio de uma pipeta de Pasteur, foram transferidos 3g do filtrado para um tubo Kjeldahl. Determinou-se a proteína pelo método de micro Kjeldahl.

Os índices de extensão (IEP) e de profundidade (IPP) da proteólise foram calculados conforme as equações 9 e 10.

$$\text{IEP (\%)} = [(\text{Nitrogênio não caseico (\%)} / \text{Nitrogênio total (\%)})] \times 100 \quad (\text{Equação 9})$$

$$\text{IPP (\%)} = [(\text{Nitrogênio não proteico (\%)} / \text{Nitrogênio total (\%)})] \times 100 \quad (\text{Equação 10})$$

2.5.11. Textura

Foram utilizados nove blocos de queijo, dimensionados com 20 mm de comprimento, 20 mm de profundidade e 20 mm de largura. Os parâmetros avaliados foram coesividade, firmeza, adesividade, mastigabilidade e fraturabilidade.

A avaliação do perfil de textura das amostras de queijo Minas artesanal Canastra foi feita no equipamento texturômetro, CT3 Pro CT V 1.5 Build (Brookfield Engineering Labs. Inc), com célula de carga de cinco quilos, equipado com o *software* Texture Pro[®] para a análise dos dados. Amostras com 2cm² foram comprimidas por duas vezes com *probe* cilíndrica de acrílico de 75 mm de diâmetro, usando a metodologia descrita por Delgado et al. (2015) adaptada. As condições utilizadas foram: tipo de teste, TPA; velocidade de pré-teste, 2,0 mm/s; velocidade de teste, 1,0 mm/s; velocidade de pós-teste, 1,0 mm/s; distância de compressão, 9,0mm; e limiar de força, 5 g.

2.5.12. Cor

Foram utilizados nove blocos de queijo dimensionados com 20 mm de comprimento, 20 mm de profundidade e 20 mm de largura. Para as medições, foram consideradas nove réplicas (leituras), usando a parte externa da peça de queijo (Crosta). A determinação da cor foi feita com colorímetro Color Quest II (Hunterlab, Reston, EUA), utilizando o sistema CIELAB. Foram determinadas as coordenadas a*, b* e L* conforme CIE (1986). O ângulo-Hue (°H) e o Chroma (C) foram obtidos pelas equações 11 e 12 (MINOLTA, 2016).

$$\text{Chroma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Equação 11})$$

$$\hat{\text{Ângulo Hue}} = \tan^{-1} (b^* / a^*) \quad (\text{Equação 12})$$

2.6. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4x3, tendo como fator 1 (F¹) o tempo de maturação (0, 21, 42, 63 dias) e como fator 2 (F²) o tipo e a concentração do coagulante. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística no programa **R Versão 3.2.2**. Previamente, foi feita uma análise descritiva dos dados, seguida do teste de comparação de médias (Tukey a 5% de probabilidade). Para verificar a existência e o grau de relação entre as variáveis estudadas, foi feito um estudo de correlação (ANEXO 1). Para avaliar o comportamento geral de cada variável, calculou-se a

média de todas as repetições por tratamento, que foram exibidas em gráficos do programa Excel®. A Figura 5 ilustra o delineamento experimental.

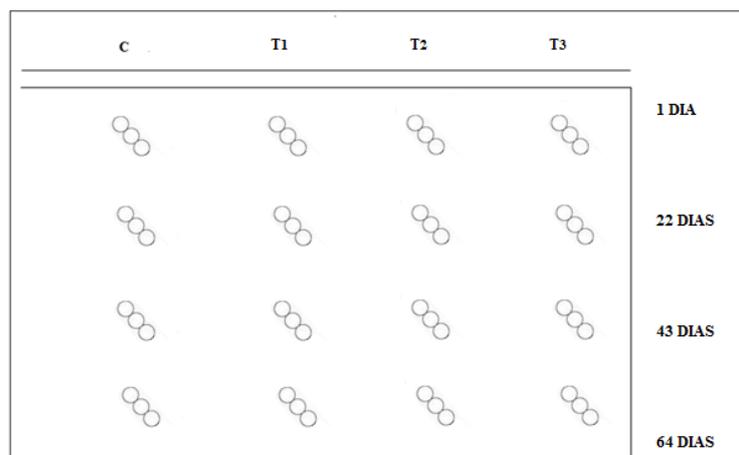


Figura 5: Delineamento experimental: C: controle (Quimosina); T¹: 0,4; T²: 0,6; T³: 0,8 (g/L *Cynara cardunculus L.*) nota: cada queijo (repetições) é representado por um círculo
Fonte: adaptado de Delgado et al. (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 pH e percentual de acidez

A Tabela 1 apresenta a média dos resultados das análises de pH e acidez dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 1: pH e acidez (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64	
pH	C	5,43 ^{aA}	5,40 ^{aA}	5,31 ^{abA}	5,21 ^{bA}	
	T ¹	5,27 ^{abC}	5,31 ^{aAB}	5,29 ^{abA}	5,18 ^{bA}	
	T ²	5,29 ^{aBC}	5,27 ^{ab}	5,26 ^{aA}	5,23 ^{aA}	
	T ³	5,41 ^{aAB}	5,23 ^{bB}	5,38 ^{aA}	5,3 ^{abA}	
						Média**
Acidez*	C	0,46	0,73	1,21	1,07	0,87 ^A
	T ¹	0,55	1,06	1,03	1,23	0,97 ^A
	T ²	0,52	0,93	1,36	0,99	0,95 ^A
	T ³	0,41	0,84	1,21	1,14	0,90 ^A
Média**		0,49 ^c	0,89 ^b	1,20 ^a	1,11 ^a	

*Não houve interação significativa e somente os efeitos principais foram avaliados

**Média Geral de F¹ e F²

***Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

O pH dos queijos durante o período de maturação oscilou entre 5,18 e 5,43, com percentual de variação de 4,6%. Não houve diferenças significativas entre as médias nos primeiros 22 dias de maturação, exceto para T³, que apresentou ligeira redução no pH no tempo 22. Pôde-se observar que o tempo (F¹) também não influenciou no pH dos queijos entre o 43° e 64° dia de maturação, já que as médias foram estatisticamente iguais. Este comportamento foi constatado por Dores (2007) ao estudar as características físico-químicas e microbiológicas do queijo Minas artesanal Canastra, maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração, que encontrou valores de pH de 5,05 para os queijos maturados à temperatura ambiente, aos 22 e aos 64 dias de maturação, não havendo influência do tempo nesta variável.

Aparentemente, o pH inicial dos queijos foi influenciado pelos diferentes tipos de coalho e suas concentrações, uma vez que o controle, no tempo 1, diferiu estatisticamente de T¹ e T², apesar de não diferir de T³. Já aos 22 dias de maturação houve diferenças significativas na medida em que a concentração do coagulante vegetal aumentou. Posteriormente, houve uma estabilização do pH haja vista que as médias de todos os tratamentos permaneceram estatisticamente iguais até 64° dia de maturação.

Silva et al. (2011), ao estudar as características físico-químicas do queijo Canastra, maturado por 8 dias, verificaram índices de pH que variaram entre 5,12 e 5,36. Já Resende (2010) encontrou um valor médio de pH de 5,35 para queijos Minas artesanal Canastra maturados entre 7 e 15 dias em altitude superior a 1000 m. Estes resultados se aproximam da faixa de pH dos queijos proposta neste estudo. A variabilidade inicial nos valores de pH pode ter uma estreita relação com a prensagem da massa, já que nesta etapa poderá ou não ser retida grande parte da lactose (FURTADO, 1991). A prensagem manual aplicada ao queijo Minas artesanal denota a possibilidade de que ocorram tais variações. Já o período de estabilização pode ter relação com compostos tamponantes, como as proteínas e os peptídeos produzidos durante a maturação.

Não houve interação significativa entre a variável acidez e os fatores 1 e 2. A análise dos efeitos simples mostrou que a acidez não foi influenciada nem pelo tipo nem pela concentração do coagulante, pois as médias dos tratamentos foram estatisticamente iguais. Por outro lado, houve aumento gradual da acidez ao longo do tempo de maturação. O tempo 1 diferiu estatisticamente do tempo 22 e ambos diferiram dos tempos 43 e 64, que foram estatisticamente semelhantes. A variabilidade nos resultados pode ser explicada pelo corte irregular da coalhada após a formação do gel, uma vez que na produção do queijo Minas

artesanal não são utilizadas liras. Furtado (1991) argumenta que a retenção da lactose é proporcional ao tamanho do grânulo, assim poderá haver variações na produção do ácido láctico.

Para melhor avaliar o comportamento das variáveis acidez e pH ao longo da maturação dos queijos, optou-se por apresentar os resultados médios das coletas feitas em relação ao tempo, conforme apresentado na Figuras 6.

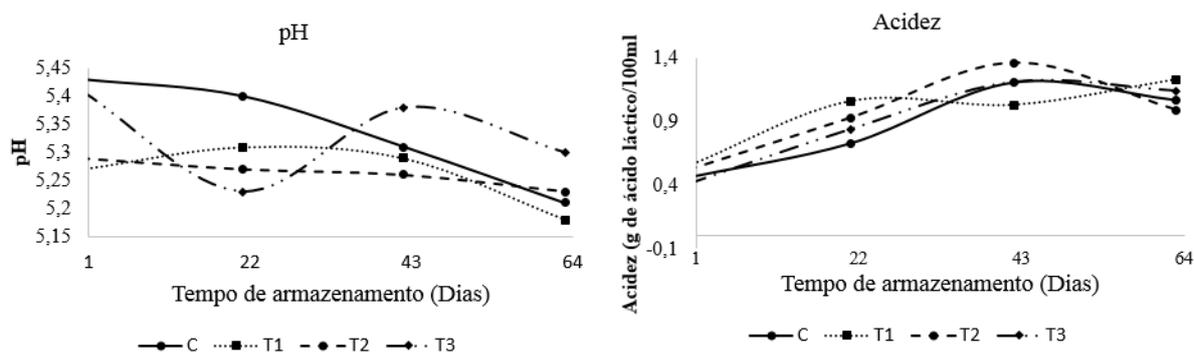


Figura 6: Comportamento das variáveis acidez e pH durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra produzido com *Cynara cardunculus L.*

Em linhas gerais, observou-se aumento nos índices de acidez dos queijos até o 22º dia para todos os tratamentos. Esta elevação permaneceu constante até o 43º dia, exceto para T¹, que apresentou ligeiro decréscimo e posterior aumento. Posteriormente, notou-se declínio na acidez do controle e dos tratamentos T² e T³ até o 64º dia de maturação.

