



KIARA PINTO BOARI

**MICROORGANISMOS ASSOCIADOS A MICROBIOTA
TERROIR EM QUEIJO MINAS ARTESANAL**

**LAVRAS - MG
2023**

KIARA PINTO BOARI

**MICROORGANISMOS ASSOCIADOS A MICROBIOTA *TERROIR* EM QUEIJO
MINAS ARTESANAL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luís Roberto Batista
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da
Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Boari, Kiara Pinto.

Microrganismos associados a microbiota *terroir* em queijos
artesanais no estado de Minas Gerais / Kiara Pinto Boari. - 2023.

41 p.: il.

Orientador(a): Luís Roberto Batista.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. microbioma. 2. minas gerais. 3. queijo artesanal. I. Batista,
Luís Roberto. II. Título.

KIARA PINTO BOARI

**MICROORGANISMOS ASSOCIADOS A MICROBIOTA *TERROIR* EM QUEIJO
MINAS ARTESANAL**

**MICRO-ORGANISMS ASSOCIATED WITH TERROIR MICROBIOTA IN
ARTISAN MINAS CHEESE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Aprovado em 16 de março de 2023.

Dr. Luís Roberto Batista

Dra. Sandra Maria Pinto

Ma. Maria Luiza Bianchetti Furtado

Prof. Dr. Luís Roberto Batista
Orientador

**LAVRAS – MG
2023**

*Ao meu pai, Pablo, que nunca mediu esforços para
que fosse possível eu chegar até aqui.*

Com muita gratidão,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Deus, por ter permitido que eu tivesse saúde e persistência para não desanimar durante todos esses anos de estudos.

Aos meus pais, Gizely e Pablo, que me incentivaram e me deram todo o suporte necessário. Também sou grata pelo amor e carinho incondicionais. Amo vocês!

Aos meus avós, Maria Auxiliadora e José Avimar, pelo apoio, paciência e carinho, que fizeram toda a diferença nessa trajetória.

À minha avó, Maria José, e minha tia, Staell, pelo suporte e incentivo. Aos meus primos, Leonardo e Melissa, agradeço pelo carinho e por serem o mais próximo que tenho de irmãos. E à toda minha família que de alguma forma contribuiu com esta conquista.

Ao meu namorado, Osvaldo, que não mede esforços para me ver feliz, pelo carinho imenso, dedicação, e todo o apoio e confiança em mim.

Às minhas amigas, Sarah, Isadora e Helena, por terem me acolhido em sua casa e amparado quando precisei.

À Bruna, minha última companheira de lar, um presente que ganhei de Lavras, pela alegria contagiante, apoio e companhia.

A todos os meus amigos e colegas da faculdade, em especial à Alice, Ana Júlia, Camila e Maria Eduarda, pelos aprendizados, convivência e companheirismo.

Aos meus colegas de trabalho da Prefeitura Municipal de Carrancas, em especial à Márcia, Breno e Madalena, pela compreensão, suporte e incentivo.

Agradeço ao meu orientador, Luís Roberto, pela orientação, paciência, dedicação e por todos os ensinamentos.

A todos os professores, em especial aos do Departamento de Ciência dos Alimentos, por todo conhecimento transmitido.

E, por fim, agradeço à Universidade Federal de Lavras, por todas as oportunidades e aprendizado, e por ter me proporcionado tantos momentos bons e sentimentos distintos durante todos esses anos.

A todos que torceram por mim e me apoiaram.

Muito obrigada!

RESUMO

Recentemente os queijos artesanais, elaborados a partir de leite cru, tiveram sua produção e comercialização autorizadas a nível nacional. Na última etapa da elaboração desses queijos, a maturação, é estabelecida as características sensoriais típicas do produto, devido a presença de microrganismos e possíveis interações com leveduras. Acredita-se ser provável que a microbiota *terroir* seja um fator determinante em queijos produzidos com leite cru, a partir de microrganismos endógenos. Um dos grandes desafios atuais é obter uma visão clara da influência da microbiota nas características físico-químicas e sensoriais destes queijos, e por isso, o objetivo desta revisão bibliográfica é buscar na literatura o papel das leveduras associados a microbiota *terroir* em queijos artesanais no Estado de Minas Gerais. Para tal propósito, foi realizada uma busca de artigos publicados a partir de 2005, nas bases de dados Google Acadêmico, Science Direct e Periódicos Capes. Então, iniciou-se a pesquisa apresentando o histórico e a produção de queijos no Brasil, para então listar os microrganismos envolvidos no processo de maturação de Queijos Minas Artesanais (QMA). Em seguida, foi explorada a microbiota *terroir* já identificada em queijos artesanais. Por fim, concluiu-se que além das espécies foco deste estudo outras foram identificadas em QMA, porém o papel das leveduras ainda não foi plenamente investigado, assim como a influência dos compostos produzidos por elas na qualidade sensorial.

Palavras-chave: microbioma. Minas Gerais. Queijo Artesanal. *Terroir*.

ABSTRACT

Recently, artisanal cheeses, made from raw milk, had their production and commercialization authorized nationwide. In the last stage of the elaboration of these cheeses, maturation, the typical sensorial characteristics of the product are established, due to the presence of microorganisms and possible interactions with yeasts. It is believed to be likely that the *terroir* microbiota is a determining factor in cheeses produced with raw milk, from endogenous (native) microorganisms. One of the great current challenges is to obtain a clear view of the influence of the microbiota on the physicochemical and sensory characteristics of these cheeses, and therefore, the objective of this bibliographical review is to search in the literature the role of yeasts associated with the *terroir* microbiota in artisanal cheeses in the State of Minas Gerais. For this purpose, a search was carried out for articles published from 2005 onwards, in the Google Scholar, Science Direct and Periodicos Capes databases. So, the research began by presenting the history and production of cheeses in Brazil, and then listing the microorganisms involved in the maturation process of Minas Artisanais Cheeses (QMA). Then, the *terroir* microbiota already identified in artisanal cheeses was explored. Finally, it was concluded that in addition to the focus species of this study, others were identified in QMA, however the role of yeasts has not yet been fully investigated, as well as the influence of the compounds produced by them on sensory quality.

Keywords: microbiome. Minas Gerais. Artisan Cheese. *Terroir*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas realizadas para elaboração desta revisão de literatura.....	16
Figura 2 - Exemplos de queijos artesanais comercializados no Brasil.....	17
Figura 3 – Mapa do Queijo Minas Artesanal.....	18
Figura 4 – Processo de fabricação do QMA.....	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Artigos que estudaram os microrganismos de QMA.....	24
--	----

LISTA DE SIGLAS

MAPA - Ministério da Agricultura e da Pecuária

QMA - Queijo Minas Artesanal

BAL - Bactérias Ácido Láticas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS.....	15
	2.1 Objetivo Geral	15
	2.2 Objetivo Específico	15
3.	METODOLOGIA.....	16
4.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
	4.1 Histórico e produção de queijos no Brasil.....	16
	4.2 Microrganismos envolvidos no processo de maturação dos Queijos Minas Artesanais	21
	4.3 Microbiota <i>terroir</i> em Queijos Artesanais.....	23
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

Em 2019, a quantidade de queijos produzidos em todo o mundo atingiu 26 milhões de toneladas (ABIQ, 2021). O Brasil é um dos maiores produtores de queijo do mundo, com a produção de cerca de 1,2 milhões de toneladas por ano, enquanto nos Estados Unidos, o maior produtor, esse número chega a 5,3 milhões anual. Apesar da forte presença industrial, quem ganha cada vez mais terreno são os queijos artesanais, que recentemente tiveram a produção e comercialização autorizadas a nível nacional e seguem em processo de regulamentação. Segundo o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (MENESES, 2006), o início da produção de queijos artesanais no Brasil remonta ao século XVIII, quando da vinda dos portugueses em busca das riquezas da região das Minas Gerais.

O estado de Minas Gerais é hoje o maior produtor do Brasil, com cerca de 25% da produção nacional (ABRAS, 2019). Dez microrregiões já são reconhecidas oficialmente como produtoras de Queijo Minas Artesanal (QMA): Araxá, Campos das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Serra do Salitre, Serro, Triângulo Mineiro, Serras da Ibitipoca e Entre Serras da Piedade ao Caraça. Segundo a Lei nº 13.860/2019 do Ministério da Agricultura e da Pecuária (MAPA), considera-se queijo artesanal aquele elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias e de fabricação.

Na fabricação de queijos, a maturação é a etapa final e crucial para o estabelecimento das características sensoriais típicas do produto. Nesse processo, a presença e ação de microrganismos envolve transformações bioquímicas associados à produção de certas substâncias que impulsionam o processo de maturação, desenvolvendo as características sensoriais que irão determinar o sabor e a qualidade do queijo (BEMFEITO, 2016; BONY, 2015; HARBUTT, 2010). O fato de o QMA ser produzido e maturado artesanalmente, sem condições controladas, o torna sujeito a contaminação por microrganismos presentes no ambiente e na matéria-prima, característicos de seu *terroir* (SANTOS, 2010). *Terroir* é uma palavra de origem francesa, relacionada ao território e ao ambiente particular de uma região o que irá expressar a qualidade, tipicidade e identidade de um produto (TONIETTO, 2007). A microbiota *terroir* pode agir de forma a contribuir com sabor agradável do queijo. Contudo, existe a possibilidade de contaminação por representantes toxigênicos ou ainda patogênicos (SANTOS, 2010).

As leveduras possuem tolerância a baixos pH, reduzida atividade de água e altas concentrações de sal, bem como a capacidade de crescer em baixas temperaturas de armazenamento que caracterizam o ambiente de maturação (FERREIRA; VILJOEN, 2003). O consumo de lactato, a formação de metabólitos alcalinos, a fermentação da lactose, a lipólise, a proteólise e a formação de compostos aromáticos são algumas das atividades das leveduras importantes para as características típicas de algumas variedades de queijo (GARDINI *et al.*, 2006). Pelas razões explicadas acima e por causa de suas interações positivas com starters de bactérias lácticas, as leveduras também são consideradas como potenciais culturas adjuntas de queijo (DE FREITAS *et al.*, 2008). Investigações da composição de leveduras em queijos revelam uma grande diversidade de espécies pertencentes a *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Candida catenulata*, *Yarrowia lipolytica* e *Torulaspota delbrueckii*.

