



## **Uma introdução a tecnologia dos queijos de casca lavada: uma revisão**

### **An introduction to washed-rind cheese technology: a review**

Wilson Pereira da Silva<sup>1</sup>, Kennidy de Bortoli<sup>1</sup>, Carolina Balera Trombini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biopark Educação, 85919-899, Toledo, Paraná, Brasil

**Resumo:** Os queijos de casca lavada são reconhecidos pelo aroma intenso e coloração alaranjada, resultado da ação de bactérias, leveduras e fungos introduzidos durante o processo de lavagem, espalhando-se uniformemente pela superfície. A lavagem da casca ocorre com a aplicação de uma solução salina chamada "morge", geralmente preparada com microrganismos que irão promover aromas, sabores e características visuais únicas nessa variedade, auxiliando no processo de maturação. Essa solução é distribuída pela superfície, mantendo a umidade do queijo e evitando o ressecamento da casca, demandando interação contínua durante todo o processo de lavagem. No decorrer da maturação ocorrem diversas interações entre os microrganismos e o substrato disponível, influenciando nas características sensoriais do queijo. As condições ideais para sua maturação, como alta umidade relativa e temperaturas adequadas, possibilitam o desenvolvimento de diversos microrganismos, e a microbiota presente em sua superfície desempenha papel crucial na modificação do pH, aproximando-o da neutralidade. Esta revisão busca elucidar a história e os processos que envolvem a fabricação de queijos de tecnologia de casca lavada, possuindo como objetivo ampliar o conhecimento técnico-científico de novos pesquisadores acerca dos processos de produção relacionados à tecnologia queijeira mencionada.

**Palavras-chave:** Queijo. Casca lavada. Lavagem. Bactérias. Microrganismos. Maturação.

**Abstract:** Washed-rind cheeses are recognized for their intense aroma and orange coloration, resulting from the action of bacteria, yeasts, and molds introduced during the washing process, spreading evenly across the surface. The rind washing occurs with the application of a saline solution called 'brine', usually prepared with microorganisms that promote unique aromas, flavors, and visual characteristics in this variety, aiding in the maturation process. This solution is distributed over the surface, maintaining the cheese's moisture and preventing the rind from drying out, requiring continuous interaction throughout the washing process. Throughout maturation, various interactions occur between the microorganisms and the available substrate, influencing the cheese's sensory characteristics. Ideal conditions for maturation, such as high relative humidity and suitable temperatures, facilitate the development of diverse microorganisms, and the microbiota present on its surface plays a crucial role in modifying the pH, approaching neutrality. This review aims to elucidate the history and processes involved in the



production of washed-rind cheeses, aiming to expand the technical-scientific knowledge of new researchers regarding the production processes related to the mentioned cheese-making technology.

**Keywords:** Cheese. Washed-rind. Washing. Bactéria. Microorganisms. Maturation.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a legislação brasileira, especificamente a IN146/96, o queijo é definido como o resultado da separação parcial do soro do leite, que envolve a extração das proteínas do leite. Essa separação pode ser realizada por meio de diversos agentes químicos, incluindo enzimas específicas, bactérias ou ácidos orgânicos, que podem ser utilizados isoladamente ou em combinação (Brasil, 1996).

Para atender aos padrões estabelecidos, os queijos devem cumprir requisitos físicos, químicos e sensoriais específicos para cada variedade. Além disso, dependendo da variedade, os queijos podem ser embalados ou acondicionados em envoltórios que estejam em conformidade com as normas bromatológicas, podendo ou não cobrir a casca do produto (Brasil, 1996).

Acredita-se que a origem do queijo remonta a aproximadamente 6.000 a.C., durante a “Revolução Neolítica”, na região entre os rios Tigre e Eufrates, no que hoje é o Iraque. Nesse período, cabras e ovelhas começaram a ser domesticadas, pois eram animais de pequeno porte, comportamento gregário e facilidade de pastoreio (Fox et al., 2016).

A domesticação do gado foi um desafio maior, dado que os bois selvagens eram maiores, mais ferozes, e não estavam tão bem adaptados ao clima árido do Oriente Médio, ao contrário das cabras e ovelhas. Inicialmente, os bovinos eram utilizados principalmente como animais de trabalho. No entanto, logo se reconheceu o valor nutricional do leite desses animais, e o leite e seus derivados passaram a ser essenciais na dieta humana (Fox et al., 2016).

Artefatos arqueológicos revelam, por meio de gravuras, o processo de fabricação de queijos no antigo Egito, sendo mencionados também em passagens bíblicas do Antigo Testamento. Aristóteles, em seus escritos, referiu-se a queijos feitos com leite de égua e



## REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



jumenta, indicando a produção de queijos a partir do leite de diferentes espécies de mamíferos (Perry, 2004).

Devido à limitada comunicação entre as civilizações da época, o conhecimento sobre a produção de queijo era transmitido de geração em geração, resultando no surgimento de diversas variedades de queijo, cada uma com características distintas, mesmo utilizando a mesma matéria-prima (Paula, Carvalho & Furtado, 2013).

A produção de queijo evoluiu juntamente com a expansão das civilizações no Oriente Médio, Egito, Grécia e Roma. O queijo é mencionado em várias passagens do Antigo Testamento, como no livro de Jó (por volta de 1520 a.C.) e Samuel (1170-1017 a.C.), e em inscrições encontradas nas paredes de túmulos do Antigo Egito. A literatura grega clássica, com autores como Homero (cerca de 1184 a.C.), Heródoto (484-408 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.), também faz referência ao queijo (Fox et al., 2016).

Acredita-se que o surgimento do queijo tenha ocorrido acidentalmente, devido à produção de ácido láctico por microrganismos naturalmente presentes no leite. Diversas enzimas proteolíticas têm a capacidade de alterar o sistema de caseína no leite, resultando na coagulação sob condições específicas. Essas enzimas, que podem ser encontradas em bactérias, mofo, plantas e estômagos de animais, têm um papel crucial na formação do queijo (Gobbetti, Neviani & Fox, 2018).

O leite era provavelmente armazenado em recipientes feitos de peles de animais, como bolsas, onde os estômagos dos animais abatidos forneciam recipientes naturais, pré-fabricados e facilmente selados. Nestas condições, o leite entrava em contato com enzimas como quimosina e pepsina, presentes nos tecidos estomacais, o que levava à coagulação durante o armazenamento. Os coágulos formados pela ação da quimosina tinham propriedades distintas em comparação com aqueles produzidos por precipitação isoeletrica (ácido), como uma sinergia aprimorada, permitindo a produção de queijos com baixa umidade e maior resistência física (Gobbetti, Neviani & Fox, 2018).