Os valores médios de acidez observados neste estudo, calculados durante os primeiros dias de maturação, condizem com o resultado médio de 0,68 (%) de acidez proposto por Resende (2010) ao avaliar queijos produzidos em queijarias com altitude superior a 1000 m. Já Oliveira et al. (2013), ao avaliar as características físico-químicas do queijo Canastra, sem especificar o tempo de maturação, encontraram valores médios de acidez de 0,48%, com um coeficiente de variação de 10,41%. Estes resultados são condizentes com o percentual de acidez dos queijos avaliados neste estudo no tempo 1. A diversidade de gêneros de bactérias presentes no pingo, associada ao corte irregular da coalhada e à alteração temporal da umidade dos queijos, pode explicar as variações observadas na produção de ácido láctico. O teste de correlação, ANEXO 1, mostrou que a acidez aumenta consideravelmente quando da redução da umidade, assim como os queijos que são maturados sem controle de umidade relativa, podendo haver oscilações nesta variável.

Durante o período de maturação, houve redução linear no pH dos queijos produzidos com coalho líquido comercial e dos queijos obtidos com uma concentração intermediária de

Cynara cardunculus L. Este comportamento não foi observado em T¹ e T³. A presença de substâncias tamponantes pode exercer este efeito, conforme proposto por Furtado (1991).

Houve ligeira elevação do pH em T¹ durante os primeiros dias de maturação, seguida de queda sucessiva. Já T³ mostrou um comportamento com ampla variabilidade. Observou-se redução de pH acentuada nos primeiros 22 dias, seguida por uma elevação quase similar ao decréscimo inicial, que ocorreu até o 43° dia, e um novo declínio de pH até o 64° dia de maturação. O “modo artesanal de se fazer” o queijo Minas traduz a complexidade na interpretação de algumas variáveis como denotado por Silva et al. (2011).

3.2 Teor de umidade e extrato seco total (EST)

A Tabela 2 apresenta a média dos resultados das análises de umidade e extrato seco total (EST) dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 2: Umidade (%) e Extrato Seco Total (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
Umidade	C	43,72 ^{aA}	20,72 ^{bA}	16,4 ^{cA}	16,78 ^{cA}
	T1	44,7 ^{aA}	20,23 ^{bA}	16,72 ^{cA}	17,64 ^{bcA}
	T2	46,25 ^{aA}	14,63 ^{cB}	11,65 ^{cB}	18,01 ^{bA}
	T3	44,62 ^{aA}	15,70 ^{bB}	10,57 ^{cB}	18,52 ^{bA}
EST	C	56,28 ^{cA}	79,28 ^{bB}	83,6 ^{aB}	83,22 ^{aA}
	T1	55,3 ^{cA}	79,77 ^{bB}	83,28 ^{aB}	82,36 ^{abA}
	T2	53,75 ^{cA}	85,37 ^{aA}	88,35 ^{aA}	81,99 ^{bA}
	T3	55,38 ^{cA}	84,30 ^{bA}	89,42 ^{aA}	81,48 ^{bA}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de queijos, preconizado pela Portaria n° 146, de 07 de março de 1996 do MAPA, no tempo 1, os queijos foram classificados como sendo de média umidade, exceto por T², que alcançou valores superiores a 46%. Entretanto, após 22 dias de fabricação, todos os queijos puderam ser reclassificados como sendo queijos de baixa umidade, cujo percentual de umidade é inferior a 35,9% (BRASIL, 1996).

Silva et al. (2011) e Resende (2010) avaliaram queijos Canastra maturados por 8 dias e queijos maturados entre 7 e 15 dias, respectivamente. Ambos classificaram os queijos como sendo de média umidade devido ao pouco tempo dispensado para a maturação. Um estudo desenvolvido por Dores (2007) avaliou queijos Canastra maturados durante 64 dias em temperatura de 27°C e 68% (UR), simulando um período de chuva, e 23°C e 62% (UR), simulando um período de seca. O autor classificou os queijos aos 22 dias como sendo queijos de baixa umidade, nas duas condições propostas. Entretanto, os percentuais de umidade apresentados pelo autor (32,49% e 34,54%, respectivamente) se situaram próximos à faixa limite de classificação para queijos de baixa umidade (35,9%). Estes percentuais são bem superiores àqueles propostos no presente estudo no mesmo período. Isto denota a existência de fatores não controlados durante a maturação de queijos na própria queijaria (variações na temperatura, umidade relativa, fluxo de ar etc.) em detrimento da maturação sob condições simuladas.

Aos 22 dias de maturação, todas as médias dos tratamentos foram destoantes em relação ao tempo 1, havendo decréscimo pronunciado da umidade neste período. No tempo 43, as médias do controle e dos tratamentos T¹ e T³ foram estatisticamente diferentes do tempo 22. Este comportamento não foi observado em T², já que a umidade se manteve estável entre os tempos 22 e 43, mas destoou dos demais tempos aos 64 dias de maturação. Não foram observadas diferenças significativas no teor de umidade do controle entre o 43° e o 64° dia. Em T¹, aos 64 dias de maturação, as médias foram estatisticamente iguais às médias no tempo 22 e não diferiram do tempo 43. Já para T³, aos 64 dias de maturação, as médias foram estatisticamente iguais ao tempo 22, mas diferiram do tempo 43. Ademais, destaca-se um ligeiro aumento da umidade em T² e T³ ao final da maturação.

Em relação ao fator 2 (F²), no tempo 1, notou-se não haver diferenças significativas na umidade dos queijos. Entretanto, ao se analisar este parâmetro entre o 22° e 43° dia de maturação, pôde-se observar que o controle e o tratamento T¹ foram estatisticamente iguais, mas destoaram de T² e T³, que não apresentaram diferenças significativas entre si. Já aos 64 dias, as médias de todos os tratamentos foram estatisticamente iguais.

Em proporções inversas, o comportamento do (EST) dos queijos foi análogo à umidade, fenômeno este comprovado pelo escore (-1) mostrado pelo teste de correlação. Houve diferenças significativas entre os tempos 1 e 22. Aos 43 dias de maturação, as médias do controle e dos tratamentos T¹ e T³ foram estatisticamente diferentes do tempo 22. Este comportamento não foi observado em T², já que o (EST) se manteve estável entre os tempos 22 e 43, mas destoou dos demais tempos aos 64 dias de maturação.

Não foram observadas diferenças significativas no (EST) do controle e do tratamento T^1 entre o 43° e o 64° dia. Já T^2 , aos 64 dias de maturação, foi estatisticamente diferente dos demais tempos. Este comportamento não ocorreu em T^3 , já que as médias deste tratamento, aos 64 dias de maturação, foram estatisticamente iguais ao tempo 22, mas diferentes dos tempos 1 e 43.

O tipo e concentração do coagulante no tempo 1 não influenciou o (EST) dos queijos. Entretanto, ao analisarmos este parâmetro nos tempos 22 e 43, pôde-se observar que o controle e o tratamento T^1 foram estatisticamente iguais, mas destoaram de T^2 e T^3 , que não apresentaram diferenças significativas entre si. Já aos 64 dias, as médias de todos os tratamentos foram estatisticamente iguais. A Figura 7 mostra o comportamento das variáveis umidade e (EST) ao longo da maturação dos queijos.

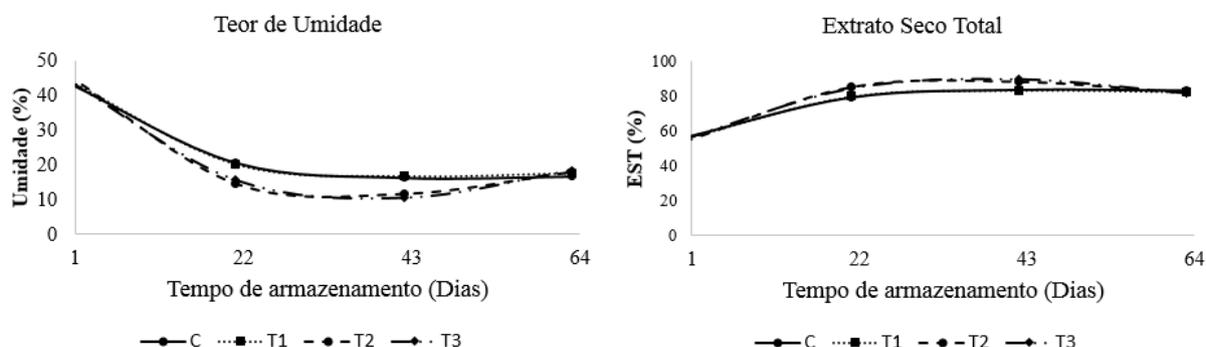


Figura 7: Comportamento das variáveis umidade e (EST) durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

Durante os primeiros 22 dias de maturação, foi possível observar decréscimo no teor de umidade dos queijos e, conseqüentemente, aumento no (EST). Para as Duas Variáveis, entre o 22° e o 43° dia de maturação, notou-se comportamento bastante similar entre o controle e T^1 e entre T^2 e T^3 , sendo que estes últimos mostraram ligeiro aumento na umidade ao final do período. Essa similaridade comportamental pode ter relação com a microestrutura dos queijos. Como proposto por Delgado et al. (2015), os queijos produzidos com *Cynara cardunculus L.* tendem a desenvolver uma textura mais macia em relação aos queijos produzidos com outros tipos de coagulante. Isto influenciará na maior ou menor liberação de água livre no queijo, traduzida pela umidade relativa de equilíbrio – URE (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). A perda acentuada de umidade dos queijos nos primeiros dias coincide com a redução do índice pluviométrico de 16,3 mm para 1,7 mm na região, de abril para maio de 2016, respectivamente, meses de realização do experimento (INMET, 2016).

3.3 Teor de cinzas e cloretos

Os resultados das análises de cinzas e cloretos dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunlus L.*, representados por T¹, T² e T³, são mostrados na Tabela 3.