De Freitas *et al.* (2008) relataram que populações de leveduras de *Kluyveromyces lactis* em cerca de 5 log cfu/g aumentam a formação de compostos de aroma voláteis em queijos. Em nível semelhante, a *Yarrowia lipolytica* modificou o perfil de sabor e contribuiu para a qualidade do queijo Tetilla (CENTENO *et al.*, 2017). Da mesma forma, o uso da cultura adjunta *Geotrichum candidum* durante a fabricação de queijos pasteurizados de pasta mole e semidura resultou em sabor e aroma mais próximos aos obtidos de queijos de leite cru (BOUTROU; GUÉGUEN, 2005). Um dos grandes desafios atuais é obter uma visão clara do perfil microbiológico presente durante a produção e maturação do QMA, e sua influência nas características físico-químicas e sensoriais destes queijos. E ainda compreender a relação das mudanças que esses grupos microbianos sofrem, em decorrência de variações sazonais, e consequentemente alteração na composição do QMA (BONY, 2015; FIGUEIREDO, 2014; SOBRAL *et al.*, 2017). Por isso, o objetivo desta revisão bibliográfica é levantar o papel e as alterações, benéficas ou não, que as leveduras *Candida catenulata*, *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Yarrowia lipolytica* e *Torulaspota delbrueckii* causam nos queijos artesanais produzidos no estado de Minas Gerais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre o papel dos microrganismos associados a microbiota *terroir* em queijo minas artesanal no estado de Minas Gerais.

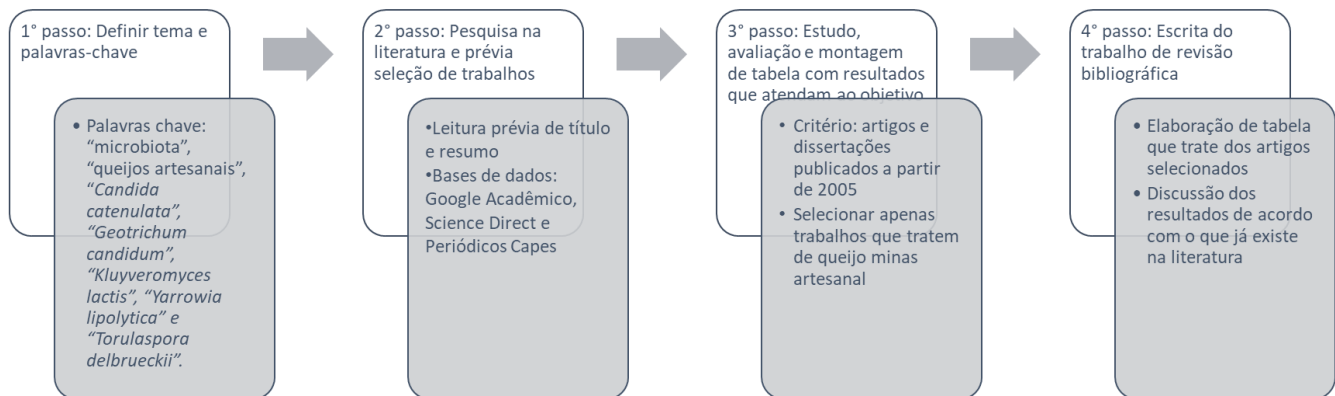
2.2 Objetivo Específico

- i. Identificar estudos que tenham investigado o efeito das leveduras *Candida catenulata*, *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Yarrowia lipolytica* e *Torulaspota delbrueckii* nos queijos artesanais produzidos em Minas Gerais;
- ii. Buscar na literatura se o papel desempenhado pelas leveduras é benéfico ou não para as características sensoriais do queijo minas artesanal de Minas Gerais;
- iii. Elucidar quais as alterações bioquímicas que decorrem da sua presença dessas leveduras.

3. METODOLOGIA

O presente estudo é uma revisão de literatura efetuada no período de agosto a novembro de 2022. O mesmo foi desenvolvido com apoio de pesquisas feitas nas bases de dados Google Acadêmico, Science Direct e Periódicos Capes, com filtro para artigos científicos e dissertações publicados a partir de 2005 até o ano de 2022. A busca em bancos de dados foi realizada utilizando as palavras-chave (em português e inglês), combinadas: “microbiota”, “queijos artesanais”, “*Candida catenulata*”, “*Geotrichum candidum*”, “*Kluyveromyces lactis*”, “*Yarrowia lipolytica*” e “*Torulaspota delbrueckii*”. As etapas seguidas para realização do estudo estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Etapas realizadas para elaboração desta revisão de literatura



4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Histórico e produção de queijos no Brasil

Durante o período colonial, o queijo era importado da metrópole e recebia o nome de flamengo. Acredita-se que o queijo passou a ser produzido no Brasil com a vinda da família real portuguesa, em 1808. A denominação inicial era como Queijo do Reino, de massa prensada, semiduro e sabor suave. Além de ser apreciado pelo sabor, também possui nutrientes, como proteínas, gordura, cálcio, fósforo e vitaminas, sendo um produto relativamente durável, diferentemente do seu precursor, o leite, que é altamente perecível (CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA, 2019).

Particularmente, em relação ao queijo Minas artesanal (QMA), sua história remonta à chegada dos portugueses a Minas Gerais, no século XVIII, logo após a descoberta do ouro. Como os homens precisavam de um alimento que apresentasse período de conservação maior

que aquele do leite, pelos longos trajetos percorridos, garimpeiros locais tentaram elaborar um alimento que se adequasse às suas necessidades: queijo feito com leite cru. Atualmente, mais de 35 tipos de queijos artesanais são produzidos em todo o Brasil de acordo com as vocações regionais (EMBRAPA, 2021). Alguns tipos de queijos artesanais comercializados no Brasil são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Exemplos de queijos artesanais comercializados no Brasil

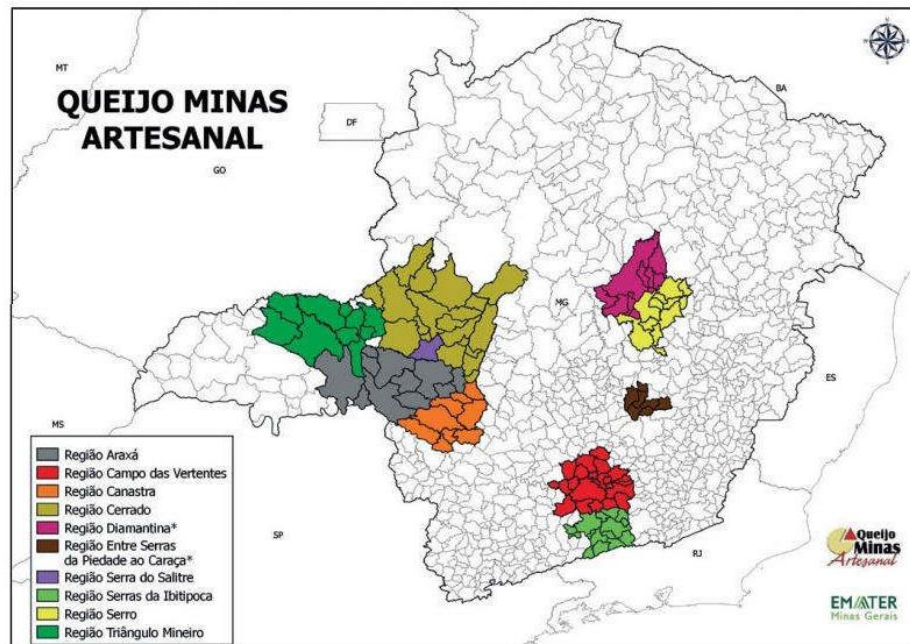


Fonte: Estadão (2023)

A valorização dos queijos artesanais tem relação com os aspectos gastronômico, econômico, social e cultural. Em janeiro de 2002, foi promulgada a Lei nº 14.1855 que dispõe sobre o processo de produção do QMA (MINAS GERAIS, 2002). O QMA é produzido a partir de leite de vaca cru, ordenhado na mesma propriedade onde fica a queijaria. A iguaria se destaca por ser um dos representantes mais típicos da história mineira, com seu modo de preparo sendo passado entre gerações. O modo artesanal da fabricação foi registrado como patrimônio cultural imaterial brasileiro pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN, 2008).

A Lei Estadual nº 22.506 instituiu em 2017, o Dia dos Queijos Artesanais de Minas Gerais como um ato de reconhecimento da importância desses tipos de queijos e também uma homenagem a um dos produtos agropecuários mais apreciados e respeitados em Minas e outros estados do país (MINAS GERAIS, 2017). No caso do QMA, em Minas Gerais, são reconhecidas oficialmente dez microrregiões que envolvem produtores de 145 municípios mineiros, os quais buscam assegurar as mesmas características para o produto de sua região. Ao total, são dez microrregiões (Figura 3) reconhecidas atualmente no estado de Minas Gerais, dentre elas: Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serras da Ibitipoca, Serro e Triângulo Mineiro, Diamantina e Entre Serras da Piedade ao Caraça (AGENCIA DE MINAS, 2023).

Figura 3 – Mapa do Queijo Minas Artesanal



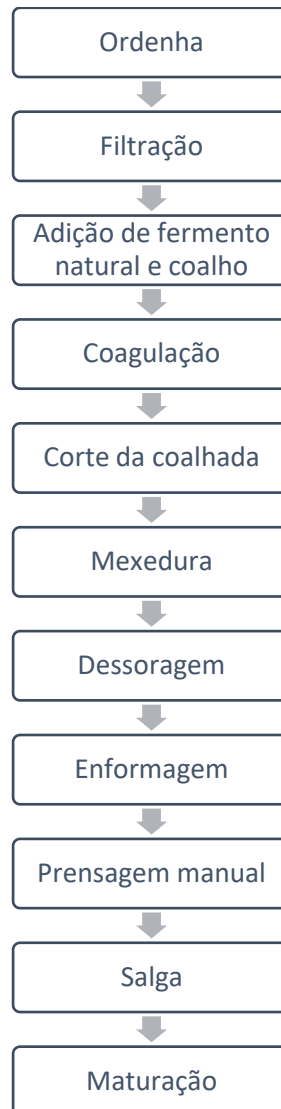
* Regiões caracterizadas após o início do levantamento de informações para este catálogo.