Os queijos possuem diferentes características e podem ser classificados em macios, semiduros e duros, dependendo do teor de umidade. Queijos macios apresentam umidade entre 46% e 54,9% e são rapidamente perecíveis. Já os queijos duros e semiduros exigem



condições específicas de armazenamento, que variam de um a dois anos, e possuem umidade entre 30% e 45% (Kishor et al., 2017).

A produção de queijo foi sendo adaptada ao longo dos anos, de acordo com as condições técnicas, sociais e econômicas das diversas regiões do mundo. O processo de maturação do queijo está intimamente ligado à cultura regional, e essa versatilidade permite a existência de mais de 1.000 variedades de queijo no mundo (Montel et al., 2014).

Entre essa diversidade, uma das técnicas de fabricação é a de casca lavada. Nesse método, o desenvolvimento de microrganismos na superfície do queijo promove o aparecimento de uma cor vermelho-alaranjada durante a maturação. Esta variedade de queijo é caracterizada pela lavagem de sua casca com uma solução diluída em água, contendo microrganismos selecionados e sal (conhecida como morge), que é esfregada na superfície do produto com uma escova ou pano, criando condições ideais para o desenvolvimento desses microrganismos (Brennan et al., 2004).

O objetivo deste artigo é realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre a produção de queijos de casca lavada, apresentando e analisando as principais técnicas, processos e fatores que influenciam a qualidade e características sensoriais desses queijos. Serão explorados aspectos relacionados à microbiologia, tecnologia de fabricação e maturação, com o intuito de aumentar a disponibilidade de informações sobre essa tecnologia no Brasil.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica foi conduzida utilizando bancos de dados de artigos científicos, incluindo Scopus, PubMed, ScienceDirect e ResearchGate, juntamente com o site de pesquisas Google Acadêmico. Os artigos selecionados abrangiam os períodos de 1990 a 2023 e foram identificados utilizando uma combinação de palavras-chave em português e inglês. As palavras-chave em português incluíram "queijo", "casca lavada", "coalho", "produção", "história", "microrganismos", "metabolismo", "coagulação" e

"maturação", enquanto as palavras-chave em inglês foram "cheese", "washed-rind", "rennet", "production", "history", "microorganisms", "metabolism", "coagulation" e "maturation".

Durante a pesquisa, foram descartados teses, dissertações e outros sites os quais não fossem de cunho científico. Artigos publicados antes do ano 2000 foram descartados conforme o possível, considerando os avanços científicos ocorridos ao longo dos anos, os quais podem ter gerado alterações nas pesquisas anteriores.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Processo de produção**

Segundo Santiago-López et al. (2018) os queijos podem possuir características distintas como: cor, aroma, sabor, textura e firmeza, fatores que geralmente são atribuídos a tecnologia de produção, origem do leite, teor de umidade, tempo de maturação, além de microrganismos específicos. O que também pode ser observado nas definições de queijos apresentadas pela legislação brasileira de produtos lácteos (IN 146/96) (Brasil, 1996). O processo de produção do queijo envolve uma série de etapas essenciais para a obtenção do produto final. Uma das primeiras etapas que podem ocorrer é a pasteurização, onde o leite é aquecido a uma temperatura específica para eliminar microrganismos indesejados. Após a pasteurização, o leite é resfriado até atingir temperaturas entre 32°C e 35°C (McSweeney & Fox, 2013).

O leite cru também pode ser utilizado para a fabricação do queijo. No entanto, deve ser processado em curto período de tempo. O mesmo também é observado na legislação brasileira de produtos lácteos (IN 146/96), onde diz que o queijo também pode ser produzido com a utilização de leite pasteurizado ou cru, desde que submetido ao período adequado de maturação (Upreti & Metzger, 2006; Brasil, 1996)

A adição de ingredientes como culturas lácticas (fermento) e coagulantes (enzimáticos ou ácidos), desempenham um papel crucial na formação do queijo (Santiago-Lopez et al.,



2018). O processo de coagulação de leite pode ser feito a partir de variadas enzimas, sendo elas de origem animal, vegetal ou microbiológica, podendo ser utilizadas em mistura ou separadamente (Rani & Verma, 1995).

Coágulos são formados de duas maneiras: por meio da acidificação do leite até que seu pH alcance o ponto isoelétrico da caseína, ou através da utilização de uma enzima. O primeiro método é empregado na elaboração de queijos frescos de elevada umidade, como o queijo cottage, onde o coágulo se forma devido à precipitação isoelétrica da caseína presente no leite. A segunda técnica serve como base para a produção de queijos frescos ou maturados, como Cheddar, Emmental ou Parmesão, que possuem reduzido teor de umidade. A formação do coágulo é iniciada pela proteólise de um peptídeo da caseína, o que acaba desestabilizando essa proteína e a tornando hidrofóbica causando o agrupamento para formação de um gel. O coágulo gerado a um pH mais elevado, com o auxílio de uma enzima, difere notoriamente daquele obtido apenas com utilização de ácido, em virtude de ser mais flexível e, quando sujeito a um aumento na acidez e à aplicação de calor, encolhe e expulsa umidade através de um processo denominado sinérese (Fox & McSweeney, 1998).

Durante o processo de produção do queijo, o queijeiro pode controlar a sinérese da coalhada por meio do corte, com o objetivo de ajustar a umidade da massa, além de influenciar o grau e a extensão da maturação e a estabilidade do queijo. Dessa forma, moléculas de gordura ficam retidas na matriz do queijo, enquanto a água, lactose, alguns minerais e proteínas solúveis perdem-se no soro (Fox & McSweeney, 1998; Fox & McSweeney, 2017).

O coalho é composto por duas principais enzimas a quimosina e/ou a pepsina, as quais são responsáveis por promover a quebra da ligação entre os aminoácidos 105-106 da k- caseína. Em condições de excesso de cálcio iônico, a ligação das moléculas de caseína ocorre de forma mais rápida devido à quebra da k-caseína. A agregação da rede proteica só ocorre após 90-95% da k-caseína ser hidrolisada. Devido ao excesso de cálcio iônico presente, as cargas negativas das partículas de caseína são neutralizadas, permitindo a agregação dessas moléculas por meio de pontes de cálcio. Por esse motivo,



pequenas quantidades de cloreto de cálcio são frequentemente adicionadas ao leite destinado à produção de queijo, para possibilitar a formação de coalhos mais estáveis (Sandra et al., 2012).