Tabela 3: Cinzas (%) e Cloretos (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64	
Cinzas	C	3,68 ^{dA}	4,27 ^{cAB}	4,86 ^{bB}	6,29 ^{aA}	
	T ¹	3,20 ^{dB}	4,16 ^{cB}	4,58 ^{bB}	5,88 ^{aB}	
	T ²	3,23 ^{dB}	4,24 ^{cAB}	4,78 ^{bB}	5,22 ^{aC}	
	T ³	3,49 ^{cAB}	4,54 ^{bA}	5,64 ^{aA}	5,63 ^{aB}	
						Média**
Cloretos*	C	0,70	1,08	1,08	1,14	1,00 ^A
	T ¹	0,49	0,88	1,02	1,12	0,88 ^A
	T ²	0,60	1,07	0,94	1,10	0,93 ^A
	T ³	0,67	1,00	1,03	1,20	0,98 ^A
Média**		0,62 ^b	1,01 ^a	1,02 ^a	1,14 ^a	

*Não houve interação significativa e somente os efeitos principais foram avaliados

**Média Geral de F¹ e F²

***Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

O teor de cinzas no controle, em T¹ e em T² mostrou um comportamento correlato durante todo o período de maturação. Puderam ser constatadas diferenças pontuais em cada um dos tempos. Já o tratamento T³ apresentou diferenças significativas entre os tempos 1 e 22, que diferiram dos tempos 43 e 64, que foram estatisticamente iguais. Em relação ao fator 2 (F²), no tempo 0, percebeu-se que o controle diferiu de T¹ e T², mas foi estatisticamente igual a T³, que, por sua vez, também não diferiu de T¹ e T². Aos 22 dias de maturação, verificou-se que as médias do controle e de T² foram estatisticamente iguais e não diferiram de T¹ e T³, que destoaram entre si. Já no 43º dia, todos os tratamentos, exceto T³ foram similares. Este comportamento variou novamente aos 64 dias de maturação, em que T¹ e T³ não diferiram entre si, mas mostraram diferenças significativas entre T² e o controle.

Não houve interação significativa entre a variável cloretos e os fatores 1 e 2. Oliveira et al. (2013), ao estudar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra, encontraram valor médio de cloretos de 1,86%, bastante superior aos índices propostos neste

estudo. Silva et al. (2011) argumentam que a variação na quantidade de sal aplicada na salga dos queijos artesanais traduz um maior coeficiente de variação neste parâmetro. O autor descreve um valor médio de 1,77% de cloretos em queijos Canastra, com um coeficiente de variação de 39,96%.

A análise dos efeitos simples mostrou que o teor de cloretos independe do tipo e da concentração do coagulante, pois as médias dos tratamentos foram estatisticamente iguais. Por outro lado, houve influência do tempo em relação à concentração de cloretos, já que se pôde perceber aumento considerável nesta variável nos primeiros 22 dias de maturação. Apesar do sensível aumento nos teores de cloretos ao longo do período de maturação, exceto por T² aos 43 dias, os demais tempos foram estatisticamente semelhantes. Para melhor avaliar o comportamento das variáveis cinzas e cloretos ao longo da maturação dos queijos, optou-se por apresentar os resultados médios das coletas realizadas em relação ao tempo, conforme apresentado na Figura 8.

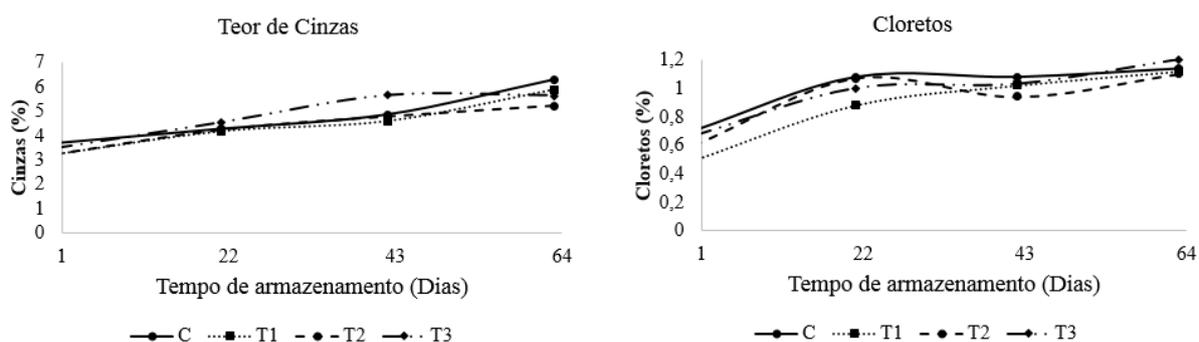


Figura 8: Comportamento das variáveis cinzas e cloretos durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

Pôde-se observar aumento gradual nos teores de cinzas e de cloretos ao longo da maturação, acompanhado de ligeiras variações, provavelmente em decorrência da maior ou menor absorção de umidade pelos queijos.

3.4 Teor de gordura e gordura no extrato seco

A Tabela 4 apresenta a média dos resultados das análises de gordura e gordura no extrato seco (GES) dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 4: Gordura (%) e Gordura no extrato seco (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
Gordura	C	25,75 ^{cAB}	34 ^{bA}	35,33 ^{abA}	37,17 ^{aA}
	T ¹	26,75 ^{cA}	31,92 ^{bA}	35,58 ^{aA}	37,5 ^{aA}
	T ²	23,75 ^{bBC}	34,08 ^{aA}	35 ^{aAB}	34,5 ^{aB}
	T ³	22,83 ^{cC}	29,33 ^{bB}	32,67 ^{aB}	33,41 ^{aB}
GES	C	45,75 ^{aB}	42,88 ^{cA}	42,26 ^{dB}	44,66 ^{bB}
	T ¹	48,37 ^{aA}	40,01 ^{dB}	42,72 ^{cA}	45,53 ^{bA}
	T ²	44,19 ^{aC}	39,92 ^{cC}	39,61 ^{dC}	42,08 ^{bC}
	T ³	41,22 ^{aD}	34,79 ^{dD}	36,53 ^{cD}	41,00 ^{bD}

**Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Em relação ao teor de gordura, quanto ao fator 1 (F¹), observou-se comportamento correlato entre o controle, T¹ e T³, pois todos apresentaram diferenças significativas entre os tempos 1 e 22. Já T² não variou, a partir do 22º dia. Esta oscilação inicial pode ter relação com o corte irregular da coalhada aplicado ao queijo Minas artesanal, retendo maior ou menor teor de gordura, conforme o tamanho do grânulo (FURTADO, 1991). Não houve variação no teor de gordura dos queijos após o 43º dia de maturação.

Nos primeiros 22 dias de maturação, o teor de gordura não foi influenciado pelo tipo de coagulante utilizado na fabricação dos queijos, mas houve diferenças significativas quando a concentração de *Cynara cardunculus L.* aumentou. Já no 43º dia de maturação, observou-se que T³ diferiu de T¹ e do controle, mas foi estatisticamente igual a T². Essa similaridade persistiu até o 64º dia, sendo então T² e T³ diferentes de T¹ e de (C), que, por sua vez, não apresentaram diferenças significativas. O teor médio de gordura descrito por Silva et al. (2011) ao avaliar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra, maturado por 8 dias, foi de 28,15%, com coeficiente variação de 10,79%. Estes resultados se aproximam do teor médio de gordura dos queijos (C), T¹, T² e T³, calculado nos primeiros 22 dias de maturação, com valores de 29,8%, 29,3%, 28,9% e 26,08%, respectivamente. Já Oliveira et al. (2013), ao estudar as características físico-químicas do queijo Minas artesanal Canastra, relataram ter encontrado teor médio de gordura de 23,62%, resultado que se aproxima do teor lipídico dos queijos avaliados no presente estudo, no tempo 1. A oscilação no teor de gordura dos queijos artesanais se deve às variações no teor lipídico do leite, que, conforme o período de lactação, poderá sofrer alterações (FURTADO, 1991).

Em relação ao teor de gordura no extrato seco (GES), os queijos (C) e T¹, no tempo 1, foram classificados como sendo queijos gordos, conforme Brasil (1996). Estes resultados coincidem com os teores de (GES) encontrados por Silva et al. (2011) e Resende (2010), que também classificaram o queijo Minas artesanal Canastra, maturado por 8 dias e entre 7 e 15 dias, respectivamente, como queijo gordo. Entretanto, os tratamentos T² e T³ foram classificados como queijos semigordos no mesmo período (44,18% e 41,22% de GES, respectivamente). A partir do 22º dia, em decorrência da desidratação e do aumento na relação teor de gordura (%) x (EST%), todos os queijos deste experimento puderam ser reclassificados como queijos semigordos, por apresentarem valores compreendidos entre 25 e 49,9% (BRASIL, 1996).

A Figura 9 apresenta os resultados médios das coletas realizadas em relação ao tempo para os parâmetros de gordura e (GES).

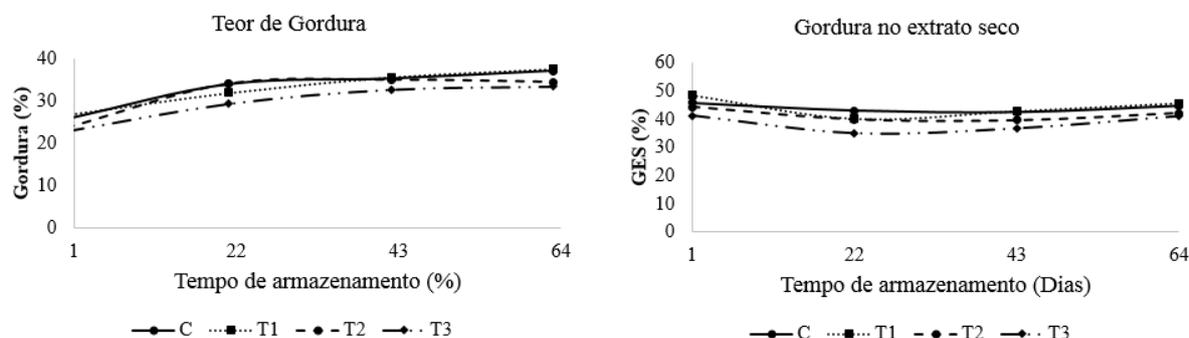


Figura 9: Comportamento das variáveis gordura e (ESD) durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

De forma geral, foi possível observar aumento gradual no teor de gordura dos queijos conforme o avanço do tempo durante a maturação. Essa evolução também pôde ser observada no ESD nos primeiros 22 dias, tendo ocorrido estabilização no teor de ESD entre o 22º e o 43º dia, seguida de um ligeiro decréscimo até o 64º dia de maturação. Este comportamento é análogo às proposições de Furtado (1991) ao argumentar que, mesmo com a desidratação do queijo, o teor de gordura no extrato seco (GES) permanece inalterado, enquanto o teor de gordura (%) aumentaria.