Fonte: Emater (2023)

Os tipos mais recorrentes de QMA comercializados no estado mineiro são: Queijo Artesanal Serra Geral, Queijo Artesanal de Alagoa, Queijo Minas Artesanal do Serro, Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra, Queijo Artesanal do Vale do Suaçuí, Queijo Artesanal Mantiqueira de Minas (EMBRAPA, 2021). É interessante notar que a comercialização interestadual dos queijos “produzidos de forma artesanal” foi permitida somente a partir de 2018 com a Lei nº 13.680 do Selo Arte, desde que submetidos à fiscalização de órgãos de saúde pública dos Estados e do Distrito Federal e identificados, em todo território nacional, por selo único com indicação ARTE (BRASIL, 2018).

Apesar dos queijos fabricados nas microrregiões mineiras terem aparência e sabor específicos, em todos os locais usa-se o leite cru e a adição de pingo, um fermento lácteo natural recolhido a partir do soro que drena do próprio queijo, maneira pela qual se transfere para o produto as características de solo, clima e vegetação da região (*terroir*). Pode-se observar na Figura 4, o processo de produção dos QMA de acordo com a portaria nº 1.969/2020 do IMA, sendo que cada processo pode variar entre as regiões produtoras e até mesmo entre produtores de uma mesma região (MINAS GERAIS, 2020).

Figura 4 – Processo de fabricação do QMA



Fonte: Autora (2022)

Todo o processo produtivo deve ser iniciado com leite que não tenha sofrido tratamento térmico em uma queijaria anexa à sala de ordenha em até 90 (noventa) minutos após o começo da ordenha, a qual pode ser manual ou mecânica. A filtração do leite ordenhado é realizada em filtros de fibra sintética (PINEDA *et al.*, 2020). O “pingo”, ou cultura endógena é obtido a partir do soro do queijo que é produzido no dia anterior, a partir da expulsão do soro no queijo após ser colocado na forma. O coalho, ou coagulante, natural, feito de estômago seco e salgado de bezerro, ou industrial (pó ou líquido), possui duas enzimas (pepsina e renina) que proporcionam a coagulação do leite e a formação de uma massa. Essa etapa é chamada coagulação e acontece em até 40 minutos (MONTEIRO; MATTA, 2018).

Após a coagulação, é realizado o corte da massa obtida para separação do soro e a coalhada é cortada obtendo-se grãos de tamanhos característicos de cada região. Para auxiliar

na separação do soro é realizada a mexedura de forma lenta e por poucos minutos. Na dessoragem, o excesso de soro é retirado. Após essa etapa é realizada a enformagem, inicialmente colocando a massa em moldes, formas de plástico redondas, higienizadas para o queijo adquirir a sua forma característica. A prensagem tem como objetivo retirar o excesso de soro dos grãos, pela aproximação deixando o produto mais compacto e liso. A prensagem é realizada manualmente usando luvas plásticas, descartáveis estéreis ou as próprias tampas das formas. Salga-se ambos os lados do queijo com sal marinho grosso destinado ao consumo humano. Posteriormente, é recolhido o “pingo”, num volume mínimo de 4 litros por 100 litros de leite. Após a etapa de prensagem e salga, o queijo é retirado da forma para maturar (MONTEIRO; MATTA, 2018). Maturação é a última etapa da produção do queijo e objetiva desenvolver características sensoriais como sabor, textura, cor, aparência, desidratar e estabilizar o produto para adquirir consistência desejada. Existe ainda a etapa de acabamento, também chamada de grosagem ou “rala”, para dar acabamento estético para remoção de imperfeições e favorecer sua comercialização. Essa etapa não é obrigatória e cada região pode fazer de maneiras diferentes, inclusive, é permitido que a rala substitua a adição do pingo no preparo (VALE; RODRIGUES; MARTINS, 2018).

A etapa de maturação tem ganhado destaque e cada vez mais importância na agregação de valor e diferenciação dos queijos artesanais brasileiros. A Portaria do IMA (2020) definiu o período de maturação do queijo Minas Artesanal como mínimo de 14 (quatorze) dias para a microrregião de Araxá, mínimo de 17 (dezessete) dias para a microrregião do Serro, e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de QMA, o período mínimo de maturação será de 22 (vinte e dois) dias ou pelo maior período especificado em estudos científicos.

Todas as etapas devem ser realizadas seguindo critérios rigorosos de higiene para excluir toda a possibilidade de contaminação, deterioração e proliferação de microrganismos patogênicos, obtendo alimentos que não oferecem risco à saúde dos consumidores. Ao final do processo de fabricação, todos os utensílios devem ser higienizados adequadamente com solução detergente seguindo-se de higienização com solução desinfetante. Recomenda-se colocar os utensílios e expor os equipamentos a solução de hipoclorito de sódio com 100 a 200 mg/L de cloro livre por trinta minutos. Todos os registros de controle relacionados à produção deverão ser mantidos por um período mínimo estipulado pelo IMA (EMATER, 2009; CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA, 2019). Os padrões físico-químicos e microbiológicos dos QMA estão indicados na Portaria nº 2.033, de 23 de janeiro de 2021 (MINAS GERAIS, 2021).

Portanto, é importante conhecer o processo de produção em detalhes, bem como verificar as técnicas permitidas pela legislação vigente em cada local de produção. A produção tradicional de queijos também tem forte relação com a cultura de cada região e com o “saber-fazer” passado de uma geração para a outra, além de ser influenciada pelas características do ambiente, o *terroir*, que dá uma marca de exclusividade para cada origem produtora. Nos últimos anos, observam-se muitas inovações nesse setor, com produção de queijos variados, com fungos, leites diversos e com variações no processo e tempo de maturação. Como exemplo, o queijo minas artesanal de casca florida, que foi reconhecido em 2022 pela Resolução SEAPA nº 42, de 27 de dezembro de 2022, e considera QMA de “casca florida” a casca do Queijo Minas Artesanal que contém a presença e dominância, visualmente constatada, de fungos filamentosos.

4.2 Microrganismos envolvidos no processo de maturação dos Queijos Minas Artesanais

Os QMA produzidos em cada uma das microrregiões apresentam algumas particularidades de produção que resultam em características específicas típicas, influenciadas pelo *terroir* (clima, água, relevo, solo, pastagens nativas) e pela microbiota nativa presente no fermento endógeno. Este inóculo endógeno, composto por bactérias, principalmente bactérias lácticas e leveduras (LIMA *et al.*, 2009; NÓBREGA *et al.*, 2008), denominado “pingo”, consiste no soro coletado após a prensagem do queijo da produção anterior e adicionado ao leite cru da produção subsequente. Essa prática apresenta a vantagem de inserir ao produto uma microbiota diversificada, representativa da região na qual o produto é fabricado e que confere ao queijo características sensoriais diferenciadas e endêmicas.

Como foi visto, é no processo de maturação que ocorre o desenvolvimento da microbiota desejável e conseqüentes alterações bioquímicas no queijo, devidas às ações de enzimas proteolíticas e lipolíticas. Os microrganismos desejáveis, oriundos do leite cru, são compostos principalmente pelas Bactérias Ácido Lácticas (BAL), as quais elaboram substâncias como ácidos orgânicos que conferem não apenas os aspectos sensoriais do alimento, mas também reduzem o pH do meio contribuindo para a eliminação de micro-organismos indesejáveis (CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA, 2019). Adicionalmente, as BAL também produzem substâncias de natureza proteica, conhecidas como bacteriocinas, as quais podem inibir micro-organismos indesejáveis (deteriorantes ou patogênicos), contribuindo para a inocuidade do alimento (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Leveduras também exercem um importante, e ainda mal compreendido papel no processo de maturação de queijos (BORELLI *et al.*, 2006). Nesses produtos, leveduras podem inibir ou eliminar microrganismos indesejáveis, bem como, podem contribuir positivamente em processos de fermentação ou maturação, apoiando a função das culturas iniciadoras (JAKOBSEN; NARVHUS, 1996). Diferentes e raros nutrientes, como alguns aminoácidos e proteínas, são sintetizados por diferentes espécies de leveduras (FLEET, 2003). A ingestão de quantidades adequadas de algumas espécies de leveduras pode ter potencial probiótico (FLEET, 2007). Durante a fermentação, também pode ocorrer síntese de ácido fólico por algumas espécies, além de outras substâncias bioativas e com funcionalidade, como moléculas que podem estimular o sistema imune, outras que são capazes de interagir com o colesterol causando assim, sua diminuição, podem apresentar também compostos com atividades antitumorais, ou até mesmo capazes de adsorver micotoxinas (HJORTMO *et al.*, 2005).

As leveduras podem estar presentes desde o momento da obtenção do leite (ordenha-leite cru) até o processo de fabricação do queijo, porém em pequenas proporções (10^4 UFC/mL), quando comparadas a bactérias, sendo que o crescimento das bactérias pode restringir o crescimento das leveduras (BORELLI *et al.*, 2006; NÓBREGA, 2007). São fungos unicelulares, não filamentosos, tipicamente esféricos ou ovais, capazes de crescimento anaeróbico facultativo. Podem utilizar um composto orgânico como aceptor final de elétrons ou utilizar o oxigênio. Portanto, se houver acesso ao oxigênio, respiram aerobiamente e metabolizam hidratos de carbono formando dióxido de carbono e água. Já na ausência do oxigênio, as leveduras fermentam hidratos de carbono e produzem etanol e dióxido de carbono (TORTORA *et al.*, 2010). Por produzirem etanol, acetaldeído, etilacetato e etil butirato, resultantes da fermentação da lactose, as leveduras tem contribuído para o desenvolvimento do sabor característico dos queijos.