A coalhada do queijo é formada principalmente por caseínas, as quais representam aproximadamente 80% do valor total da concentração de proteínas no leite. Existem quatro principais tipos de caseínas, sendo elas as  $\alpha$ S1,  $\alpha$ S2,  $\beta$  e  $\kappa$ -caseínas (Huppertz, 2013).

A caseína forma micelas as quais permanecem estáveis no leite devido a efeitos estéricos da camada polieletrólítica da superfície, formada pelas regiões C-terminais da k-caseína. A ligação peptídica formada pela k-caseína é quebrada pela ação proteolítica de enzimas destinadas a coagulação, dessa forma a c-terminais de caseinomacropéptídeo são removidas. A hidrólise da proteína promove a quebra das forças intermicelares, fazendo com que as micelas de para-caseína se unam por meio de interações hidrofóbicas na presença de cálcio iônico (Kethireddipalli, Hill & Dalgleish, 2010).

Coalhos de menor força podem ocorrer devido ao processo de acidificação, que gera baixas concentrações de cálcio coloidal, resultando em uma ligação intermolecular de caseínas menos intensa. Isso aumenta a mobilidade das ligações no interior da caseína, formando um coágulo mais frágil (Dalgleish & Corredig, 2012).

O tempo necessário para que o leite se solidifique e forme a coalhada ocorre após a introdução do ácido ou coalho, e será chamada de tempo de coagulação. Este tempo é afetado pela temperatura, sendo que quanto maior a temperatura menor será o período necessário para a coagulação, sendo usualmente utilizadas temperaturas de 32 a 38°C, para realização desta operação (Ali et al., 2022).

Após o processo de coagulação, a coalhada é cortada em pedaços menores, separando a parte sólida da líquida, conhecido como soro. A coalhada é então agitada e pode ser gradualmente aquecida, permitindo a separação do soro de maneira mais eficiente (McSweeney & Fox, 2013).

A massa resultante pode passar também por uma fase de pré-prensagem, repouso e fermentação, que contribui para o desenvolvimento do sabor e da textura final do queijo. Em seguida, a massa é enformada no formato desejado, moldada e ainda pode

ser prensada. Ela continua a fermentar até atingir o pH desejado, o que também influenciará nas características finais do queijo (McSweeney & Fox, 2013).

Após a enformagem inicia-se o processo de salga que possui influência no sabor, inibição microbiana, regulação de metabolismos enzimáticos e físico-químicos. Essa etapa é considerada um importante aditivo para a maturação do queijo, visto que se o sal não for adicionado em quantidades adequadas, pode ocasionar problemas nas atividades microbiológicas e enzimáticas, resultando em diversas intercorrências no produto final. A salga pode ocorrer na massa, leite, salmoura ou a seco, podendo variar entre 0,5% a 2,5% do peso do queijo dependendo da tecnologia (Costa, 2004).

O sal, por meio da alteração da pressão osmótica, facilita a expulsão de líquido da massa do queijo, promovendo a redução da umidade. Também contribui de maneira complementar ao processo de dessoragem do queijo, pois estimula a liberação da água excedente da massa. Quando absorvido pela massa do queijo, o sal utiliza a água livre para sua dissolução. (Costa et al., 2004).

O crescimento de microrganismos também é controlado, pois o sal acaba por promover uma seleção da microbiota presente no queijo. O processo de maturação também sofre influência, pois o sal promove o controle bioquímico das atividades enzimáticas. Lipases e proteases se tornam mais eficazes em concentrações de sal entre 0,5% e 2,5% sendo observadas que concentrações muito acima desses limites retardam o processo de maturação (Costa et al., 2004).

### **3.2 Tecnologia de casca lavada**

Os queijos de casca lavada têm como principal característica o crescimento de bactérias e leveduras em sua superfície, que podem ser provenientes do ambiente ou adicionadas intencionalmente através de cepas adquiridas comercialmente. Esses microrganismos conferem ao queijo características específicas, como a casca alaranjada (McSweeney, 2007). Possuem na superfície, aromas fortes e com elevados níveis de proteólise e lipólise (McSweeney, 2004).



Queijos maturados geralmente podem ser produzidos a partir de duas principais famílias de bactérias starters, que são responsáveis por conferir sabores, aromas e textura ao produto. As bactérias termofílicas possuem maior resistência térmica, suportando temperaturas de até 52°C durante o processo produtivo. Em contraste, as bactérias mesofílicas têm menor resistência ao calor e podem perder eficiência em temperaturas acima de 35°C. Queijos de casca lavada, por exemplo, costumam ser produzidos com uma mistura dessas duas famílias de culturas starters (Wyder & Puhán, 1999).

As bactérias starters geralmente são adicionadas após a pasteurização do leite e algumas delas contribuem positivamente para a segurança do produto. Um exemplo é o das bactérias ácido-láticas, cuja principal função é a fermentação de açúcares em ácido lático, promovendo a acidificação do queijo, o que inibe o crescimento de microrganismos deteriorantes e patógenos. Além disso, culturas de leveduras também podem ser utilizadas, possibilitando aumento do pH ao metabolizar o lactato na superfície do queijo, facilitando o desenvolvimento de microrganismos complementares, além de produzirem uma gama bastante grande de enzimas que acabam desenvolvendo sabores diferenciados e característicos (Kristyna et al., 2023).

Os queijos de casca lavada necessitam do desenvolvimento de uma microbiota em sua casca (Goerges et al., 2008). Queijos recentemente fabricados, que possuem a casca lavada, apresentam um pH inicial baixo (próximo a 5,0), criando um gradiente de acidez conforme a maturação ocorre, podendo atingir valores superiores a pH 8 (McSweeney, 2004). A mudança de pH é considerada um importante fator durante o processo de maturação, em virtude da proteólise e desacidificação ser essencial para que o queijo atinja as características dessa tecnologia (Furtado, 2007).

Conforme Bockelmann (2002), os queijos do tipo Tilsit apresentam um pH acima de 6,0 após um período de três dias. Isso permite o desenvolvimento de algumas colônias de bactérias, como *brevibactérias*, *corinebactérias* e *Arthrobacter*. Da mesma forma, Ryser e Marth (1989), após produzirem queijos de casca lavada, destacaram que após o período de quatro semanas de maturação os queijos se encontravam com um pH de 6,5 a 6,9 na superfície e 5,6 a 6,2 no interior.