3.5 Teor de proteína

Os teores de proteínas dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunlus L.*, representados por T¹, T² e T³, são mostrados na Tabela 5.

Tabela 5: Teores de proteína (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus* L. em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
Proteína	C	21,98 ^{dAB}	25,26 ^{cB}	28,68 ^{bAB}	35,71 ^{aA}
	T ¹	20,5 ^{cB}	26,44 ^{bAB}	27,58 ^{bB}	36,37 ^{aA}
	T ²	21,30 ^{dAB}	24,85 ^{cB}	28,43 ^{bAB}	35,95 ^{aA}
	T ³	22,84 ^{dA}	27,26 ^{cA}	29,85 ^{bA}	35,48 ^{aA}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Houve diferenças significativas entre as médias nos tempos 1, 22, 43 e 64, com exceção de T¹, que se manteve estável entre o 22º e 43º dia de maturação. O tipo e a concentração do coagulante pareceram não ter influenciado no teor de proteína dos queijos. Durante a maturação, o controle não diferiu estatisticamente de T¹, T² e T³ no tempo 0, de T¹ e T² no tempo 22 e foi estatisticamente igual a todos os tratamentos aos 43 e 64 dias de maturação. A Figura 10 mostra o comportamento do teor de proteína ao longo da maturação.

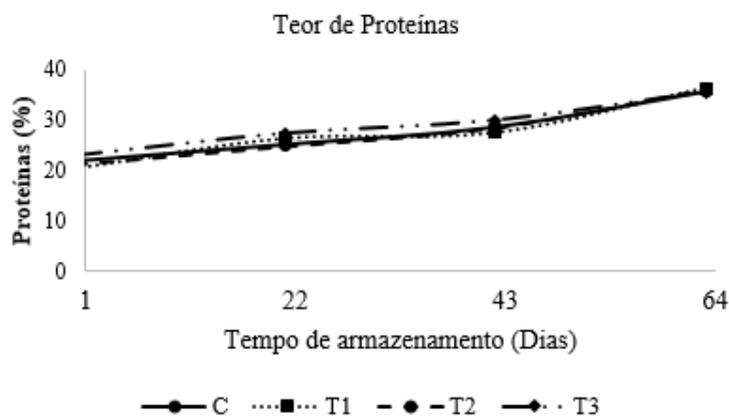


Figura 10: Comportamento da variável proteína durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus* L.

De forma geral, pôde-se observar aumento gradativo no teor de proteína dos queijos ao longo da maturação. Todos os tratamentos mostraram comportamento bastante similar neste período. O teor médio de proteína descrito por Silva et al. (2011), ao avaliar queijos Minas artesanal Canastra, maturados por 8 dias, foi de 23,9%, resultado condizente com os 23,5% de proteína nos queijos avaliados por Resende (2010). Estes índices se aproximam do teor médio de proteína dos queijos (C), T¹, T² e T³, calculado nos primeiros 22 dias de maturação, com valores médios de 23,6%, 23,47%, 23,07% e 25,05%, respectivamente. Dores (2007), ao avaliar o queijo Minas artesanal Canastra, encontrou percentuais de proteína de

28,51% e 34,07%, aos 22 e aos 64 dias de maturação, respectivamente, em período de seca. Estes resultados estão próximos do teor de proteína dos queijos analisados neste estudo.

3.6 Textura

Quanto à textura, na Tabela 6 estão dispostos os parâmetros de firmeza e adesividade dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 6 - Parâmetros de textura: Firmeza e Adesividade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
Firmeza	C	4698,81 ^{bAB}	5919,72 ^{abA}	6468,21 ^{abA}	7151.63 ^{aAB}
	T ¹	4468,07 ^{bB}	4714,22 ^{bA}	3777.18 ^{bB}	8171.38 ^{aA}
	T ²	6660.25 ^{aAB}	4362.96 ^{bA}	3704.70 ^{bB}	5655.63 ^{abBC}
	T ³	6879.70 ^{aA}	3858.55 ^{bA}	3308.59 ^{bB}	4922.26 ^{abC}
Adesividade	C	0.67 ^{aC}	0.25 ^{bA}	0.28 ^{bA}	0.34 ^{bA}
	T ¹	1,52 ^{aA}	0.24 ^{bA}	0.32 ^{bA}	0.38 ^{bA}
	T ²	1.15 ^{aB}	0.30 ^{bA}	0.24 ^{bA}	0,26 ^{bA}
	T ³	0.87 ^{aC}	0,30 ^{bA}	0.27 ^{bA}	0.38 ^{bA}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Em relação à firmeza do controle, pôde-se perceber que no tempo 1 as médias foram estatisticamente diferentes do tempo 64, mas não houve diferenças significativas entre as médias desse parâmetro no período intermediário de maturação. Já para T¹, observou-se certa estabilidade na firmeza durante os primeiros 43 dias de maturação, diferindo apenas no 64°. Os tratamentos T² e T³ mostraram um comportamento similar em relação ao fator 1 (F¹). Aos 64 dias de maturação, as médias não diferiram estatisticamente do tempo 1 e dos tempos 22 e 43.

Em relação ao fator 2 (F²), no tempo 1, as médias de firmeza do controle não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos e, aos 22 dias, foram estatisticamente iguais para (C), T¹, T² e T³. Entretanto, à medida que a concentração de *Cynara cardunculus L.* aumentou, foram notadas diferenças significativas entre o controle e os demais tratamentos, entre o 43° e 64° dias de maturação, exceto pela equivalência entre (C) e T² aos 64 dias. Isto sugere que os queijos produzidos com coalho vegetal de *Cynara cardunculus L.* tendem a

desenvolver uma estrutura mais homogênea, aumentando a cremosidade, conferindo mais leveza ao queijo, características inversamente proporcionais à firmeza (DELGADO et al., 2015). A análise de correlação negativa moderada (-0,43) entre as variáveis firmeza e IEP observada no presente estudo reforça essa hipótese.

Quanto ao parâmetro de adesividade, observou-se que todos os queijos mostraram um comportamento correlato ao longo do tempo de maturação. A adesividade no tempo 1 diferiu dos demais tempos para todos os tratamentos, exibindo comportamento linear entre o 22° e o 64° dias de maturação para (C), T¹, T² e T³. O tipo e a concentração do coagulante não influenciaram na adesividade dos queijos, pois (C) foram estatisticamente semelhantes a T¹, T² e T³ no tempo 1. Ademais não houve diferenças significativas entre os tratamentos aos 22, 43 e 64 dias.

Para melhor avaliar o comportamento da textura ao longo do período de maturação dos queijos, optou-se por apresentar os resultados médios das coletas realizadas em relação ao tempo, conforme apresentado na Figura 11.

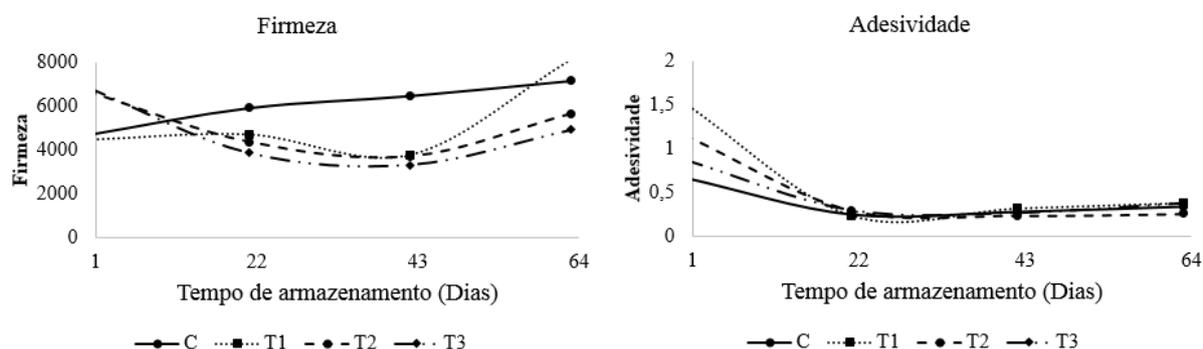


Figura 11: Comportamento das variáveis firmeza e adesividade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

Em linhas gerais, pôde-se perceber que o controle apresentou comportamento bastante atípico em relação aos demais tratamentos, pois houve aumento gradativo da firmeza ao longo do tempo, o que não foi observado nos queijos produzidos com *Cynara cardunculus L.* Os tratamentos T² e T³ destacaram-se por apresentarem um declínio dessa variável durante os primeiros 43 dias de maturação, o que reforça a hipótese de que os queijos produzidos com o extrato vegetal têm textura mais leve.

Em relação à adesividade, não foram observadas alterações bruscas após o 22° dia de maturação para todos os tratamentos, mas quando se utilizou o coalho líquido comercial, observou-se menor índice de adesividade no tempo 1. Além disso, a adesividade foi inversamente proporcional à concentração do extrato de *Cynara cardunculus L.*

A Tabela 7 mostra os parâmetros de firmeza e adesividade dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 7 - Parâmetros de textura: Fraturabilidade e Mastigabilidade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
Fraturabilidade	C	4698.81 ^{bAB}	5893.57 ^{abA}	7119.18 ^{aA}	7024.52 ^{aAB}
	T ¹	4434.15 ^{bB}	4714.22 ^{bA}	3718.15 ^{bB}	7861.10 ^{aA}
	T ²	6660.25 ^{aAB}	4356.45 ^{bA}	3704.71 ^{bB}	5626.1 ^{abAB}
	T ³	6879.70 ^{aA}	3858.59 ^{bA}	3308.59 ^{bB}	4887.11 ^{abB}
Mastigabilidade	C	294.19 ^{aBC}	140.40 ^{bA}	80.01 ^{bA}	82.8 ^{bA}
	T ¹	239.98 ^{aC}	72.31 ^{bA}	38.93 ^{bA}	107.89 ^{bA}
	T ²	352.27 ^{aAB}	55.60 ^{bA}	49.38 ^{bA}	80.07 ^{bA}
	T ³	449.14 ^{aA}	70.82 ^{bA}	46.04 ^{bA}	43.61 ^{bA}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

No que se refere à fraturabilidade dos queijos, foi possível observar que as médias do controle no tempo 1 foram estatisticamente iguais em relação ao tempo 22, mas diferiram estatisticamente dos tempos 43 e 64. Já as médias de T¹ foram estatisticamente iguais aos 1, 22 e 43 dias de maturação, diferindo apenas no tempo 64. Os tratamentos T² e T³ mostraram um comportamento similar ao longo da maturação, com as médias diferindo no tempo 1 em relação aos tempos 22 e 43, mas não havendo diferenças significativas em referência ao tempo 64. Em relação ao fator 2 (F²) no tempo 1, T¹ e T³ foram estatisticamente diferentes entre si, mas não diferiram dos demais tratamentos. Já aos 22 dias de maturação, pôde-se observar que não houve diferenças significativas entre (C), T¹, T² e T³. Aos 43 dias, o controle diferiu de todos os outros tratamentos, mas aos 64 dias houve comportamento similar ao tempo 22, em que T¹ e T³ se mostraram estatisticamente diferentes entre si, mas não diferiram de (C) e T². A análise de correlação mostrou correlação positiva (0,99) forte entre a fraturabilidade dos queijos e a firmeza.