Elas também aumentam o pH do queijo metabolizando o ácido láctico e produzindo fatores de crescimento (vitamina B, ácido pantotênico niacina, riboflavina e biotina) e pela atividade proteolítica e lipolítica, colaboram na liberação de precursores do aroma (aminoácidos, ácidos graxos e ésteres), precursores estes que contribuem na formação do sabor e textura específicos em alguns queijos (BORELLI *et al.*, 2006; LIMA *et al.*, 2009). Porém, a proteólise excessiva pode levar a formação do sabor amargo no leite e seus derivados, já a lipólise ocasiona o sabor rançoso, com isso a ação dessas duas enzimas (proteolíticas e lipolíticas) ocasionam alterações na “vida de prateleira” do leite e seus derivados (BORELLI, 2002).

Apesar da extensiva utilização de fermentos endógenos na produção de queijos artesanais no estado de Minas Gerais, as características da sua microbiota ainda são desconhecidas. Portanto, este trabalho buscou na literatura, artigos que possam esclarecer a presença de leveduras nos queijos artesanais produzidos em território mineiro.

4.3 Microbiota *terroir* em Queijos Artesanais

Os queijos artesanais produzidos com leite cru, têm uma relação muito complexa com a área de produção. Assim como o vinho, as condições de solo e clima servem como base do *terroir*, selecionando certas características de pastagem e forragem. Sabe-se que quando ocorre alteração na alimentação e na dieta da vaca, elas influenciam a composição química e, portanto, as qualidades sensoriais do leite (COULON *et al.*, 2004; MARTIN *et al.*, 2005). Além disso, também foi demonstrado que as variações de regiões edáficas correspondem às variações nas características sensoriais dos queijos (MONNET *et al.*, 2000; POVOLO *et al.*, 2013). O ambiente da fazenda leiteira também contribui para a microbiota nativa do leite que acaba afetando as características dos queijos produzidos.

É especialmente provável que a microbiota *terroir* seja um fator determinante em queijos produzidos com leite cru, a partir de microrganismos endógenos (nativos ou autóctones) naturalmente presentes no ambiente de produção das queijarias. Desta maneira, o termo “microbiota *terroir*” define a relação única entre a comunidade microbiana, com o clima da região de produção, o local de produção e a matéria prima para a produção do queijo. Esta microbiota é composta por bactérias, fungos filamentosos e leveduras.

Leveduras são comumente detectadas ao longo de toda a cadeia produtiva dos queijos artesanais, tanto na massa, quanto nas culturas endógenas utilizadas na fabricação (NÓBREGA, 2007). Tais leveduras podem ter múltiplas origens, como o leite, o contato com os produtores, e até mesmo como parte da microbiota das instalações nas quais o queijo é fabricado (ANDRADE *et al.*, 2019; ANDRADE *et al.*, 2017; GARDINI *et al.*, 2006; FLEET, 2011). Espécies como *Yarrowia lipolytica* (CEUGNIEZ *et al.*, 2017), *Torulaspota delbrueckii* (ANDRADE *et al.*, 2017), *Candida* (BORELLI *et al.*, 2006) e o gênero *Kluyveromyces* (ANDRADE *et al.*, 2017; DOS SANTOS *et al.*, 2017) estão frequentemente associados à maturação de queijos artesanais.

Vários estudos avaliaram o desempenho de *Debaryomyces hansenii*, *Yarrowia lipolytica* e *Kluyveromyces lactis* na produção de queijo e *K. lactis* parece ter impacto na produção de compostos aromáticos (ANDRADE *et al.*, 2019; ARFI *et al.*, 2004; MARTIN, BERGER E SPINNLER, 2002; PADILLA *et al.* (2014); PRICE *et al.*, 2014; ZHENG *et al.*,

2018). As leveduras contribuem para o desenvolvimento do sabor, aroma e textura devido à proteólise, lipólise, utilização de ácido láctico, fermentação da lactose e autólise da sua BIOMASSA (CORBO *et al.* 2001; VASDINYEI; DEAK 2003). A ocorrência de leveduras em queijos é esperada, devido ao baixo pH, baixas temperaturas, baixa atividade de água, elevada concentração de sal e estocagem sob refrigeração desses produtos (FERREIRA; VILJOEN, 2003). Além disso, as leveduras são capazes de assimilar a lactose, possibilitando seu crescimento no queijo. Devido à sua atividade proteolítica, atividade lipolítica e produção de compostos aromáticos, a levedura pode desempenhar um papel importante durante a maturação do queijo (ATANASSOVA *ET AL.*, 2016; GARDINI *ET AL.*, 2006; PADILLA *et al.*, 2014)

O uso de levedura em queijos também tem sido considerado devido à sua capacidade de inibir o crescimento de alguns microrganismos conhecidos por causar a deterioração do queijo, como *Pseudomonas* e *Clostridium*. As leveduras parecem ter algum potencial probiótico, como demonstrado para *S. cerevisiae*, *S. unisporus*, *G. geotrichum* e *K. lactis* (BINETTI, *et al.*, 2013; CHEN *et al.*, 2010; DIOSMA, *et al.*, 2014; FADDA *et al.*, 2017). O potencial probiótico de *K. lactis* e *K. marxianus* foi demonstrado por Ceugniz, Coucheney e colaboradores (2017). Esses autores avaliaram a atividade anti-Salmonella de ambas as cepas, e *K. marxianus* apresentou efeito inibitório sobre a bactéria, reforçando seu potencial probiótico.

As leveduras mais presentes em queijos são as pertencentes aos gêneros *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Geotrichum*, *Kluyveromyces*, *Kodamaea*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Torulaspota*, *Trichosporon*, *Yarrowia* e *Zygosaccharomyces*. Populações de *Candida catenulata*, *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Torulaspota delbruecki* e *Yarrowia lipolytica* foram identificadas nos queijos. No presente estudo, foram investigadas a presença e o efeito das seguintes leveduras: *Candida catenulata*, *Geotrichum candidum*, *Kluyveromyces lactis*, *Torulaspota delbruecki* e *Yarrowia lipolytica* nos QMA. A Tabela 1 apresenta os artigos e dissertações encontrados nos últimos 17 anos.

Tabela 1 - Artigos que estudaram os microrganismos de QMA

Título artigo	Leveduras encontradas	Observações relevantes	Referências
Yeast populations associated with the artisanal cheese produced in the region of	As leveduras mais frequentes foram <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Kodamaea ohmeri</i> e <i>Torulaspota delbrueckii</i> .	Muitos isolados de levedura foram capazes de produzir proteases, lipases e b-galactosidases. A produção dessas enzimas pelas leveduras no queijo	Borelli <i>et al.</i> (2006)

Serra da Canastra, Brazil	<i>Enquanto C. catenulata, D. hansenii e T. delbrueckii</i> em foram prevalentes após 5 dias de maturação.	pode contribuir para o desenvolvimento do sabor e cheiro característicos durante o processo de maturação.	
Variações na Microbiota Leveduriforme do Fermento Endógeno Utilizado na Produção do Queijo Canastra	As espécies de leveduras predominantes no período chuvoso foram <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Torulaspota delbrueckii e Kluyveromyces lactis</i> . No período seco, predominaram as espécies <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Torulaspota delbrueckii e Kluyveromyces marxianus</i> .	Os resultados demonstram que as espécies leveduriformes presentes no fermento endógeno da Serra da Canastra, nos dois períodos avaliados, são basicamente as mesmas, variando a frequência com as quais ocorrem.	NÓBREGA <i>et al.</i> (2008)
Yeasts from Canastra cheese production process: Isolation and evaluation of their potential for cheese whey fermentation	Isolados capazes de fermentar lactose em meio sintético foram identificados como <i>Kluyveromyces lactis</i> , <i>Torulaspota delbrueckii e Candida intermedia</i> .	Os compostos mais abundantes foram 3-metil-1 butanol, ácido octanóico e decanoato de etila, que são compostos aromáticos voláteis relatados como importantes para o aroma e sabor dos queijos. O isolado <i>K. lactis</i> inoculado 48 h após o isolado <i>T. delbrueckii</i> , se mostrou um inóculo de levedura promissor para ser usado na fermentação de substratos lácteos.	ANDRADE <i>et al.</i> (2017)

<p>Diversidade de Fungos Filamentosos e Leveduras em Queijo Minas Artesanal das Microrregiões do Serro e Serra da Canastra (2018)</p>	<p>Em relação à microrregião do Serro, os gêneros mais prevalentes foram <i>Candida</i>, <i>Kodamaea</i>, <i>Torulaspota</i>, <i>Trichosporon</i> e <i>Kluyveromyces</i>. Para a microrregião da Serra da Canastra, os gêneros de leveduras de maior destaque foram <i>Torulaspota</i>, <i>Debaryomyces</i>, <i>Kodamaea</i>, <i>Geotrichum</i>, <i>Trichosporon</i> e <i>Candida</i>.</p>	<p>Observou-se uma prevalência das leveduras <i>Trichosporon japonicum</i>, <i>T. coremiiforme</i>, <i>Candida catenulata</i>, <i>Kodamaea ohmeri</i>, <i>Torulaspota delbrueckii</i> e do gênero <i>Debaryomyces</i>.</p>	
<p>Microbiota Terroir em Queijo Minas Artesanal Da Microrregião Do Serro: Segurança e Qualidade (2019)</p>	<p>No QMA foi identificado apenas leveduras benéficas que contribuem para as características sensoriais do queijo, sendo elas: <i>Candida zeylanoides</i>, <i>Debaryomyces hansenii</i>, <i>Kluyveromyces lactis</i> e <i>Yarrowia lipolytica</i>.</p>	<p>Dentre as espécies isoladas, apenas <i>Geotrichum candidum</i> pareceu contribuir com as características sensoriais do produto.</p>	<p>SOUZA (2019)</p>
<p>Caracterização da microbiota de queijos artesanais provenientes da Serra da Canastra - MG e da cultura iniciadora natural utilizada em sua produção</p>	<p>Os principais gêneros de fungos encontrados nos queijos foram <i>Debaryomyces</i> e em menor proporção, <i>Trichosporon</i>, <i>Kluyveromyces</i> e <i>Torulaspota</i>.</p>	<p>Relataram que o crescimento de fungos em queijos, aumenta seu fator de proteólise, resultando num queijo mais macio.</p>	<p>ISIDORIO (2019)</p>