Queijos como Comté, Beaufort, Port du Salut, Reblochon, Tallegio, Tilsit, Brick, Mont d'Or, Pont L'Eveque, Limburguer, Saint de Paulin, Gruyère e Munster, estão entre os exemplos da tecnologia (Fox, 2004). Os queijos dessa variedade costumam ser maturados em temperaturas de 10 a 20°C, com umidades relativas superiores a 90%. Esse ambiente é necessário pois propicia o desenvolvimento de microrganismos na superfície, composta normalmente por leveduras e bactérias. Durante a maturação os queijos são submetidos a lavagem diária com uma solução salina diluída contendo as bactérias coadjuvantes de maturação para garantir o desenvolvimento uniforme dos microrganismos na superfície (Cogan, 2016).

Tabela 1: Principais características físico-químicas e parâmetros de maturação de alguns exemplares de queijos de tecnologia de casca lavada

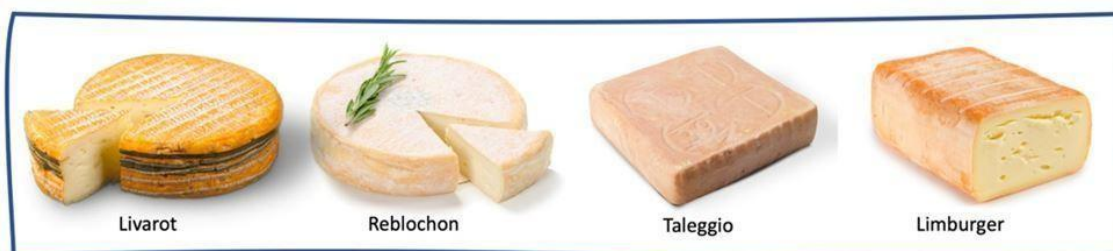
Queijo	Características Físico- químicas			Parâmetros de maturação			Referências
	pH	Umidade (%)	NaCl (%)	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)	Maturação (dias)	Autores
Raclette	5,2-5,4	37-44	1,2-2,2	7-14	88-96	90	Eugster-Meier et al., 2017; Fröhlich-Wyder et al., 2009
Reblochon	>7	42,8-59,5	1,5	16	95	14	Bonaïti et al., 2004; Martin et al., 1997; Mariani et al., 2007
Maroilles	>7	50	1,0	9-16	90	12-15	Suzuki et al., 2021; Ardö et al., 2017
Vacherin Mont d'Or	>7	54,8	1,2	6-16	85	17-25	Ardö et al., 2017; Mounier et al., 2017
Comté	>7	37	0,6-0,9	10-19	~90	120-540	Robinson, 1995; Mounier et al., 2017
Époisses	>6,5	55	0,77	10-13	~95	30	Ardö et al., 2017; Irlinger & Monnet, 2021; Ritschard & Schuppler, 2024
Livarot	>7	48	1,7	12-15	~95	60	Larpin-Laborde et al., 2011; Mounier et al., 2009; Mounier et al., 2008; Cogan et al., 2014
Port salut	5,2	39-50	1,8-2,0	12-13	~95	30	Cogan et al., 2014; Adams & Moss, 2008; Galloway, 1995; Scott, Robinson, & Wilbey, 1998



Munster	>7	41,8-56	1,8	18-20	~90	14-21	Robinson, 1995; Leuschner & Hammes, 1998
Saint Paulin	5,30	44-45	2,0-2,5	10-12	95	25	Golin et al., 2016; Hynes et al., 2000; Boulares et al., 2010

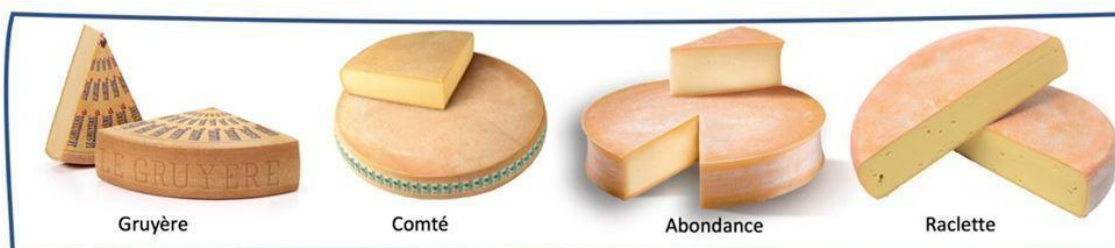
A temperatura é um fator que possui grande influência no processo de maturação do queijo, altas temperaturas promovem a aceleração da maturação, as colônias *startes* e enzimas presentes no queijo trabalham de maneira mais eficiente e rápida, porém pode acabar afetando negativamente algumas características organolépticas do produto. Por outro lado, temperaturas mais próximas a 10 °C podem ser utilizadas sem que ocorram efeitos adversos ao sensorial do produto, reduzindo a velocidade e produzindo queijos com menor presença de gostos inadequados ou intensos (Fox et al., 2016).

**Figura 1:** Queijos de casca lavada e alta umidade.



**Fonte:** Maïke Tais Maziero Montanhini, 2022.

**Figura 2:** Queijos de casca lavada e média ou baixa umidade.



**Fonte:** Maïke Tais Maziero Montanhini, 2022



A produção ocorre principalmente na Europa. Países como a França, Alemanha, Áustria e Bélgica são considerados os principais produtores desse grupo de queijos (Brennan et al, 2004).

O pH de um queijo recentemente produzido encontra-se com valor médio 5,0, fator que depende de bactérias starter produtoras de ácido lático, que são responsáveis por promover a acidificação do produto. O *Bravibacterium linens*, que são bactérias agregadas a superfície, apresentam tolerância ao sal, porém não são capazes de proliferar com valores de pH inferiores a 5,6, sendo necessário o trabalho em sintonia com mais de uma cepa de microrganismos nos queijos de casca lavada, sendo muito comum a utilização de *Geotrichum candidum* para essa atividade (Brennan et al., 2004).

O processo de maturação irá ocorrer após o *Geotrichum candidum* desacidificar a superfície através da neutralização parcial do ácido lático, o qual é utilizado pelas leveduras para produzir metabólitos alcalinos que promoveram o aumento de pH na superfície do queijo, possibilitando o desenvolvimento de bactérias da família *Brevibacterium* e de suas respectivas enzimas coadjuvantes (Eliskases-Lechner, Guéguen & Panoff, 2011).