Quanto à mastigabilidade, pôde-se perceber que todos os queijos apresentaram comportamento similar ao longo do tempo de maturação em relação ao fator 1 (F¹). As médias no tempo 1 diferiram dos demais tempos para todos os tratamentos, exibindo, posteriormente, comportamento linear entre o 22° e o 64° dia de maturação. Quanto ao Fator 2 (F²) no tempo 1, pôde-se observar que o controle não diferiu estatisticamente de T¹ e T²,

mas exibiu diferenças em relação a T^3 , que, por sua vez, foi estatisticamente igual a T^2 . Posteriormente não houve influência do tipo nem da concentração do coagulante em referência aos demais tempos.

A Figura 12 mostra os índices de fraturabilidade e mastigabilidade.

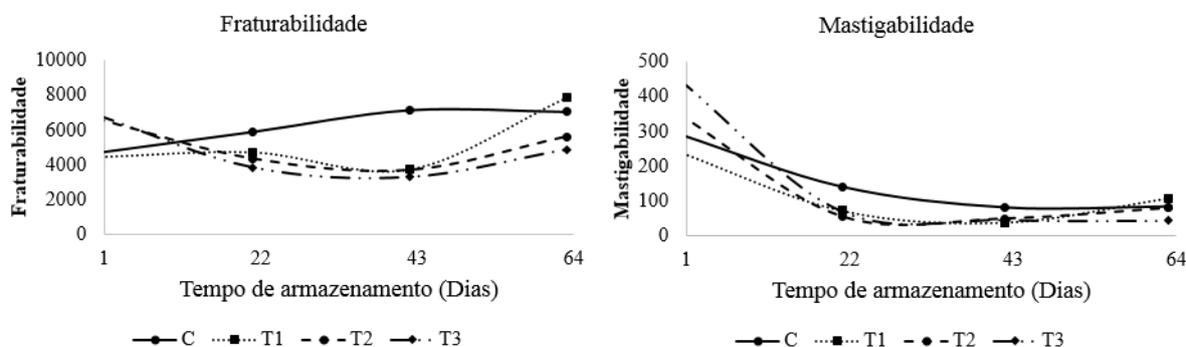


Figura 12: Comportamento das variáveis fraturabilidade e mastigabilidade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

A fraturabilidade dos queijos mostrou um comportamento bastante similar à firmeza, fato ressaltado pela análise de correlação (0,99). Houve aumento gradativo dessa variável nos primeiros 43 dias de maturação do controle, o que não foi observado nos tratamentos. Este comportamento indica que os queijos produzidos com *Cynara cardunculus L.* não se tornam quebradiços no primeiro mês de maturação. Já a mastigabilidade do controle foi ligeiramente superior aos demais tratamentos entre o 22º e o 43º dias de maturação, mas não destoou muito de T^1 , T^2 e T^3 no tempo 1 e aos 64 dias.

Ainda em relação à textura, na Tabela 8 estão dispostos os parâmetros de coesividade dos queijos. Não houve interação significativa entre esta variável e os fatores 1 e 2. A análise dos efeitos simples mostrou que a coesividade não sofreu influência do tipo e da concentração do coagulante (F^2), pois as médias dos tratamentos foram estatisticamente iguais. Por outro lado, houve influência do tempo (F^1) em relação a este parâmetro. As médias de coesividade dos queijos diferiram nos tempos 1 e 22, mas foram estatisticamente iguais aos 43 e 64 dias de maturação.

Tabela 8– Parâmetros de coesividade do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64	Média**
Coesividade	C	0,67	0,25	0,28	0,34	0,28 ^A
	T^1	1,52	0,24	0,32	0,38	0,26 ^A

T ²	1,15	0,30	0,24	0,26	0,26 ^A
T ³	0,87	0,30	0,27	0,37	0,28 ^A
Média**	0,63 ^a	0,18 ^b	0,12 ^c	0,13 ^c	

*Não houve interação significativa e somente os efeitos principais foram avaliados

**Média geral de F¹ e F²

A coesividade dos queijos mostrou um comportamento semelhante à adesividade, conforme ilustrado na Figura 13. Não foram observadas alterações bruscas após o 22º dia de maturação para todos os tratamentos, mas quando se utilizou o coalho líquido comercial, observou-se menor índice de coesividade no tempo 1. Ainda no tempo 1, a coesividade foi inversamente proporcional à concentração do extrato de *Cynara cardunculus L.*

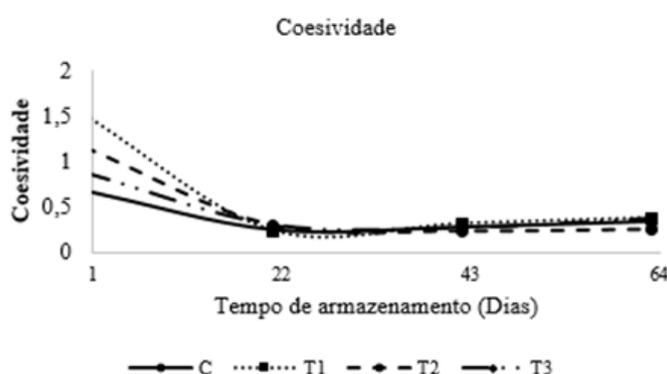


Figura 13: Comportamento da variável coesividade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

3.7 Parâmetros de cor

Na Tabela 9 estão dispostos os parâmetros de cor dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 9 – Parâmetros de cor: CIE*a, CIE*b, CIE*L, Chroma e o Ângulo Hue (°Hue) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.* em diferentes estágios de maturação.

		1	22	43	64
CIE*a	C	1.72 ^{bA}	4.07 ^{aB}	2.50 ^{bB}	2.34 ^{bB}
	T ¹	1.42 ^{cA}	5.74 ^{aA}	3.59 ^{bA}	3.11 ^{bAB}
	T ²	1.29 ^{cA}	4.30 ^{aB}	3.24 ^{bAB}	3.72 ^{abA}
	T ³	1.45 ^{cA}	4.95 ^{aAB}	2.97 ^{bAB}	2.9 ^{bAB}
CIE*b	C	16.18 ^{bA}	25.18 ^{aA}	18.51 ^{bB}	15.58 ^{bA}
	T ¹	14.73 ^{cA}	27.81 ^{aA}	22.99 ^{bA}	13.83 ^{cA}
	T ²	13.34 ^{cA}	26.63 ^{aA}	22.17 ^{bA}	15.74 ^{cA}

	T ³	13.60 ^{bA}	24.89 ^{aA}	22.49 ^{aA}	16.12 ^{bA}
CIE*L	C	67.25 ^{aA}	67.82 ^{aA}	53.72 ^{bA}	48.65 ^{cA}
	T ¹	70.05 ^{aA}	63.13 ^{bBC}	54.11 ^{cA}	46.16 ^{dA}
	T ²	71.21 ^{aA}	65.86 ^{bAB}	54.76 ^{cA}	46.82 ^{dA}
	T ³	70.16 ^{aA}	60.38 ^{bC}	50.76 ^{cA}	46.27 ^{dA}
Chroma	C	16.27 ^{bA}	25.51 ^{aA}	18.67 ^{bB}	15.76 ^{bA}
	T ¹	14.79 ^{cA}	28.40 ^{aA}	23.27 ^{bA}	14.19 ^{cA}
	T ²	13.40 ^{cA}	26.98 ^{aA}	22.40 ^{bA}	16.19 ^{cA}
	T ³	13.67 ^{bA}	25.38 ^{aA}	22.69 ^{aA}	16.37 ^{bA}
°Hue	C	1.46 ^{aA}	1.41 ^{aA}	1.44 ^{aA}	1.42 ^{aA}
	T ¹	1.47 ^{aA}	1.38 ^{bcA}	1.41 ^{bA}	1.65 ^{bcB}
	T ²	1.47 ^{aA}	1.43 ^{bA}	1.41 ^{abA}	1.34 ^{cC}
	T ³	1.46 ^{aA}	1.37 ^{cA}	1.44 ^{abA}	1.39 ^{bcAB}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Em relação à coordenada CIE*a, percebeu-se que todos os queijos tenderam para a coloração vermelha, com picos de intensidade aos 22 dias. Os retinoides e os carotenoides estão intimamente associados a este comportamento, já que proporcionam uma absorção forte no espectro visível na cor amarelo-laranja (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). O fator 2 (F²) não influenciou a CIE*a de forma significativa no tempo 1, mas aos 22 dias T¹ diferiu de todos os demais tratamentos. No tempo 43, foram observadas diferenças significativas entre o controle e T¹, apesar de não diferirem de T² e T³. Já aos 64 de maturação, o controle diferiu apenas de T².

Ao analisar a coordenada CIE*b, pôde-se observar que todos os queijos tenderam para a cor amarela, com picos de intensidade também aos 22 dias. Durante o período de maturação, há aumento na concentração dos pigmentos carotenoides do queijo em decorrência da perda de água e, conseqüentemente, elevação na intensidade da cor amarela em queijos maturados (PERRY, 2004). O tipo e a concentração do coagulante pareceram pouco influenciar na coordenada CIE*b.

A luminosidade dos queijos foi mais acentuada no tempo 1 para todos os tratamentos, tendendo ao branco. No decorrer dos dias, houve decréscimo da coordenada CIE*L para T¹, T² e T³ e para o controle após 22º dia de maturação, em detrimento da dessecação dos queijos. Esta hipótese é confirmada pelo teste de correlação, que indicou correlação positiva forte (0,70) entre a coordenada *L e a umidade dos queijos. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos nos tempos 1, 43 e 64, mas no 22º dia de

maturação, o controle diferiu estatisticamente de T^3 e T^1 , apesar de não ter havido diferenças em relação a T^2 . Por sua vez, no tempo 22, T^1 não diferiu de T^2 e T^3 .