<p>Caracterização Probiótica de Leveduras Isoladas de Queijo Minas Artesanal</p>	<p>Foi possível identificar nove espécies de leveduras, sendo elas: <i>Yarrowia lipolytica</i>, <i>Kodamaea ohmeri</i>, <i>Kluyveromyces lactis</i>, <i>Candida infanticola</i>, <i>Candida mesenterica</i>, <i>Candida catenulata</i>, <i>Candida intermédia</i>, <i>Trichosporon japonicum</i> e <i>Meyerozyma guilliermondii</i>.</p>	<p>Na avaliação da atividade enzimática, sete leveduras demonstraram atividade lipolítica, sendo elas pertencentes às espécies <i>Y. lipolytica</i> e <i>T. japonicum</i>. Por outro lado, 22 isolados de leveduras apresentaram atividade proteolítica, pertencentes às espécies de <i>Y. lipolytica</i>, <i>K. ohmeri</i> e <i>K. lactis</i>.</p>	<p>MIRANDA (2020)</p>
<p>Micobiota Core de Queijos de Leite Cru Produzidos na Região da Serra da Canastra</p>	<p><i>Debaryomyces</i>, <i>Trichosporon</i>, <i>Diutina</i> e <i>Candida</i> foram os gêneros prevalentes nas amostras, fato decorrente de fortes interações dentre os gêneros.</p>	<p>A estrutura das comunidades microbianas dos queijos artesanais foi diversificada em todas as amostras. Foram revelados diversos padrões de co exclusão e co ocorrência importantes para o equilíbrio da microbiota dos queijos, além de vias metabólicas responsáveis por produzirem compostos voláteis que estão relacionados às características sensoriais descritas nos queijos da Canastra.</p>	<p>SILVA (2020)</p>

Fungal Community and Physicochemical Profiles of Ripened Cheeses from the Canastra of Minas Gerais, Brazil	<i>Fusarium sp.</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Paecilomyces sp.</i> , <i>Trichosporon coremiiforme</i> , <i>Candida catenulata</i> , <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Trichosporon japonicum</i> , <i>A. oryzae</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Torulaspota</i> e <i>Debaryomyces</i> foram os fungos mais prevalentes.	<i>G. candidum</i> e <i>C. catenulata</i> foram identificadas como espécies promissoras em estudos futuros que avaliem a qualidade do queijo.	ARAGÃO <i>et al.</i> (2022)
--	---	---	-----------------------------

Pode-se observar que ainda são escassos na literatura os estudos que tratam das leveduras envolvidas no processo de maturação do Queijo Minas Artesanal. Dos 9 trabalhos encontrados, 78% estudaram os QMA da microrregião da Serra da Canastra, e os demais abordaram sobre a microrregião do Serro e sobre os queijos minas artesanais de um modo geral. Também é possível observar que a maioria dos estudos focaram em identificar as leveduras presentes no QMA, não buscando identificar os compostos químicos envolvidos no processo de fermentação por esses fungos, nem como podem afetar as propriedades sensoriais dos queijos. Dos artigos relatados na tabela, somente 1 tratou dos compostos voláteis produzidos durante a fermentação do Queijo Canastra. A seguir, será descrito o que foi encontrado na literatura sobre o papel de cada levedura na qualidade sensorial de queijos, porém, vale salientar que esses estudos trataram de outros queijos, tais como Cheddar, Stilton e Camembert.

Espécies como *C. catenulata* e *C. intermedia* foram relatadas como “encontradas ocasionalmente” em queijos de casca florida, oriundas provavelmente do ar das câmaras de maturação e da pele de produtores de queijos (MOUNIER *et al.*, 2006). Por conta de sua baixa frequência entre os queijos das diferentes propriedades, sugere-se que *Candida* não desempenhe um papel fundamental para a maturação do queijo em si, mas possivelmente para manter o equilíbrio entre os demais integrantes da comunidade, como já foi relatado em estudo realizado por Tilocca *et al.* (2020). *Candida* também foi identificado em leite cru de diferentes animais, como cabras, vacas e búfalos (MONTEL *et al.*, 2014). Já em estudo realizado na Serra da Canastra, a riqueza de *Candida* foi mais discreta, estando sempre associada à alta riqueza de *Debaryomyces* e *Trichosporon* (SOBRAL *et al.*, 2017). Segundo ROOSTITA (1996), a ocorrência frequente de *Candida catenulata* nos queijos está correlacionada com suas

propriedades lipolíticas e proteolíticas extracelulares muito fortes, capacidade de utilizar ácidos láctico e cítrico.

Aragão *et al.* (2021) *Geotrichum candidum* e *Candida catenulata*, podem produzir enzimas (proteases, lipases e β -galactosidases) que afetam o metabolismo dos constituintes do queijo, como caseína, lipídios, lactato e aminoácidos (DUGAT-BONY *et al.*, 2015). Eles também contribuem, de forma benéfica, para a produção de compostos aromáticos, como etanol, acetato de etila, 3-metilbutanol e ácido acético, levando ao desenvolvimento das características sensoriais da maturação do queijo (ZHENG *et al.*, 2017).

Banjara *et al.* (2015) *Geotrichum candidum* é uma das espécies mais conhecidas que contribui para as características sensoriais do queijo como resultado da ação enzimática de proteases e lipases (BOUTROU; GUÉGUEN, 2005). *G. candidum* é uma espécie anamorfa, encontrada em vários habitats como solo, planta, e também está naturalmente presente no leite cru, sendo encontrada em 17% a 40% das amostras. Assim, se estiverem presentes no leite cru, conseqüentemente estarão em queijos que utilizem desse leite para sua fabricação, independente da origem do leite utilizado (vaca, ovelha ou cabra). Essa espécie começa a se desenvolver no início do processo de maturação, na superfície do queijo, contribuindo para o desenvolvimento de sabores típicos do queijo (BOUTROU; GUÉGUEN, 2005).

Embora geralmente apresente pouca atividade proteolítica, suas enzimas lipases são responsáveis pelo aparecimento dos precursores de vários compostos voláteis, tais como álcoois, ácidos graxos, metil cetonas, lactonas e éteres, que conferem propriedades organolépticas agradáveis (SACRISTÁN, 2012). *G. candidum* rapidamente metaboliza o ácido láctico presente no queijo a CO_2 e H_2O , causando uma desacidificação, inicialmente na superfície, resultando em um gradiente de concentração da superfície até o centro, assim promovendo a migração do ácido láctico (lactato) do interior para o exterior. Quando o lactato é totalmente consumido, o *G. candidum* metaboliza proteínas, produzindo NH_3 , que difunde para o interior, aumentando o pH (MCSWEENEY; FOX, 2004). ARFI, 2002 observaram que *G. candidum* produziu quantidades significativas de VSCs [sendo o tioéster S-metil tioacetato (MTA) o mais prevalente] e quantidades menores de compostos voláteis não sulfurosos do que *K. lactis*. Entre os tioésteres encontrados no queijo, o MTA (com sabor de couve-flor cozida) foi o mais prevalente (BERGER *et al.* 1999). E dentre as leveduras estudadas, *G. candidum* foi a que mais produziu MTA.

Kluyveromyces lactis são isoladas de leite e queijos, sendo naturalmente consumidas juntamente com estes alimentos (ANDRADE *et al.*, 2017; CEUGNIEZ *et al.*, 2017; FADDA *et al.*, 2017). Rodício (2013) relatou que *K. Lactis* já foi isolado do leite e constitui o eucarioto

predominante durante a produção do queijo, diminuindo o pH do soro e, assim, abre caminho para o desenvolvimento das bactérias do ácido lático. Devido ao seu emprego tradicional na produção de queijo, *K. lactis* tem um status GRAS (geralmente considerado seguro) e, portanto, também é um organismo de produção atraente na indústria de alimentos (COENEN *et al.*, 2000)

Este gênero tem ainda mostrado propriedades probióticas, resistindo a passagem pelo trato gastrointestinal e potencial de adesão ao epitélio intestinal, além de propriedades funcionais como produção de ácidos graxos de cadeia curta, modulação imune, inibição à patógenos e atividade pró-apoptótica em células epiteliais cancerosas (CEUGNIEZ *et al.*, 2017)

Segundo Banjara *et al.* (2015), *K. lactis* é conhecido por sua capacidade de assimilar a lactose e também pode contribuir para o desenvolvimento do sabor, aumentando a concentração de compostos odoríferos e alterando o sabor. Price *et al.* (2014) estudaram *K. lactis* em modelos de queijo em termos de produção de aroma e descobriu-se que produz ésteres (ARFI *et al.*, 2004) e álcoois, que se relacionam com fortes odores frutados (MARTIN; BERGER; SPINNLER, 2002). Aragão e colaboradores (2022) observaram que *Kluyveromyces* pode ter atividades lipolíticas e β -galactosidase (CARDOSO, 2015). Isso demonstra ainda a importante contribuição desses microrganismos para o desenvolvimento das características sensoriais desses queijos durante a maturação (DOS SANTOS, *et al.*, 2017).

No estudo de Arfi *et al.* (2002), *K. lactis* produziu quantidades significativas de ésteres. Ésteres são frequentemente detectados em voláteis de queijo, conferindo sabores frutados (URBACH, 1997). De fato, ésteres – especialmente ésteres etílicos como butanoato de etila e propanoato de etila – são detectados em queijos de sabor frutado, como Gruyère, Parmesão e Emmental (ENGELS *et al.* 1997; THIERRY *et al.* 1999; ARFI *et al.*, 2002). Além disso, vários estudos relataram a importância do acetato de 2-feniletila na fração volátil do Camembert (ROGER *et al.* 1988). A produção de oito ésteres por *K. lactis* incluindo acetato de 2-feniletila e acetato de isoamila e acetato de isobutila também foi relatada por JIANG (1993). O metional, também detectado em vários tipos de queijos, incluindo Cheddar e Camembert, geralmente está associado a um odor de caldo ou batata.