Conforme teorias mais antigas, as leveduras eram as primeiras a se desenvolver e a metabolizar o ácido lático produzido pelas bactérias ácido lácticas durante o processo de fabricação, transformando-o em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). Esse processo era denominado desacidificação e, juntamente com a produção de amônia (NH<sub>3</sub>) a partir da desaminação de aminoácidos, resultava no aumento do pH na superfície do queijo de um valor inicial de 5,2 para mais de 7,0. Esse aumento de pH favorece o desenvolvimento de bactérias e a atividade de enzimas envolvidas na maturação do queijo (Cogan, 2016). No entanto, atualmente sabe-se que alguns dos microrganismos presentes na superfície do queijo têm a capacidade de metabolizar o lactato e se desenvolver junto com as leveduras. Essa microflora é responsável por promover o sabor característico dessa variedade de queijo, resultante do catabolismo da metionina. Esse processo gera diferentes aldeídos e cetonas contendo enxofre, destacando-se o metanotiol, produzido pela microflora presente na casca (Cogan, 2016).

A velocidade de desacidificação da casca varia de acordo com a variedade do queijo, sendo significativamente mais ágil nos queijos de textura macia (figura 01) do que nos queijos de consistência intermediária (figura 02), os quais, por sua vez, exibem uma taxa consideravelmente mais elevada do que os queijos firmes. No entanto, os queijos de superfície macia tendem a ser menores em dimensão e possuem uma proporção mais elevada de superfície para volume. Consequentemente, a amônia gerada pelas leveduras e bactérias se dissemina de forma mais eficiente dentro do queijo (Brennan et al., 2002). Além de seu efeito no crescimento microbiano, o pH também influencia a atividade enzimática. As proteases geralmente apresentam atividade máxima entre pH 5,5 e 6,5, embora a atividade ainda esteja presente nos limites das variações do pH do queijo durante a maturação. A maioria das lipases apresenta atividade máxima em valores de pH mais elevados, variando de 6,5 a 7,5 (Brennan et al., 2002).

O aumento de pH torna possível a colonização de bactérias na superfície do queijo. As leveduras *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces lactis* e *Saccharomyces cerevisiae* formam as primeiras colônias (Riahi et al., 2007), o crescimento ocorre pelo fato desses microrganismos possuírem alta capacidade de suportar ácidos e sais, no geral a maioria desses microrganismos cresce em um pH próximo a 6,0, suportando concentração de sal que podem chegar a 15% (Larpin et al., 2006; Gori et al., 2007; Bockelmann & Hoppe- Seyler, 2001). A elevação do pH torna possível o desenvolvimento da *Brevibacterium linens*, a qual é responsável por promover a cor alaranjada do queijo juntamente com o aumento dos níveis de proteólise (McSweeney, 2004).

Tabela 2: Microrganismos comumente presentes em queijos de tecnologia de casca lavada e sua função no decorrer da maturação.

Microrganismos	Função	Autores
<i>Lactococcus lactis</i>	Fermentação do leite, produção de ácido láctico, contribui para sabor e textura	et al. 2007; Ritschard & Schuppler, 2024
<i>Lactobacillus spp.</i>	Fermentação, produção de ácido láctico, contribui para sabor e aroma	Gänzle, 2015; Mounier et al., 2017



<i>Baryomyces hansenii</i>	ação, produção de aromas, tolerância ao sal	Riahi et al. 2007; Fröhlich-Wyder, Ritschard & Schuppler, 2024
<i>Geotrichum candidum</i>	Desenvolvimento da casca, desacidificação, contribuição para o sabor	Ratray e Eppert, 2011; Fröhlich-Wyder et al., 2019; Ritschard & Schuppler, 2024
<i>Brevibacterium linens</i>	Produção de cor e aroma, especialmente em queijos de casca lavada	Ratray e Eppert, 2022; Cogan, 2011; Ritschard & Schuppler, 2024.
<i>Corynebacterium spp.</i>	Contribuição para a formação da casca e desenvolvimento de sabores	Anastasiou et al., 2022; Ritschard & Schuppler, 2024; Cogan, 2011; Mounier et al., 2017
<i>Yarrowia lipolytica</i>	lipólise, produção de aromas, degradação de lipídios	Sørensen et al., 2011; Zheng et al., 2021; Fröhlich-Wyder et al., 2019
<i>Candida spp.</i>	Contribuição para a formação de textura e sabor em queijos	Fröhlich-Wyder et al., 2019; Mounier et al., 2017
<i>Kluyveromyces lactis</i>	Fermentação de açúcares, produção de etanol e aromas	Fröhlich-Wyder et al., 2019; Mounier et al., 2017
<i>Staphylococcus spp.</i>	Produção de aromas, proteção contra patógenos e contribuições para o sabor	Anastasiou et al., 2022; Ritschard & Schuppler, 2024
<i>Micrococcus spp.</i>	Contribui para a formação de aromas, maturação do queijo e proteção contra patógenos	Marth, 1990; Mounier et al., 2017
<i>Arthrobacter spp.</i>	Contribuição para a formação da casca e desenvolvimento de sabores	Sutthiwong et al., 2014; Mounier et al., 2017
<i>Streptococcus thermophilus</i>	Fermentação do leite, produção de ácido láctico, utilizado na fabricação de queijos	Fröhlich-Wyder et al., 2019; Mounier et al., 2017
<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Produção de ácido propiônico, formação de buracos em queijos como Emmental, contribui para o sabor	Fröhlich-Wyder et al., 2019; Mounier et al., 2017
<i>Microbacterium spp.</i>	Contribui para a formação de sabores	Fox et al., 2017; Ritschard & Schuppler, 2024; Mounier et al., 2017; Mounier et al., 2007

A superfície dos queijos de casca lavada não possui uma microbiota bem definida de bactérias e leveduras. Isso se deve ao fato da predominância de bactérias *Coryneformes*. Diversas bactérias como *Agrococcus*, *Arthrobacter*, *Brachybacterium*, *Brevibacterium*, *Corynebacterim*, *Curtobacterium*, *Leucobacter*, *Microbacterium*, *Mycetocola*, e *Rothia spp.*, são comumente encontradas no esfregaço de diferentes queijos. Todas são Gram-positivas, com formas irregulares, bastonetes não formadores de esporos. Alguns gêneros, como *Arthrobacter*, *Brachybacterium*, *Brevibacterium* e *Curtobacterium*, passam por uma distintiva transformação de organismos em forma de bastonete para cocos durante o

crescimento, predominando na forma de bastonetes na fase inicial de crescimento exponencial, e microrganismos em forma de coccus prevalecendo mais tarde (Cogan, 2016).