Os valores de chroma também mostraram picos de intensidade aos 22 dias de maturação para todos os tratamentos, mas as médias vistas aos 64 dias não diferiram estatisticamente das médias alocadas no tempo 1. O tipo e a concentração do coagulante não influenciaram nos índices do chroma, exceto pelo controle em relação aos demais tratamentos aos 43 dias.

As médias do ângulo-hue ao longo do tempo foram estatisticamente iguais para o controle. Já para T^1 , houve diferenças significativas entre o tempo 1 e os demais, que não diferiram entre si. O tratamento T^2 mostrou diferenças significativas entre o tempo 1 e o tempo 22, ambos estatisticamente iguais ao tempo 43. As médias observadas em T^2 , aos 64 dias de maturação, diferiram de todos os outros tempos. Em relação a T^3 , notou-se que as médias no tempo 1 não diferiram do tempo 43, mas foram diferentes dos tempos 22 e 64. Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos nos tempos 1, 22 e 43. Aos 64 dias de maturação, constatou-se que o controle diferiu de T^1 e T^2 , mas foi estatisticamente igual a T^3 .

A Figura 14 ilustra o comportamento dos parâmetros de cor dos queijos ao longo da maturação. Aos 22 dias de maturação, as coordenadas CIE^*a e CIE^*b apresentaram picos de intensidade para a cor amarela e vermelha, respectivamente. Logo após, observou-se decréscimo na intensidade da cor dos queijos. Este comportamento pode estar associado ao declínio da umidade nos primeiros 22 dias de maturação e subsequente aumento após o 43º dia. Esta hipótese é comprovada pelo teste de correlação, em que foram observados valores negativos de -0,64 para a coordenada CIE^*a e de -0,55 para a coordenada CIE^*b .

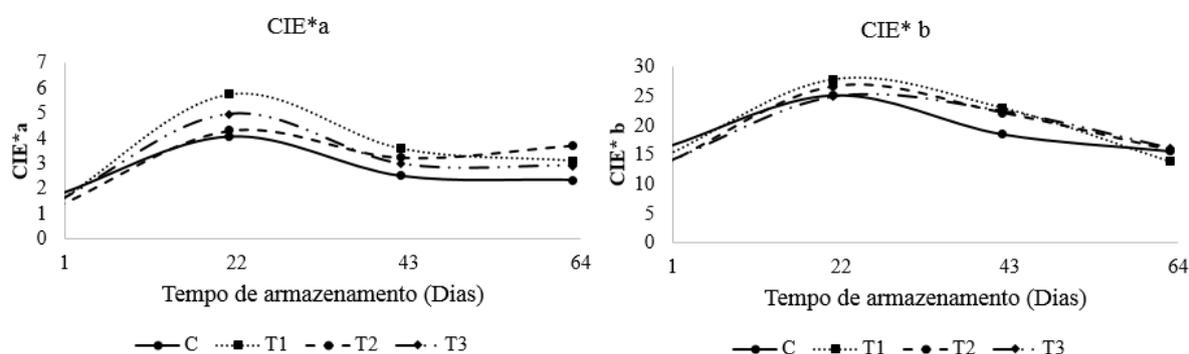


Figura 14: Comportamento da variável cor durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

A Figura 15 ilustra o comportamento dos queijos quanto à luminosidade. Naturalmente, todos os queijos avaliados no tempo 1 exibiram altos índices de luminosidade, mas com o decorrer da maturação, houve decréscimo gradual deste parâmetro.

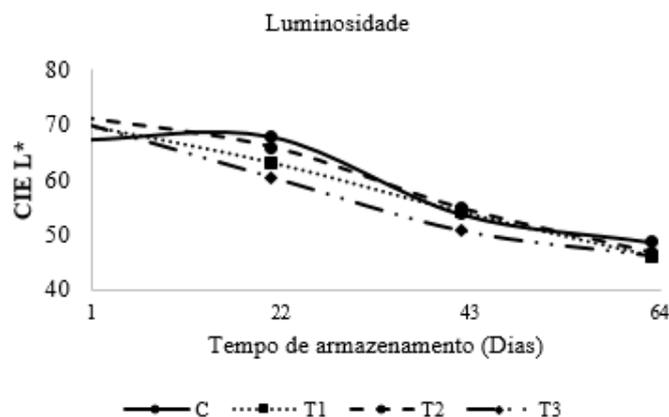


Figura 15: Comportamento da variável luminosidade durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

O comportamento do chroma e do ângulo-hue pode ser observado na Figura 16. O chroma exibiu picos de intensidade aos 22 dias, seguido de um declínio até o fim do período de maturação. Já o ângulo-hue apresentou comportamento linear durante todo o período, exceto pelo ligeiro aumento em T¹ no último quarto de tempo.

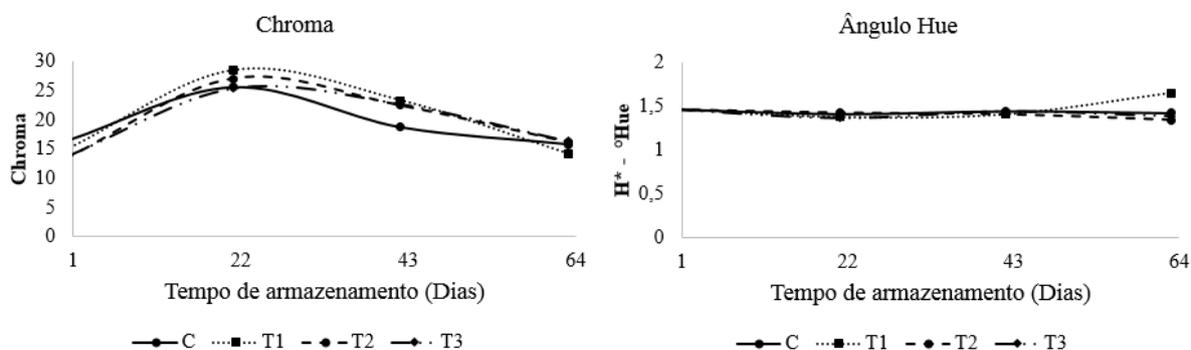


Figura 16: Comportamento das variáveis chroma e ângulo Hue durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

3.8 Índice de extensão e índice de profundidade da proteólise

Na Tabela 10 estão dispostos os índices de extensão e de profundidade da proteólise dos queijos produzidos com coalho líquido comercial à base de quimosina (C) e dos queijos produzidos com diferentes concentrações de *Cynara cardunculus L.*, representados por T¹, T² e T³.

Tabela 10– Índice de extensão e índice de profundidade da proteólise (%) do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus* L. em diferentes estágios de maturação

		1	22	43	64
IEP	C	9.59 ^{bb}	13.76 ^{abB}	18.72 ^{aC}	15.64 ^{aC}
	T ¹	16.36 ^{ba}	25.35 ^{aA}	23.83 ^{aBC}	25.25 ^{aB}
	T ²	17.49 ^{ba}	23.48 ^{aA}	27.92 ^{aAB}	28.82 ^{aAB}
	T ³	15.76 ^{ba}	28.21 ^{aA}	32.01 ^{aA}	32.62 ^{aA}
IPP	C	9.93 ^{aA}	9.43 ^{aB}	13.21 ^{aB}	12.80 ^{aB}
	T ¹	10.65 ^{ba}	13.52 ^{abAB}	17.29 ^{aAB}	17.47 ^{aA}
	T ²	8.40 ^{ca}	15.22 ^{ba}	18.84 ^{abA}	19.87 ^{aA}
	T ³	10.46 ^{ba}	13.84 ^{ba}	19.96 ^{aA}	21.43 ^{aA}

*Letras minúsculas diferentes nas linhas e letras maiúsculas diferentes nas colunas significam que as médias diferem entre si a 5% de probabilidade no teste de Tukey.

Observou-se que o índice de extensão da proteólise (IEP) no tempo 1 diferiu dos demais tempos para todos os tratamentos, exceto do controle (C) aos 22 dias. Não houve influência do tempo, a partir do 22º dia de maturação. Houve diferenças significativas entre o controle e os demais tratamentos nos primeiros 22 dias. Aos 43 dias de maturação, observou-se que (C) não diferiu estatisticamente de T¹, mas apresentou diferenças quando a concentração de *Cynara cardunculus* L. aumentou. Já no 64º dia de maturação, o controle diferiu de T¹, T² e T³ para o IEP. Isto comprova a hipótese de que a utilização do coalho vegetal para a coagulação do leite em detrimento do coalho de origem animal eleva consideravelmente os índices de extensão da proteólise (SOUSA e MALCATA, 1997; ROA et al., 1999). A concentração de C.C.L. não influenciou o IEP durante a maturação.

Sousa e Malcata (2002) desenvolveram estudos sobre a atuação do coalho vegetal de *Cynara cardunculus* L. em queijos produzidos com leite de diferentes espécies. Os queijos produzidos com leite bovino apresentaram IEP de 32,9% aos 68 dias de maturação. Estes resultados condizem com o IEP de 32,2% descrito neste estudo aos 64 para T³. Roa et al. (1999) descreveram índices de extensão da proteólise em queijos espanhóis (La Serena), produzidos com leite de ovelha cru e coagulados com *Cynara cardunculus* L., na ordem de 21,4% (0 dias) e 32,9% (30 dias de maturação). No tempo 0, este resultado é compatível com o (IEP) encontrado aos 64 dias de maturação do queijo Minas Artesanal Canastra, produzido com 0,8g de C.C.L./L de leite. A concentração de *Cynara cardunculus* L utilizada pelos autores supracitados foi 1,6g/L, explicando os altos índices de proteólise relatados no experimento. Delgado et al. (2015), ao estudar as características físico-químicas, proteólise e

textura do queijo espanhol Torta del Casar, também produzido com leite de ovelha e coagulado com *Cynara cardunculus L.*, verificaram IEP de 42,28% aos 60 dias de maturação. A composição química do leite e a especificidade da *Cynara cardunculus L.* em relação à caseína ovina e à concentração de *C.C.L.* aplicada na coagulação do leite podem ter relação direta com a intensa atividade proteolítica (GALÁN et al., 2008; GUERRA, 2008).