Andrade *et al.* (2019) avaliaram o impacto de *Torulaspora delbrueckii* e *Kluyveromyces lactis* como inóculos simples e mistos para a produção de queijo. Os ácidos mais abundantes detectados foram os ácidos hexanóico e decanóico; os álcoois mais abundantes foram 2,3-butanodiol, 2-feniletanol e álcool isoamílico, e os compostos ésteres mais prevalentes foram acetato de isoamila e acetato de fenetila. Esses resultados mostram, portanto, que *T. delbrueckii* e *K. lactis* impactam positivamente a composição de compostos voláteis desejáveis em queijos, principalmente quando usados como inóculo misto.

Fernandes *et al.* (2021) relataram que a *Torulaspota delbrueckii* destaca-se como uma das espécies não *Saccharomyces*, que pode ser explorada na indústria de queijos, beneficiando-se de sua tolerância a baixas temperaturas, baixo pH, altas concentrações de sal e baixa atividade de água (BLAISONNEAU *et al.*, 1997). Usualmente são detectadas em grande quantidade, refletindo uma boa adaptação ao substrato rico em proteínas, lipídios, açúcar e ácidos orgânicos. Sua ampla distribuição é consequência da atividade lipolítica e proteolítica, da habilidade em fermentar/assimilar lactose, de utilizar ácidos orgânicos, capacidade de crescimento em baixas temperaturas, osmotolerância e resistência a compostos de limpeza e sanificação (JAKOBSEN; NARVHUS, 1996; FADDA *et al.*, 2004).

Por fim, a *Yarrowia lipolytica*, segundo Coelho *et al.* (2010), é um microrganismo que está sendo muito estudado pois é uma levedura estritamente aeróbica capaz de produzir metabólitos importantes e possui atividade secretora intensa, o que justifica esforços no sentido de utilizá-lo na indústria. Um dos produtos mais importantes segregados por este microrganismo é a lipase, uma enzima que atrai o interesse dos cientistas, podendo ser explorada para várias aplicações nas indústrias de alimentos. Banjara *et al.* (2015) definiu *Y. lipolytica*, uma levedura não convencional com status GRAS (Geralmente Reconhecido como Seguro), produziu principalmente cetonas, sulfetos e furanos de cadeia curta (SØRENSEN, *et al.*, 2011) associados a odores semelhantes a queijo (CURIONI; BOSSET, 2002; MARTIN *et al.*, 2002). DAS (2004) mostrou que diferentes concentrações de *Y. lipolytica* impactaram a composição de compostos voláteis quando usado como adjuvante em queijo Cheddar.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dessa revisão foi possível descrever sobre as leveduras que têm sido encontradas nos Queijos Minas Artesanais. Além das espécies foco deste estudo (*Kluyveromyces lactis*, *Torulaspora delbrueckii*, *C. catenulata*, *Yarrowia lipolytica* e *Geotrichum candidum*), outras foram identificadas em QMA: *Debaryomyces hansenii*, *Kodamaea ohmeri*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida intermedia*, *Candida*, *Kodamaea*, *Torulaspora*, *Candida zeylanoides*, *Candida infanticola*, *Candida mesenterica*, *Trichosporon japonicum*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Diutina* e *Fusarium sp.*, *Paecilomyces sp.*, *Trichosporon coremiiforme*, *Aspergillus sp.* e *A. oryzae*. O papel desses microrganismos ainda não foi plenamente investigado, assim como a influência dos compostos produzidos por eles na qualidade sensorial dos QMA, bem como na identidade e autenticidade destes produtos. Vale recordar que, de 9 artigos encontrados sobre leveduras em QMA, 7 abordaram sobre a Serra da Canastra, provando escassez na literatura sobre estudos das demais regiões oficialmente produtoras de queijo minas artesanal. Por isso, o levantamento bibliográfico é de suma importância, visto que identifica as lacunas para estudos futuros, além de abordar o que já se sabe sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- ABIQ. Associação Brasileira das Indústrias de Queijo. **Mercado global de queijos bate recorde em 2019.** Disponível em: https://www.abiq.com.br/noticias_ler.asp?codigo=2373&codigo_categoria=6&codigo_subcategoria=5#:~:text=Produ%C3%A7%C3%A3o,alguma%20flutua%C3%A7%C3%A3o%20em%20certos%20anos. Acesso em: 12 dez. 2022.
- ABRAS. Associação Brasileira de Supermercados. **Com 25% da produção nacional, MG aposta no queijo como saída para crise e geração de renda.** Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/geral/67836/com-25-da-producao-nacional-mg-aposta-no-queijo-como-saida-para-crise-e-geracao-de-renda>. Acesso em 12 dez. 2022.
- AGÊNCIA MINAS. **Emater-MG publica catálogo do Queijo Minas Artesanal com informações de 74 produtores do estado.** Disponível: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/emater-mg-publica-catalogo-do-queijo-minas-artesanal-com-informacoes-de-74-produtores-do-estado>. Acesso em: 12 dez. 2022.
- ALMEIDA, A. C. de. **Caracterização de leveduras isoladas de queijos de coalho.** 65 p. 2011. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências Biológicas. Orientadora: Norma Buarque de Gusmão Coorientador: Marcos Antônio de Moraes Júnior. Biologia de Fungos. Recife, 2011.
- ANDRADE, G. C.; ANDRADE, R. P.; OLIVEIRA, D. R.; QUINTANILHA, M. F.; MARTINS, F. S.; DUARTE, W. F. *Kluyveromyces lactis* and *Torulaspora delbrueckii*: Probiotic characterization, anti-*Salmonella* effect, and impact on cheese quality. **LWT**, v. 151, 2021. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.112240.
- ANDRADE, R. P.; MELO, C. N.; GENISHEVA, Z.; SCHWAN, R. F.; DUARTE, W. F. Yeasts from Canastra cheese production process: Isolation and evaluation of their potential for cheese whey fermentation. **Food Research International**, v. 91, p.72–79, 2017. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.11.032.
- ANDRADE, R. P.; OLIVEIRA, D. R.; LOPES, A. C. A.; ABREU, L. R. DE; DUARTE, W. F. Survival of *Kluyveromyces lactis* and *Torulaspora delbrueckii* to simulated gastrointestinal conditions and their use as single and mixed inoculum for cheese production. **Food Research International**, v. 125, 108620, 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108620.
- ARAGÃO, O.; EVANGELISTA, S. R.; PASSAMANI, F. R. F.; GUIMARÃES, J. P. M.; ABREU, L. R.; BATISTA, L. R. Fungal community and physicochemical profiles of ripened cheeses from the Canastra of Minas Gerais, Brazil M. **J Food Sci Technol**, v. 59, n.12, p. 4685–4694, 2022. DOI: 10.1007/s13197-022-05548-4.
- ARFI, K.; LECLERCQ-PERLAT, M.-N.; BAUCHER, A.; TÂCHE, R., DELETTRE, J.; BONNARME, P. Contribution of several cheese-ripening microbial associations to aroma compound production. **Lait**, v. 84, p. 435–447, 2004. DOI: 10.1051/lait:2004016.

ARFI, K.; SPINNLER, H. E.; TACHE, R.; BONNARME, P. Production of volatile compounds by cheese-ripening yeasts: requirement for a methanethiol donor for S-methyl thioacetate synthesis by *Kluyveromyces lactis*. **Appl Microbiol Biotechnol**, v. 58, p.503–510, 2002. DOI 10.1007/s00253-001-0925-0.

ATANASSOVA, M. R.; FERNANDEZ-OTERO, C.; RODRÍGUEZ-ALONSO, P.; FERNANDEZ-NO, I. C.; GARABAL, J. I.; CENTENO, J. A. Characterization of yeasts isolated from artisanal short-ripened cows' cheeses produced in Galicia (NW Spain). **Food Microbiology**, v. 53, p. 172-181, 2016.

BANJARA, N.; SUHR, M. J.; HALLEN-ADAMS, H. E. Diversity of Yeast and Mold Species from a Variety of Cheese Types. **Curr Microbiol**, v. 70, p. 792–800, 2015. DOI: 10.1007/s00284-015-0790-1.

BEMFEITO, R. M. **Queijo Minas Artesanal da microrregião da Serra da Canastra: caracterização sensorial e eletroquímica**. 2016. 134 p. Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, Brasil, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/11021>>. Acesso em: 09 out. 2022.

BERGER, C.; KHAN, J.A.; MOLIMARD, P.; MARTIN, N.; SPINNLER, H.E. Production of sulfur flavors by ten strains of *Geotrichum candidum*. **Applied and Environmental Microbiology** 65,5510 – 5514, 1999

BINETTI, A.; CARRASCO, M.; REINHEIMER, J.; SUÁREZ, V. Yeasts from autochthonal cheese starters: Technological and functional properties. **Journal of Applied Microbiology**, v.115, n.2, p. 434–444, 2013. DOI: 10.1111/jam.12228.

BLAISONNEAU, J.; SOR, F.; CHERET, G.; YARROW, D.; FUKUHARA, H. A Circular Plasmid from the Yeast *Torulasporea delbrueckii*. **Plasmid**, 1997, 38, 202–209.

BONY, E.; STRAUB, C.; et. al. Overview of a surface-ripened cheese community functioning by meta-omics analyses. **PLoS One**, v. 10, 2015. DOI: 10.1371/journal.pone.0124360.

BORELLI, B.M. **Quantificação dos indicadores higiênico-sanitários e da diversidade de leveduras durante a fabricação do queijo-de-minas curado produzido na Serra da Canastra, MG**. 2002. 86f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

BORELLI, B. M.; FERREIRA, E. G.; LACERDA, I. C. A.; FRANCO, G. R.; ROSA, C. A. Yeast populations associated with the artisanal cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. **World J Microbiol Biotechnol**, v. 22, p.1115–1119, 2006. DOI: 10.1007/s11274-006-9151-3.

BOUTROU, R; GUÉGUEN, M. Interests in *Geotrichum candidum* for cheese technology. **Int J Food Microbiol**, 25, 102, 1, 1-20, 2005. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.12.028. PMID: 15924999

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018**. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o Processo de

Fiscalização de Produtos Alimentícios de Origem Animal Produzidos de Forma Artesanal. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2018.