### 3.3 *Brevibacterium linens*

O microrganismo *Brevibacterium linens* (*B. linens*) é o principal responsável pelas características dos queijos de casca lavada, devido ao fato de produzirem aminopeptidases e proteinases extracelulares. Pertencente à família *Brevibacteriaceae*, é um microrganismo aeróbico e se encontra na forma de bastonete-coco durante o seu ciclo de crescimento, possui uma temperatura ideal de crescimento de 20 a 30°C e pH de 6,5 a 8,5. As aminopeptidases possuem um pH ideal de 7,0 a 9,5, assim como possuem uma forte atração por leucina no N-terminal de peptídeos. As proteinases extracelulares de *B. linens* são proteinases de serina e são altamente ativas em  $\alpha$ 1 e  $\beta$ -caseína (Ratray & Eppert, 2022; Ratray & Fox, 1999; Forquin & Weimer, 2014).

Durante o processo de maturação do queijo ocorre a produção de diversos compostos sulfurados voláteis, especialmente o metanotiol, produzido por *B. linens*. A principal enzima produtora de metanotiol é a L-metionina- $\gamma$ -demetilase, que catalisa a eliminação  $\alpha$ ,  $\gamma$  da metionina para produzir metanotiol,  $\alpha$ -cetobutirato e amônia. O metanotiol é composto que possui como característica ser altamente volátil e com intenso odor, típico de variedade de queijos em que a *B. linens* é um componente. Essa bactéria também é responsável por sintetizar vários tioésteres S-metílicos, compostos importantes para o sabor do queijo. A produção desses compostos sulfurados voláteis varia consideravelmente de acordo com a cepa (Ratray & Eppert, 2022).

A *Brevibacterium linens* também é capaz de produzir diversas bacteriocinas e substâncias antimicrobianas. As propriedades bioquímicas das bacteriocinas produzidas por *B. linens* parecem depender da cepa, mas pelo menos algumas delas demonstraram ter efeitos inibitórios contra patógenos alimentares, como *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*. Outro aspecto relevante de *B. linens* é sua pigmentação única em

tons de amarelo-alaranjado, resultante de carotenoides aromáticos. A produção de pigmentos por *B. linens* está relacionada às condições de crescimento e depende da concentração de oxigênio dissolvido e metionina no meio de crescimento (Ratray & Eppert, 2022).

A *Brevibacterium linens* demonstra ser altamente ativa em termos de proteólise e lipólise, desempenhando um papel fundamental na formação da camada superficial do queijo e fornecendo substratos que contribuem para o metabolismo adicional. A bactéria também é responsável por acelerar o processo de maturação do queijo por meio da digestão de proteínas. Conforme estudos, uma protease extracelular proveniente de *B. aurantiacum* (ATCC 9174) foi isolada e caracterizada. Esses estudos revelaram que a enzima é produzida na forma de uma enzima pré-pró e, após ativação autocatalítica, apresenta uma atividade proteolítica significativamente elevada contra uma variedade de substratos (Forquin & Weimer, 2014).

O *Brevibacterium* destaca-se por sua atividade proteolítica, caracterizada por oscilações na curva de atividade enzimática ao longo do tempo de incubação, com cada fase durando aproximadamente 24 horas. Embora o tempo ótimo de incubação para alcançar a máxima densidade celular seja de 6 dias, o período ideal para a atividade enzimática é de apenas 1 dia, seguido por uma rápida diminuição após 2 dias. O pH ideal para a proteólise é de 7, e tanto a glicose quanto o oxigênio não exercem efeitos significativos sobre esse processo durante a produção de queijo (Forquin & Weimer, 2014).

### **3.4 *Geotrichum candidum***

A *Geotrichum candidum* é uma levedura que costuma ser encontrada nas superfícies de queijos que são maturados a partir de mofos e bactérias (Ratray & Eppert, 2011). Essa levedura promove a metabolização de triglicerídeos e caseína, influenciando também em características organolépticas do queijo. A espécie é conhecida por desenvolver uma camada branca aveludada por cima da superfície dos queijos de casca



lavada (Brennan, et al., 2002), por meio de uma rápida colonização que corre entre 1 a 2 dias, tendo seu ápice após o sétimo dia. Esse microrganismo possui como característica o desenvolvimento em temperaturas que variam de 15°C a 25°C, e níveis de pH entre 4,5 a 7,0, também possuem sensibilidade a concentrações superiores a 5% de cloreto de sódio (Ratray & Eppert, 2011).

Após o período de fabricação dos queijos a *Geotrichum candidum* é responsável pela metabolização de lactato presente na coalhada, promovendo a desacidificação da superfície. O metabolismo de aminoácidos promove a desaminação do glutamato e do aspartato, produzindo amônia, composto que contribui com o processo de desacidificação da superfície do queijo. O crescimento da *Geotrichum candidum* deve ser controlado para que outros microrganismos de superfície não sejam inibidos, no entanto a insuficiência de seu crescimento pode ocasionar características sensoriais pouco complexas (Ratray & Eppert, 2011).

A *Geotrichum candidum* é capaz de produzir enzimas proteolíticas intracelulares e extracelulares, as quais possuem maior eficácia em ambientes com pH próximo a 6,0. A protease extracelular é responsável por hidrolisar a caseína, com preferência especial pela  $\alpha$ -caseína. lipases extracelulares, chamadas de lipase A e lipase B, com ação ideal em pH 6,5 para ambas. A lipase A possui ação menos específica promove a liberação de ácidos graxos de cadeia média. No entanto, a lipase B demonstra alta especificidade na quebra de ácidos graxos insaturados de cadeia longa (Ratray & Eppert, 2011).

### 3.5 Processo de maturação

Normalmente queijos maturados possuem como característica o desenvolvimento de microrganismos em sua superfície durante o processo de maturação e podem ser tanto curados a partir de mofos quanto bactérias. Fatores como umidade relativa, temperatura e tempo de maturação e frequência de lavagem, são responsáveis por influenciar na microbiota da superfície (Cogan, 2014).

A qualidade do sabor do queijo é afetada durante a maturação, processo



importante que engloba várias reações bioquímicas de metabolismo primário o qual é responsável pelo sabor básico do queijo e nele ocorrem três modificações as quais são de decomposição de carboidratos, hidrólise de proteínas e degradação de gorduras. Já o metabolismo secundário trará o sabor específico da variedade, nesse processo ocorrem reações de descarboxilação de aminoácidos, transaminação, desaminação, dessulfatação, oxidação beta de ácidos graxos e esterificação (Marillei, 2004).

O processo de maturação do queijo pode variar de dias, meses a anos dependendo da variedade. Enquanto maturação passa por diversas reações bioquímicas que são responsáveis pelo sabor e consistência característicos (Lombardi et al., 2019).