O índice de profundidade da proteólise (IPP) não apresentou variações significativas durante a maturação do controle. Notou-se que para T¹ o tempo 1 foi estatisticamente igual ao tempo 22, mas em seguida diferiu dos demais. Para T², observou-se que o tempo 1 foi estatisticamente diferente dos tempos 22, 43 e 64. Já para T³, percebeu-se que não houve diferenças entre os tempos 1 e 22, mas estes diferiram dos tempos 43 e 64, que foram estatisticamente iguais. O IPP não variou quando da utilização dos diferentes coalhos no tempo 1, mas aos 22 dias o controle variou em relação a T² e T³, apesar de não diferir de T¹. Comportamento semelhante pôde ser observado no 43º dia de maturação. Já no 64º dia, esse comportamento não mais ocorreu, sendo que (C) diferiu de todos os outros tratamentos.

Para melhor avaliar o comportamento da proteólise ao longo do período de maturação dos queijos, optou-se por apresentar os resultados médios das coletas realizadas em relação ao tempo, conforme apresentado na Figura 17. O teste de correlação de Pearson mostrou correlação negativa forte (-0,64 e -0,66) entre o teor de umidade e os índices de extensão e profundidade da proteólise, respectivamente. Valores mais elevados de umidade implicaram redução dos produtos da proteólise.

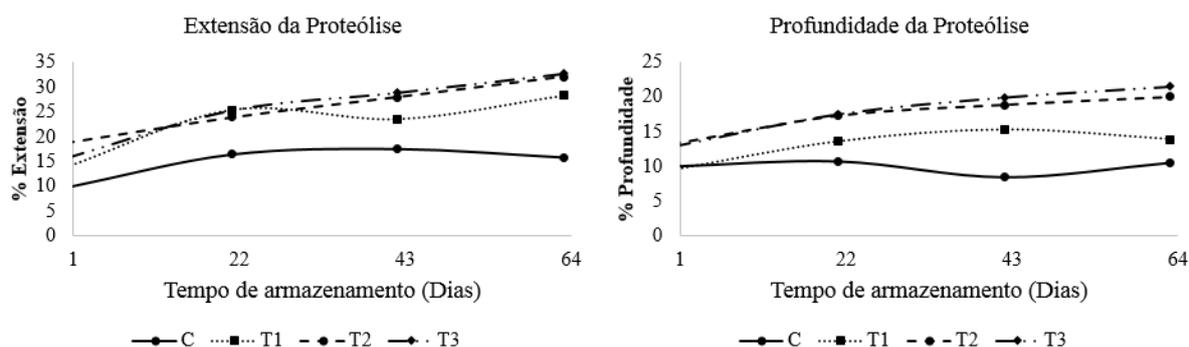


Figura 17: Comportamento da proteólise durante o período de maturação do queijo Minas artesanal Canastra tradicional e do queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*

Notou-se que T² e T³ apresentaram aumento gradativo no IEP durante a maturação. Já para T¹, este índice aumentou até o 22º dia, seguido de um decréscimo e subsequente aumento a partir do 43º dia de maturação. O controle mostrou um IEP mais brando (85% inferior a T¹), aumentando gradativamente até o 22º dia, seguido de queda. Galán et al. (2008), ao aplicar 0,2g e 0,4g de *Cynara cardunculus L.* na fabricação de queijos produzidos

com leite de ovelha cru, encontraram índices de extensão da proteólise em torno de 20% e 40%, respectivamente, aos 30 dias de maturação. Este comportamento não foi observado durante a avaliação dos queijos Minas artesanal Canastra, em que o (IEP) não dobrou quando a concentração de *Cynara cardunculus L.* aumentou em 100%. Isso denota especificidades na atuação do coagulante vegetal em relação ao tipo de leite utilizado na fabricação dos queijos.

Sousa e Malcata (2002) relataram diferenças significativas no índice de proteólise primária de queijos produzidos com *Cynara cardunculus L.* provenientes de leite ovino, caprino e bovino. A proteólise primária foi mais intensa em queijos obtidos com leite de ovelha (11,9%) quando comparada àquela observada em queijos produzidos com leite de cabra (8,28%) e de vaca (6,59%). Entretanto, aos 68 dias de maturação, o percentual de nitrogênio solúvel foi maior para os queijos produzidos com leite caprino (48,7%) em relação aos queijos obtidos com leite ovino (46,4%) e bovino (32,9%).

O'Mahony et al. (2003) relataram ter encontrado índices de extensão da proteólise em miniaturas de queijo tipo Cheddar, produzido com *Cynara cardunculus L.*, da ordem de 8,03%, aos 30 dias de maturação. Estes resultados foram inferiores às médias descritas neste estudo. Possivelmente, a utilização de leite pasteurizado e a maturação em temperatura controlada influenciaram no comportamento da proteólise durante o armazenamento dos queijos (SOUSA e MALCATA, 2002). Silva et al. (2011), ao estudar características físico-químicas do queijo Canastra, maturado por 8 dias, verificaram índices de IEP e IPP da ordem de 9,26% e 12,80%, respectivamente. Estes resultados são compatíveis com os deste estudo durante os primeiros dias de maturação do controle, exceto pelo IPP, 24% menor. A adoção de medidas higiênico-sanitárias ao longo do tempo, além das especificidades observadas na tecnologia de fabricação desses queijos, pode ter colaborado com a redução da microbiota atuante e, conseqüentemente, com a diminuição do IPP verificado neste estudo.

Dores (2007), ao estudar as características físico-químicas e microbiológicas do queijo Minas artesanal Canastra, maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração, encontrou um IEP para os queijos maturados à temperatura ambiente de 12,95% e 14,63%, aos 22 e aos 64 dias de maturação, respectivamente, no período das águas. Este percentual foi ligeiramente inferior ao IEP de 13,76% e 15,64% propostos neste estudo para o controle (C), no mesmo período. A concentração e a quantidade de coagulante aplicado podem explicar esta pequena discrepância. Já os valores do IPP descritos por Dores (2007) para o mesmo período foram de 9,58% e 12,43%. Este índice é condizente com o percentual de profundidade da proteólise (9,43% e 12,80%) observados neste estudo. Isto denota a influência linear do “pingo” (fermento endógeno) nesta variável.

Pôde-se observar que T¹, T² e T³ mostraram maior intensidade no IPP, destoando apenas pelo decréscimo de T¹ após o 43º dia. Entretanto, estatisticamente, a concentração de *Cynara cardunculus L.* não influenciou o IPP durante a maturação. Já o controle foi um (IPP) mais brando, apresentando ligeiro decréscimo e subsequente aumento entre o 43º e 64º. Galán et al. (2008) comprovaram que o aumento na atividade proteolítica da caseína em queijos produzidos com *Cynara cardunculus L.* resultou em aumento do teor de nitrogênio não proteico utilizado como substrato para a atuação de bactérias ácido-lácticas, aumentando, assim, o índice de profundidade da proteólise.

4. CONCLUSÃO

O queijo Minas artesanal Canastra, produzido com *Cynara cardunculus L.*, apresentou índices de extensão e de profundidade da proteólise superiores ao queijo Canastra tradicional, mostrando uma atividade enzimática mais intensa quando da utilização do coagulante vegetal. Os parâmetros de pH, umidade, acidez, cloretos, cinzas, proteína, gordura, gordura no extrato seco e cor não foram influenciados pelo tipo de coagulante, mas variaram ao longo da maturação. Ademais, os queijos obtidos com o coagulante vegetal exibiram uma textura mais macia em comparação ao queijo tradicional. Estes resultados denotam a possibilidade de se produzirem queijos com características sensoriais desejáveis dentro do período mínimo de maturação exigido, aumentando a diversidade de oferta e promovendo a valorização do produto artesanal com certificação de origem.

5. REFERÊNCIAS

APROCAN. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE QUEIJO CANASTRA. **Regulamento de uso.** Estatuto Social da Aprocan. Sistema FAEMG. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa no 68, de 12 de dezembro de 2006. Oficializa os métodos analíticos oficiais físico-químicos, para controle de leite e produtos lácteos, em conformidade com o anexo desta Instrução Normativa, determinando que sejam utilizados nos laboratórios nacionais agropecuários.** Diário Oficial da União. Brasília, 14 dez. 2006. Seção 1, p.8.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Secretaria Nacional de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos.** Diário Oficial União. Brasília, mar. 1996.

CHIESA, M. O.; CAMISA, J.; VIEIRA, A.T.B.; SIVIERI, K; VIANNA, P.C.B; RENSIS, C.M.V.B. **Avaliação da composição química, proteólise e propriedades funcionais do queijo muçarela comercial com teor reduzido de gordura.** Revista do Instituto de Laticínios “Candido Tostes”, Juiz de Fora, v. 326, n. 57, 28-33 p., 2011.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema.** trad. Adriano Brandelli et al. ed. 4. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DELGADO, F. J.; RODRÍGUEZ-PINILLA, J.; MÁRQUEZ, G.; ROA, I.; RAMÍREZ, R. **Physicochemical, proteolysis and texture changes during the storage of a mature soft treated by high-pressure hydrostatic.** Euro Food Res Technology. n 240, 1167-1176 p. 2015.

DORES, M. T. **Queijo Minas Artesanal da Canastra maturado à temperatura ambiente e sob refrigeração.** 2007. 91 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DE MINAS GERAIS - EMATER. **Caracterização da Microrregião da Canastra como produtora de queijo Minas artesanal.** São Roque de Minas, 2004.

FURTADO, M. M. **A arte e a ciência do queijo.** São Paulo, SP : Globo, 1991.

FURTADO, Lúcio M. **Principais problemas dos queijos: causas e prevenção.** São Paulo: Fontes, 2005.

GALÁN, E.; PRADOS, F.; PINO, A.; TEJADA, L.; FERNÁNDEZ-SALGUERO, J. **Influence of different amounts of vegetable coagulant from cardoon *Cynara cardunculus* and calf rennet on the proteolysis and sensory characteristics of cheeses made with sheep milk.** International Dairy Journal. n.18, 93–98 p., 2008.

GUERRA, I. C. D.; OLIVEIRA, C. E. V. de; MAIA, J. M.; LIMA, F. de A.; QUEIROGA, R. de C. R. do E.; OLIVEIRA, M. E. G. de; BARBOSA, J. G.; FERNANDES, M. F.; SOUZA,

E. D. de; FILHO, E. C. P.; NETO, S. G. **Análise comparativa da composição centesimal de leite bovino, caprino e ovino.** In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA, 10, 2008, João Pessoa. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/iniciacao/documentos/anais/6.SAUDE/6CCSDNMT10.pdf>; Acesso em outubro de 2016.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia** – Estação Climatológica Principal de Bambuí/MG, 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUÁRIA. **Portaria nº 1.305, de 30 de abril de 2013. Estabelece diretrizes para a produção de queijo Minas artesanal.** Belo Horizonte, 2013.