CADERNOS TÉCNICOS DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA. Escola de Veterinária, nº 95. **Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte, Centro de Extensão da Escola de Veterinária da UFMG, FEPMVZ Editora, 2019. ISSN: 1676-6024. Disponível em: [https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/cteletronico%2095%20\(2\).pdf](https://vet.ufmg.br/ARQUIVOS/FCK/cteletronico%2095%20(2).pdf). Acesso em: 8 jan. 2023.

CARDOSO, V. M.; BORELLI, B. M.; LARA, C. A.; SOARES, M. A.; PATARO, C.; BODEVAN, E. C.; ROSA, C. A. The influence of seasons and ripening time on yeast communities of a traditional Brazilian cheese. **Food Research International.**, v. 69, p. 331-340, 2015. ISSN 0963-9969. DOI: 10.1016/j.foodres.2014.12.040.

CARPINO, S.; HORNE, J.; MELILLI, C.; LICITRA, G.; BARBANO, D. M.; VAN SOEST, P. J. Contribution of native pasture to the sensory properties of Ragusano cheese. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n.2, p. 308-315, 2004.

CEUGNIEZ, A.; COUCHENEY, F.; JACQUES, P.; DAUBE, G.; DELCENSERIE, V.; DRIDER, D. Anti-Salmonella activity and probiotic trends of *Kluyveromyces marxianus* S-2-05 and *Kluyveromyces lactis* S-3-05 isolated from a French cheese, Tomme d'Orchies. **Research in Microbiology**, v. 168, n.6, p.575–582, 2017. DOI: 10.1016/j.resmic.2017.03.004.

CHEN, L. S.; MA, Y.; MAUBOIS, J. L.; HE, S. H.; CHEN, L. J.; LI, H. M. Screening for the potential probiotic yeast strains from raw milk to assimilate cholesterol. **Dairy Science & Technology**, v.90, n. 5, p. 537–548, 2010. <https://doi.org/10.1051/dst/2010001>

COENEN, T.M.; BERTENS, A.M.; HOOG, S. C. de; VERSPEEK-RIP, C.M. Safety evaluation of a lactase enzyme preparation derived from *Kluyveromyces lactis*. **Food Chem Toxicol**, v. 38, p. 671–677, 2000.

CORBO, M. R.; LANCIOTTI, R; ALBENZIO, M; SINIGAGLIA, M. Occurrence and characterization of yeasts isolated from milks and dairy products of Apulia region. **Int J Food Microbiol**, 19, 69, 147-52, 2001. DOI: 10.1016/s0168-1605(01)00585-2.

CURIONI, P. M. G.; BOSSET, J. O. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. **International Dairy Journal**, v. 12, n. 12, p. 959–984, 2002. DOI: 10.1016/S0958-6946(02)00124-3.

DAS, S. **Biochemical characterisation of dairy yeasts and their application in cheese as anaerobic adjunct cultures**. (Ph.D. thesis). New Zealand: Massey University, 2004

DE FREITAS, I; PINON, N; BERDAGUE, J.; TOURNAYRE, P.; LORTAL, S.; THIERRY, A. *Kluyveromyces lactis* but not *Pichia fermentans* used as adjunct culture modifies the olfactory profiles of cantalet cheese. **J Dairy Sci**, v. 91, p. 531–543, 2008.

DIOSMA, G.; ROMANIN, D. E.; REY-BURUSCO, M. F.; LONDERO, A.; GARROTE, G. L. Yeasts from kefir grains: Isolation, identification, and probiotic characterization. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, v. 30, n.1, p. 43–53, 2014. DOI: 10.1007/s11274-013-1419-9

DOS SANTOS, M. T. P. G.; BENITO, M. J.; DE CÓRDOBA, M. G.; ALVARENGA, N.; RUIZ-MOYANO SECO DE HERRERA, S. Yeast community in traditional Portuguese Serpa cheese by culture-dependent and -independent DNA approaches. **International Journal of Food Microbiology**, v. 262, p. 63–70, 2017. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.09.013.

DUGAT-BONY, E.; GARNIER, L.; DENONFOUX, J.; FERREIRA, S.; SARTHOU, A.; BONNARME, P.; IRLINGER, F. Highlighting the microbial diversity of 12 French cheese varieties. **International Journal of Food Microbiology**, v. 238, 2016.

EMATER/MG. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Programa Queijo Minas Artesanal. Guia Técnico para a Implantação de Boas Práticas de Fabricação em Unidades de Produção do Queijo Minas Artesanal**. 2009. Disponível em http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/QUEIJO_SITE/cartilha_queijo%202.pdf. Acesso em 29 jan. 2023.

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais. **Guia técnico para a implantação de boas práticas de fabricação em unidades de produção do queijo minas artesanal**. Programa Queijo Minas Artesanal. Belo Horizonte: OCEMG/SESCOOP/ UFV/Emater-MG, 2009. 68 p. Disponível em http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/QUEIJO_SITE/cartilha_queijo%202pdf. Acesso em 29 jan. 2023.

EMBRAPA. **Queijos artesanais brasileiros**. 16p. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1135036/1/Guia-de-Negocio-Queijos-Artesanais.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

ENGELS, W.J.M.; DEKKER, R.; DE JONG, C.; NEETER, R.; VISSER, S. A comparative study of volatile compounds in the water-soluble fraction of various types of ripened cheese. **Int Dairy J**, v. 7, p. 255–263, 1997.

FADDA, M.E.; MOSSA, V, PISANO M.B.; DEPLANO, M.; COSENTINO, S. Occurrence and characterization of yeasts isolated from artisanal Fiore Sardo cheese. **Int J Food Microbiol**, v.15, 95, n.1, p.51-9, 2004. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.02.001.

FADDA, M. E.; MOSSA, V.; DEPLANO, M.; PISANO, M. B.; COSENTINO, S. In vitro screening of *Kluyveromyces* strains isolated from Fiore Sardo cheese for potential use as probiotics. **LWT- Food Science and Technology**, v, 75, p. 100–106, 2017. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.08.020.

FERNANDES, T.; SILVA-SOUSA, F.; PEREIRA, F.; RITO, T.; SOARES, P.; FRANCO-DUARTE, R.; SOUSA, M.J. Biotechnological importance of *torulaspora delbrueckii*: from the obscurity to the spotlight. **J. Fungi**, v. 7, n. 712, 2021. DOI: 10.3390/jof7090712.

FERREIRA, A.D; VILJOEN, C.C. Yeasts as adjunct starters in matured Cheddar cheese. **International Journal of Food Microbiology**, v. 86, p. 131–140, 2003.

FIGUEIREDO, S.P. **Características do leite cru e do queijo Minas artesanal produzido na região do Serro, Minas Gerais, e produção de queijos com doces**. 108 p. Dissertação

(Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2014. Diamantina, 2014.

FLEET, G. H. **Yeast spoilage of foods and beverages**. In: The yeasts. Elsevier, p. 53-63, 2011.

FLEET, G.H. Yeast interactions and wine flavour. **International Journal of Food Microbiology**, v. 6, n. I, p. 1-2, 2003.

FLEET, G.H. Yeasts in foods and beverages: impact on product quality. 2007. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 18, p. 170-175.

GARDINI, F.; TOFALO, R.; BELLETTI, N.; IUCCI, L.; SUZZI, G.; TORRIANI, S.; LANCIOTTI, R. Characterization of yeasts involved in the ripening of pecorino Crotonese cheese. **Food Microbiology**, v.23, n.7, p. 641–648, 2006. DOI: 10.1016/j.fm.2005.12.005.

HARBUTT, J. (Org). **O livro do queijo**. São Paulo: Globo. 352 p. 2010.

HJORTMO, S.; PATRING, J.; JASTREBOVA, J.; ANDLID, T. Inherent biodiversity of folate content and composition in yeasts. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 311–316, 2005.

IPHAN- DEPARTAMENTO DE PATRIMONIO IMATERIAL. Modo Artesanal de Fazer Queijo de Minas. Brasília, 2008.

ISIDORIO, W. R. **Caracterização da microbiota de queijos artesanais provenientes da Serra da Canastra - MG e da cultura natural utilizada em sua produção**. 80p. Orientador: Christian Hoffman. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

JAKOBSEN, M.; NARVHUS, J. Yeasts and their possible beneficial and negative effects on the quality of dairy products. *International Dairy Journal*, v. 6, p. 755–768, 1996.

JIANG, J. Identification of flavour volatile compounds produced of *Kluyveromyces lactis*. **Biotechnol Tech**, v. 7, p. 863–866, 1993.

LANCIOTTI, R.; VANNINI, L.; LOPEZ, C. C.; GOBBETTI, M.; GUERZONI, M. E. Evaluation of the ability of *Yarrowia lipolytica* to impart strain-dependent characteristics to cheese when used as a ripening adjunct. **International Journal of Dairy Technology**, v. 58, n. 2, 2005.

LIMA, C.D.L.C.; LIMA, L.A.; CERQUEIRA, M.M.O.P.; FERREIRA, E.G.; ROSA, C.A. Bactérias do ácido láctico e leveduras associadas com o queijo-de-minas artesanal produzido na região da Serra do Salitre, Minas Gerais [Lactic acid bacteria and yeasts associated with the artisanal Minas cheese produced in the region of Serra do Salitre, Minas Gerais] **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.1, p.266-272, 2009.

MARTIN, B.; VERDIER-METZ, I.; BUCHIN, S.; HURTAUD, C.; COULON, J. B. How do the nature of forages and pasture diversity influence the sensory quality of dairy livestock products? **Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 205-212, 2005.

MARTIN, N.; BERGER, C.; SPINNLER, H.E. Sensory and instrumental flavor analyses of cheese curd cocultured with selected yeast and bacteria. **Journal of Sensory Studies**, v. 17, p. 1 – 17, 2002.