A interação entre proteínas e caseínas depende de fatores como a desmineralização e pH, e são responsáveis por determinar as propriedades físicas dos queijos. Normalmente durante o processo de maturação dos queijos ocorre o desenvolvimento de diversos microrganismos. A lavagem do queijo é responsável por determinar algumas características organolépticas que serão responsáveis por fornecer o sabor, cor e textura (Feurer et al., 2004).

As especificações para maturação de queijos de casca lavada possuem temperaturas que variam de 12°C a 20°C, e a umidade relativa menor que 95%, condições que favorecem o desenvolvimento microbiano na casca do queijo. Após o período de maturação que normalmente ocorre durante 2 a 3 semanas, os queijos são removidos da câmara de maturação e então são armazenados em outro local com temperaturas menores, para continuação da maturação final (Cogan, 2016).

#### **4 CONCLUSÕES**

O processo produtivo de queijos existe há muito tempo e, com o passar dos anos, novos estudos são desenvolvidos com o objetivo de melhorar a qualidade e rapidez de produção. Avanços tecnológicos no preparo do leite, introdução de microrganismos nos queijos, tempo e condições de armazenamento têm possibilitado que queijeiros produzam variedades de queijos com características únicas, muitas das quais possuem



reconhecimento mundial pela excelente qualidade, como os queijos de casca lavada. Apesar da importância dessa tecnologia, a quantidade de informação científica moderna sobre esse tipo específico de queijo é bastante limitada, o que abre espaço para novos estudos direcionados a essa área.

## REFERÊNCIAS

Adams, M. R., Moss, M. (2008). *Food microbiology* (3rd ed.). Guildford, UK: University of Surrey.

Ali, M. B., Murtaza, M. S., Shahbaz, M., Sameen, A., Rafique, S., Arshad, R., Raza, N., Akbar, Z., Kausar, G., Amjad, A. (2022). Functional, textural, physicochemical and sensorial evaluation of cottage cheese standardized with food grade coagulants. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.90221>

Anastasiou, R., Kazou, M., Georgalaki, M., Aktypis, A., Zoumpopoulou, G., Tsakalidou, E. (2022). Omics approaches to assess flavor development in cheese. *Foods*, 11(2), 188. <https://doi.org/10.3390/foods11020188>

Ardö, Y., Berthier, F., Hartmann, K., Eugster-Meier, E., Wyder, M. T. F., Jakob, E., Wechsler, D. (2017). Bacterial surface-ripened (smear) cheeses. In P. L. H. McSweeney, & P. F. Fox (Eds.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology* (4th ed., pp. 397–414). Elsevier. <https://doi.org/10.1002/9781119046165.ch10>

Barman, S., Ghosh, R., Mandal, N. C. (2018). Production optimization of broad spectrum bacteriocin of three strains of *Lactococcus lactis* isolated from homemade buttermilk. *Annals of Agrarian Science*, 16(2), 286–296. <https://doi.org/10.1016/j.aasci.2018.02.004>

Bhowmik, T., Marth, E. H. (1990). Role of *Micrococcus* and *Pediococcus* species in cheese ripening: A review. *Journal of Dairy Science*, 73(4), 859–866. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(90\)78740-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(90)78740-1)

Bockelmann, W. (2002). Development of defined surface starter cultures for the ripening of smear cheeses. *International Dairy Journal*, 12(2–3), 123–131. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00152-2](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00152-2)

Bockelmann, W., & Hoppe-Seyler, T. (2001). The surface flora of bacterial smear-ripened cheeses from cow's and goat's milk. *International Dairy Journal*, 11(4–7), 307–314. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(01\)00060-7](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(01)00060-7)

Boulares, M., Mankai, M., Hassouna, M. (2010). Effect of activating lactoperoxidase system in cheese milk on the quality of Saint-Paulin cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 64(1), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2010.00646.x>



Bonaïti, C., Leclercq-Perlat, M.-N. ., Latrille, E., & Corrieu, G. (2004). Deacidification by *Debaryomyces hansenii* of Smear Soft Cheeses Ripened Under Controlled Conditions: Relative Humidity and Temperature Influences. *Journal of Dairy Science*, 87(11), 3976–3988. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73538-9](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73538-9)

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1996). Portaria nº 146, de 07 de março de 1996. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de produtos lácteos. *Diário Oficial da União*, 11 de março de 1996.

Brennan, N. M., Cogan, T. M., Loessner, M. J., Scherer, S. (2004). Bacterial surface-ripened cheeses. In *Cheese: Chemistry, physics and microbiology* (3rd ed., pp. 199–225). Elsevier Ltd.

Brennan, N. M., Ward, A. C., Beresford, T. P., Fox, P. F., Goodfellow, M., Cogan, T. M. (2002). Biodiversity of the bacterial flora on the surface of a smear cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(2), 820–830. <https://doi.org/10.1128/aem.68.2.820-830.2002>

Cogan, T. M. (2011). Bacteria, beneficial | *Brevibacterium linens*, *Brevibacterium aurantiacum* and other smear microorganisms. In *Encyclopedia of food microbiology* (pp. 395–400). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374407-4.00045-5>

Cogan, T. M. (2016). Bacteria, beneficial: *Brevibacterium linens*, *Brevibacterium aurantiacum* and other smear microorganisms. In *Encyclopedia of food microbiology* (2nd ed., pp. 395–400). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00045-5>

Cogan, T. M. (2014). Starter cultures employed in cheesemaking. In *Encyclopedia of food microbiology* (pp. 508–514). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00167-7>

Cogan, T. M., Goerges, S., Gelsomino, R., Larpin, S., Hohenegger, M., Bora, N., Jamet, E., Rea, M. C., Mounier, J., Vancanneyt, M., Guéguen, M., Desmasures, N., Swings, J., Goodfellow, M., Ward, A. C., Sebastiani, H., Irlinger, F., Chamba, J.-F., Beduhn, R., Scherer, S. (2014). Biodiversity of the surface microbial consortia from Limburger, Reblochon, Livarot, Tilsit, and Gubbeen cheeses. *ASM Press Ebooks*, 219–250. <https://doi.org/10.1128/9781555818593.ch10>

Corsetti, A., Settanni, L. (2007). Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Research International*, 40(5), 539–558. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.001>

Costa, R. G. B. (2004). *Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo prato submetido à salga em salmoura estática e com agitação* (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras). Universidade Federal de Lavras.

Costa, R. G. B., Lobato, V., Abreu, L. R., Magalhães, F. A. R. (2004). Salga de queijos



em salmoura: Uma revisão. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 59(336), 41–49.