MINOLTA. **Precise Color Communication.** KONICA MINOLTA. 2016. Disponível em: <http://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/part5/index.html>> Acesso em 27 de outubro de 2016.

OLIVEIRA, D. F. de; PORTO, M. A. C.; BRAVO, C. E. C; TONIAL, I. B. **Caracterização físico-química de queijos Minas artesanal produzidos em diferentes microrregiões de Minas Gerais.** Revista Brasileira de Economia Doméstica. Viçosa, v. 24, n. 2, 185-196 p., 2013.

O'MAHONY, James A.; SOUSA, Maria J.; MCSWEENEY, Paul L. H. **Proteolysis in miniature Cheddar-type cheeses made using blends of chymosin and *Cynara cardunculus* proteinases as coagulant.** International Journal of Dairy Technology. v. 56, n. 1, 52-58 p., 2003.

PERRY, Katia S. P. **Queijos: aspectos Químicos, Bioquímicos e Microbiológicos.** Química Nova. v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

RESENDE, Maria F. S. de. **Queijo Minas artesanal da Serra da Canastra: Influência da altitude e do nível de cadastramento das queijarias nas características físico-químicas e microbiológicas.** 2010. 72 p. Tese (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

ROA, I.; LÓPEZ, M. B.; MENDIOLA, F. J. **Residual clotting activity and ripening properties of vegetable rennet from *Cynara cardunculus* in La Serena cheese.** Food Research International n. 32, 413-419 p., 1999.

SIDRACH, L.; GARCIA-CÁNOVAS, F.; TUDELA, J. RODRIGUÉZ-LOPES, J. N. **Purification of cynarases from artichoke (*Cynara scolymus L.*): enzymatic properties of Cynarase A.** Phytochemistry. n.66. 41-49 p., 2004.

SILVA, Jonas G. **Características físicas, físico-químicas e sensoriais do queijo Minas artesanal da Canastra.** 2007. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SILVA, Jonas G. **Características físico-químicas do queijo Minas artesanal da Canastra.** Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”. v. 66. n.380. 16-22 p., 2011.

SOUSA, M. J.; MALCATA, F. X. **Comparison of plant and animal rennets in terms of microbiological, chemical and proteolysis characteristics of ovine cheese.** Journal of Agricultural Food Chemistry. n. 45, 74-81 p. 1997.

SOUSA, M. J.; MALCATA, F. X. **Advances in the role of a plant coagulant (*Cynara cardunculus*) in vitro and during ripening of cheeses from several milk species.** Lait. n. 82. 151-170 p. 2002.

TOFALO, R.; SCHIRONE, M.; FASOLI, G.; PERTUINI, G.; PATRIGNANI, F.; MANETTA, A. C.; LANCIOTTI, R.; CORSETTI, A.; MARTINO, G.; SUZZI, G. **Influence of pig rennet on proteolysis, organic acids content and microbiota of Pecorino de Farindola, a traditional Italian ewe's raw milk cheese.** Food Chemistry. v. 175. p. 121-127, 2015.

APÊNDICE

Apêndice 1 - CORRELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS NOS QUEIJOS

Tabela de correlação – pH			
Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Acidez	Negativa	Moderada	- 0,40
Proteína	Negativa	Moderada	-0,47
Gordura	Negativa	Moderada	- 0,44
Coesividade	Positiva	Moderada	0,41
*L	Positiva	Moderada	0,40
°H	Positiva	Moderada	0,47

Tabela de correlação - Acidez			
Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Umidade	Negativa	Forte	- 0,81
Cinzas	Positiva	Forte	0,73
Proteína	Positiva	Moderada	0,66
Gordura	Positiva	Forte	0,78
Cloretos	Positiva	Moderada	0,66
EST	Positiva	Forte	0,81
ESD	Positiva	Forte	0,73
Adesividade	Negativa	Moderada	-0,65
Coesividade	Negativa	Forte	-0,83
Mastigabilidade	Negativa	Forte	-0,80
*L	Negativa	Forte	-0,73
*a	Positiva	Moderada	0,41
IEP	Positiva	Moderada	0,66
IPP	Positiva	Forte	0,73
°H	Negativa	Moderada	-0,48

Tabela de correlação - Cinzas			
Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Proteína	Positiva	Forte	0,92
Gordura	Positiva	Forte	0,79
Cloretos	Positiva	Forte	0,73
EST	Positiva	Forte	0,76
ESD	Positiva	Moderada	0,65
Adesividade	Negativa	Moderada	-0,64
Coesividade	Negativa	Forte	-0,77
Mastigabilidade	Negativa	Moderada	-0,66
*L	Negativa	Forte	-,91
IEP	Positiva	Moderada	0,49
IPP	Positiva	Moderada	0,65

°H	Negativa	Moderada	-0,51
----	----------	----------	-------

Tabela de correlação - Gordura

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Cloretos	Positiva	Forte	0,70
EST	Positiva	Forte	0,85
ESD	Positiva	Moderada	0,68
Adesividade	Negativa	Forte	-0,73
Coesividade	Negativa	Forte	-0,89
Mastigabilidade	Negativa	Forte	-0,81
*L	Negativa	Forte	-0,75
*a	Positiva	Moderada	0,46
IPP	Positiva	Moderada	0,54
°H	Negativa	Moderada	-0,55

Tabela de correlação - Proteína

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Gordura	Positiva	Forte	0,75
Cloretos	Positiva	Moderada	0,68
EST	Positiva	Moderada	0,66
ESD	Positiva	Moderada	0,55
Firmeza	Negativa	Moderada	-0,59
Coesividade	Negativa	Forte	-0,73
Mastigabilidade	Negativa	Moderada	-0,58
*L	Negativa	Forte	-0,93
IEP	Positiva	Moderada	0,49
IPP	Positiva	Moderada	0,64
°H	Negativa	Moderada	-0,64

Tabela de correlação – Firmeza

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Fraturabilidade	Positiva	Forte	0,99
*b	Negativa	Moderada	-0,46
IEP	Negativa	Moderada	-0,43
Chroma	Negativa	Moderada	-0,46

Tabela de correlação - Cloretos

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
EST	Positiva	Forte	0,74
ESD	Positiva	Moderada	0,68
Adesividade	Negativa	Forte	-0,71
Coesividade	Negativa	Forte	-0,77
Mastigabilidade	Negativa	Moderada	-0,62
*L	Negativa	Moderada	-0,63
*a	Positiva	Moderada	0,47

IPP	Positiva	Moderada	0,51
°H	Negativa	Moderada	-0,52

Tabela de correlação - EST

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
ESD	Positiva	Forte	0,96
Adesividade	Negativa	Forte	-0,86
Coesividade	Negativa	Forte	-0,95
Mastigabilidade	Negativa	Forte	-0,89
*L	Negativa	Forte	-0,70
*a	Positiva	Moderada	0,64
*b	Positiva	Moderada	0,55
IEP	Positiva	Moderada	0,65
IPP	Positiva	Moderada	0,66
°H	Negativa	Moderada	-0,54
Chroma	Positiva	Moderada	0,56

Tabela de correlação – Gordura no extrato seco

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Adesividade	Negativa	Forte	-0,83
Coesividade	Negativa	Forte	-0,88
Mastigabilidade	Negativa	Forte	-0,83
*L	Negativa	Moderada	-0,60
*a	Positiva	Moderada	0,66
*b	Positiva	Moderada	0,61
IEP	Positiva	Forte	0,71
IPP	Positiva	Moderada	0,65
°H	Negativa	Moderada	-0,44
Chroma	Positiva	Moderada	0,61

Tabela de correlação - Umidade

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Cinzas	Negativa	Forte	-0,76
Proteína	Negativa	Moderada	-0,66
Adesividade	Positiva	Forte	0,86
Coesividade	Positiva	Forte	0,96
Mastigabilidade	Positiva	Forte	0,89
*L	Positiva	Forte	0,70
Gordura	Negativa	Forte	-0,85
Cloretos	Negativa	Forte	-0,74
EST	Negativa	Forte	-1
ESD	Negativa	Forte	-0,96
*a	Negativa	Moderada	-0,64
*b	Negativa	Moderada	-0,55
IEP	Negativa	Moderada	-0,64
IPP	Negativa	Moderada	-0,66

°H	Positiva	Moderada	0,54
Chroma	Negativa	Moderada	0,55

Tabela de correlação - Adesividade

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Coesividade	Positiva	Forte	0,82
Mastigabilidade	Positiva	Forte	0,71
*L	Positiva	Moderada	0,57
*a	Negativa	Moderada	-0,66
*b	Negativa	Moderada	-0,53
IEP	Negativa	Moderada	-0,46
IPP	Negativa	Moderada	-0,52
°H	Positiva	Moderada	0,58
Chroma	Negativa	Moderada	-0,54

Tabela de correlação - Fraturabilidade

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
*b	Negativa	Moderada	-0,45
IEP	Negativa	Moderada	-0,44
Chroma	Negativa	Moderada	-0,44

Tabela de correlação - Coesividade

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Mastigabilidade	Positiva	Forte	0,89
*L	Positiva	Forte	0,73
*a	Negativa	Moderada	-0,67
*b	Negativa	Moderada	-0,48
IEP	Negativa	Moderada	-0,62
IPP	Negativa	Moderada	-0,65
°H	Positiva	Moderada	0,64
Chroma	Negativa	Moderada	-0,49

Tabela de correlação - Mastigabilidade

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
*L	Positiva	Moderada	0,66
*a	Negativa	Moderada	-0,62
*b	Negativa	Moderada	-0,51
IEP	Negativa	Moderada	-0,64
IPP	Negativa	Moderada	-0,66
°H	Positiva	Moderada	0,52
Chroma	Negativa	Moderada	-0,52

Tabela de correlação - CIE*b

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
Chroma	Positiva	Forte	1

Tabela de correlação – CIE*a

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
*b	Positiva	Forte	0,80
IEP	Positiva	Moderada	0,46
Chroma	Positiva	Forte	0,82
°H	Negativa	Forte	-0,71

Tabela de correlação - *L

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
IEP	Negativa	Moderada	-0,58
IPP	Negativa	Forte	-0,75
°H	Positiva	Moderada	0,57

Tabela de correlação - IEP

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
IPP	Negativa	Forte	0,84
°H	Negativa	Moderada	-0,50

Tabela de correlação - IPP

Variável	Tipo	Força	Valor da correlação
°H	Negativa	Moderada	-0,51