MARTIN, N.; BERGER, C.; SPINNLER, H. E. Sensory and instrumental flavor analyses of cheese curd cocultured with selected yeast and bacteria. **Journal of Sensory Studies**, v. 17, n. 1, p. 1–17, 2002. DOI: 10.1111/j.1745-459X.2002.tb00328.x.

MARTIN, N.; BERGER, C.; SPINNLER, H. E. Sensory and instrumental flavor analyses of cheese curd cocultured with selected yeast and bacteria. **Journal of Sensory Studies**, v. 17, n. 1, p. 1–17, 2002. DOI :10.1111/j.1745-459X.2002.tb00328.x.

MENESES, J. N. C. **Queijo Artesanal de Minas: patrimônio cultural do Brasil. v. 1, Ministério da Cultura, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional.** Dossiê interpretativo, 2006.

MINAS GERAIS. **Lei estadual nº 14.185.** Dispõe sobre o processo de produção do Queijo Minas Artesanal e dá outras providências. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Belo Horizonte, 31 de janeiro de 2002.

MINAS GERAIS. **Lei nº 22506, de 21/06/2017.** Institui o Dia dos Queijos Artesanais de Minas Gerais. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/22506/2017/;PORTAL_SESSIONID=A93BD4F7B3F4AC4F9C78A41AC7FD1518.worker1. Acesso em: 23 nov. 2022.

MINAS GERAIS. **Portaria ima Nº 1.969, de 26 de março de 2020.** Dispõe sobre a produção de Queijo Minas Artesanal em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de Queijo Minas Artesanal. Disponível em: <http://ima.mg.gov.br/institucional/portarias/1819-portarias/1965-portarias-ano-2020>. Acesso em: 3 dez. 2022.

MINAS GERAIS. **Portaria IMA nº 2033, de 23 de janeiro de 2021.** Dispõe sobre os parâmetros e padrões físico-químicos e microbiológicos de alimentos de origem animal e água de abastecimento. Disponível em: <http://ima.mg.gov.br/institucional/portarias/1819-portarias/1966-portarias-ano-2021>. Acesso em: 3 jan. 2023.

MIRANDA, N. M. Z. de. **Caracterização probiótica de leveduras isoladas de queijo minas artesanal.** 57p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência de Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

MONNET, J. C.; BERODIER, F.; BADOT, P. M. Characterization and localization of a cheese georegion using edaphic criteria (Jura Mountains, France). **Journal of dairy science**, v.83, n. 8, p. 1692-1704, 2000.

MONTEIRO, R. P.; MATTA V. M. da. **Queijo Minas Artesanal. Valorizando a Agroindústria Familiar.** Brasília, DF: Embrapa; Rio de Janeiro. Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199625/1/Livro-Queijo-Minas-Artesanal-Ainfo.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2023.

MOUNIER, J.; GOERGES, S.; GELSOMINO, R.; VANCANNEYT, M.; VANDEMEULEBROECKE, K.; HOSTE, B.; BRENNAN, N. M.; SCHERER, S.; SWINGS, J.; FITZGERALD, G. F.; COGAN, T. M. Sources of the adventitious microflora of a smear ripened cheese. **Journal of Applied Microbiology**, v. 101, 2006.

NICAUD, J.-M. *Yarrowia lipolytica*. **Yeast**, v. 29, p. 409–418, 2012. DOI: 10.1002/yea.2921.

NÓBREGA, J. E.; FERREIRA, C. L. L.F.; DORES, M. T. das; FERREIRA, E. M.; DOMINGO, E. do C.; SANTOS, J. P. V. Variações na Microbiota Leveduriforme do Fermento Endógeno Utilizado na Produção do Queijo Canastra. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, n. 364, v. 63, p. 14-18, 2008.

OLIVEIRA, S. P. P.; MARTINS, J. M.; NOGUEIRA, C. H.; DO VALE, R. C.; RODRIGUES, M. P. J.; GALLETI, A. N. Physical-chemical characteristics of artisanal Minas cheese of the Serro with pingo and with rala. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v.73, p.235-244, 2018.

Padilla, B., Belloch, C., López-Díez, J. J., Flores, M., & Manzanares, P. Potential impact of dairy yeasts on the typical flavour of traditional ewes' and goats' cheeses. **International Dairy Journal**, v. 35, n. 2, p. 122–129, 2014. DOI: 10.1016/j.idairyj.2013.11.002.

POTTIER, I.; GENTE, S.; VERNOUX, J. P.; GUÉGUEN, M. Safety assessment of dairy microorganisms: *Geotrichum candidum*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 126, p.327 – 332, 2008.

POVOLO, M.; PELIZZOLA, V.; PASSOLUNGO, L.; BIAZZI, E.; TAVA, A.; CONTARINI, G. Characterization of two agrostis–festuca alpine pastures and their influence on cheese composition. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 61, n.2, p. 447-455, 2013.

PRICE, E. J.; LINFORTH, R. S.T.; DODD, C. E.R.; PHILLIPS, C. A.; HEWSON, L.; HORT, J.; GKATZIONIS, K. Study of the influence of yeast inoculum concentration (*Yarrowia lipolytica* and *Kluyveromyces lactis*) on blue cheese aroma development using microbiological models. **Food Chemistry**, v. 145, p. 464–472, 2014.

RODICIO, R.; HEINISCH, J. J. Yeast on the milky way: genetics, physiology and biotechnology of *Kluyveromyces lactis*. **Yeast**, v. 30, p. 165–177, 2013. DOI: 10.1002/yea.2954.

ROOSTITA, R.; FLEET, G. H. The occurrence and growth of yeasts in Camembert and Blue-veined cheeses. **International Journal of Food Microbiology**, v. 28, p. 393-2004, 1996.

SACRISTÁN, N. GONZÁLEZ, L.; CASTRO, J. M.; FRESNO, J. M.; TORNADIJO, M. E. Technological characterization of *Geotrichum candidum* strains isolated from a traditional Spanish goats' milk cheese. **Food Microbiology**, 2012

SANTOS, A.S. **Queijo minas artesanal da microrregião do Serro-MG: efeito da sazonalidade sobre a microbiota do leite cru e comportamento microbiológico durante a maturação**. 67p. Dissertação - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos

Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Orientador: Prof. Dr. Christiano Vieira Pires. Diamantina: UFVJM, 2010.

SILVA, J. M. M. **Micobiota core de queijos de leite cru produzidos na região da serra da canastra**. 63p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

SOBRAL, D.; COSTA, R. G. B.; PAULA, J. C. J. de; TEODORO, V. A. M.; MOREIRA, G. DE M. M.; PINTO, M. S. Major defects in artisanal Minas cheese: a review. **Rev. Inst. Laticínios**, v. 72, n. 2, p. 108-120, 2017.

SØRENSEN, L. M.; GORI, K.; PETERSEN, M. A.; JESPERSEN, L.; ARNEBORG, N. Flavour compound production by *Yarrowia lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Debaryomyces hansenii* in a cheese-surface model. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 12, p. 970-978, 2011. DOI: 10.1016/j.idairyj.2011.06.005.

Serro: segurança e qualidade. 71 p. Orientador: Luís Roberto Batista. Coorientadora: Suzana Reis Evangelista, Luiz Ronaldo de Abreu. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2019.

SOUZA, T.P. de; EVANGELISTA, S.R.; PASSAMANI, F.R.F.; BERTECHINI, R.; ABREU, L. R. de; BATISTA, L.R. Mycobiota of Minas artisanal cheese: Safety and quality. **International Dairy Journal**, v. 120, 2021. DOI: 10.1016/j.idairyj.2021.105085.

SUZZI, G.; LANORTE, M.T.; GALGANO, F.; ANDRIGHETTO, C.; LOMBARDI, A.; LANCIOTTI, R.; GUERZONI, M.E. Proteolytic, lipolytic and molecular characterisation of *Yarrowia lipolytica* isolated from cheese. **International Journal of Food Microbiology**, v.69, p.69–77, 2001.

THIERRY, A.; MAILLARD, M.B.; QUÉRÉ, J.L. Dynamic headspace analysis of emmental aqueous as a method to quantify changes in volatile flavour compounds during ripening. **Int Dairy J**, v. 9, p. 453–463, 1999.

TILOCCA, B.; COSTANZO, N.; MORITTU, V. M.; SPINA, A. A.; SOGGIU, A.; BRITTI, D.; RONCADA, P.; PIRAS, C. Milk microbiota: Characterization methods and role in cheese production. **Journal of Proteomics**, v. 210, 2020.

TONIETTO, J. **Afinal o que é terroir?** Bom vivant. Flores da Cunha. v. 8, n. 98, p. 08, 2007
VALE, R. C.; RODRIGUES, M. P. J.; MARTINS, J. M. Influence of the type of ferment in the physicochemical characteristics of cheese Minas artisanal do Serro-Minas Gerais, matured in controlled conditions. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, p. 82-90, 2018.

VASDINYEI, R; DEAK, T. Characterization of yeast isolates originating from hungarian dairy products using traditional and molecular identification techniques. **Int J Food Microbiol**, v., 86, p. 123–130, 2003.

VILJOEN, B. C.; KHOURY, A.R.; HATTINGH, A. Seasonal diversity of yeasts associated with white-surface mould-ripened cheeses, **Food Research International**, Volume 36, Issue 3, p. 275-283, 2003. DOI: 10.1016/S0963-9969(02)00169-2.

VILJOEN, B. C.; KNOX, A. M.; JAGER, P. H. de; LOURENS-HATTINGH, A. Development of Yeast Populations during Processing and Ripening of Blue Veined Cheese. **Food Technol. Biotechnol.** v.41, n. 4, p. 291–297, 2003.

ZHENG, X.; LI, K.; SHI, X.; NI, Y.; LI, B.; ZHUGE, B. Potential characterization of yeasts isolated from Kazak artisanal cheese to produce flavoring compounds. **MicrobiologyOpen**, v. 7, n. 1, 2018. DOI: 10.1002/mbo3.533.

ZHENG, X.; LIU, F.; SHI, X.; WANG, B.; LI, K.; LI, B.; ZHUGE, B. Dynamic correlations between microbiota succession and flavor development involved in the ripening of Kazak artisanal cheese. **Food Research International**. v. 105, 2018