Dalgleish, D. G., Corredig, M. (2012). The structure of the casein micelle of milk and its changes during processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 3(1), 449–467. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-022811-101214>

Eliskases-Lechner, F., Guéguen, M., Panoff, J. M. (2011). Yeasts and molds | *Geotrichum candidum*. In J. W. Fuquay, P. F. Fox, & P. L. H. McSweeney (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (2nd ed., pp. 765–771). Elsevier.

Eugster-Meier, E., Marie-Therese Fröhlich-Wyder, Jakob, E., Wechsler, D., Belén, M., Licitra, G., Françoise Berthier, Photis Papademas, Ylva Ardö, Tavares, T. G., F. Xavier Malcata, Radulovic, Z., & Jelena Miocinovic. (2017). Semi-hard Cheeses. 247–300. <https://doi.org/10.1002/9781119046165.ch3>

Irlinger, F., Monnet, C. (2021). Temporal differences in microbial composition of Époisses cheese rinds during ripening and storage. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 7500–7508. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20123>

Feurer, C., Vallaey, T., Corrieu, G., Irlinger, F. (2004). Does smearing inoculum reflect the bacterial composition of the smear at the end of the ripening of a French soft, red-smear cheese? *Journal of Dairy Science*, 87(10), 3189–3197. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73453-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73453-8)

Forquin, M.-P., Weimer, B. C. (2014). *Brevibacterium*. In C. Batt & M. Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of food microbiology* (2nd ed., pp. 324–330). Elsevier.

Furtado, M. M. (2007). *Queijos com olhaduras*. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora.

Fox, P. F. (2007). *Cheese: Problems solved*. Woodhead Publishing.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2016). Factors that affect cheese quality. In *Fundamentals of cheese science* (pp. 533–542). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_15)

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., McSweeney, P.L.H. (2017). Microbiology of Cheese Ripening. In: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_11)

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L. H. (2017). *Fundamentals of cheese science* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (2017). Cheese: An overview. In P. L. H. McSweeney,



P. F. Fox, P. D. Cotter, & D. W. Everett (Eds.), *Cheese: Chemistry, physics and microbiology* (4th ed., pp. 5–21). Elsevier.

Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (1998). *Dairy chemistry and biochemistry*. Blackie Academic & Professional.

Fröhlich-Wyder, M.-T., Arias-Roth, E., Jakob, E. (2019). Cheese yeasts. *Yeast (Chichester, England)*, 36(3), 129–141. <https://doi.org/10.1002/yea.3368>

Galloway, J. H. (1995). Production of soft cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 48(2), 36–43. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.1995.tb02464.x>

Gänzle, M. G. (2015). Lactic metabolism revisited: Metabolism of lactic acid bacteria in food fermentations and food spoilage. *Current Opinion in Food Science*, 2, 106–117. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.03.001>

Gobbetti, M., Neviani, E., Fox, P. F. (2018). The cheeses of Italy: Science and technology. In *The cheeses of Italy: Science and technology* (pp. 43–78). Springer.

Goerges, S., Mounier, J., Rea, M. C., Gelsomino, R., Heise, V., Beduhn, R., Cogan, T. M., Vancanneyt, M., Scherer, S. (2008). Commercial ripening starter microorganisms inoculated into cheese milk do not successfully establish themselves in the resident microbial ripening consortia of a South German red smear cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(7), 2210–2217.

Golin, R., Sobral, D., Jacinto, G., Aglaê, V. (2016). Efeito da aplicação de *Brevibacterium linens* na maturação de queijos tipo Saint Paulin de casca tratada. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i5.472>

Gori, K., Mortensen, H. D., Arneborg, N., Jespersen, L. (2007). Ammonia production and its possible role as a mediator of communication for *Debaryomyces hansenii* and other cheese-relevant yeast species. *Journal of Dairy Science*, 90(11), 5032–5041.

Harnett, J., Davey, G., Patrick, A., Caddick, C., Pearce, L. (2011). Lactic acid bacteria | *Streptococcus thermophilus*. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (pp. 143–148). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374407-4.00268-5>

Huppertz, T. (2013). Chemistry of the caseins. In P. L. H. McSweeney & P. F. Fox (Eds.), *Advanced Dairy Chemistry* (pp. 49–138). Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8602-3>

Hynes, E., Ogier, J.-C., Delacroix-Buchet, A. (2000). Protocol for the manufacture of miniature washed-curd cheeses under controlled microbiological conditions. *International Dairy Journal*, 10(10), 733–737. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(00\)00102-3](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(00)00102-3)



Kethireddipalli, P., Hill, A. R., Dalglish, D. G. (2010). Protein interactions in heat-treated milk and effect on rennet coagulation. *International Dairy Journal*, 20(12), 838–843.

Kishor, K., David, J., Tiwari, S., Wilson, I., Shankar, B. (2017). Development of nutritive biscuits fortified with different levels of chickpea milk cottage cheese. *The Pharma Innovation*, 6(7F), 890.

Kristyna, K., Miroslava, K., Florianova, M., Karasova, D., Babak, V., Strakova, N., Juricova, H. (2023). Microbial succession in the cheese ripening process—Competition of the starter cultures and the microbiota of the cheese plant environment. *Microorganisms*, 11(7), 1735. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071735>

Larpin, S., Mondoloni, C., Goerges, S., Vernoux, J.-P., Guéguen, M., Desmasures, N. (2006). *Geotrichum candidum* dominates in yeast population dynamics in Livarot, a French red-smear cheese. *FEMS Yeast Research*, 6(8), 1243–1253.

Larpin-Laborde, S., Imran, M., Bonaïti, C., Bora, N., Gelsomino, R., Goerges, S., Irlinger, F., Goodfellow, M., Ward, A. C., Vancanneyt, M., Swings, J., Scherer, S., Guéguen, M., Desmasures, N. (2011). Surface microbial consortia from Livarot, a French smear-ripened cheese. *Canadian Journal of Microbiology*, 57(8), 651–660. <https://doi.org/10.1139/w11-050>

Leuschner, R. G., Hammes, W. P. (1998). Degradation of histamine and tyramine by *Brevibacterium linens* during surface ripening of Munster cheese. *Journal of Food Protection*, 61(7), 874-878.

Lombardi, J., Ciocia, F., Uniaccke-Lowe, T., Boeris, V., Risso, P., McSweeney, P. L. H. (2019). Application of an enzymatic extract from *Aspergillus niger* as coagulant for Cheddar cheese manufacture. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 62.

El Soda, M., Awad, S. (2014). CHEESE | Role of Specific Groups of Bacteria. *Elsevier EBooks*, 416–420. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384730-0.00061-6>

Marilley, L. (2004). Flavours of cheese products: Metabolic pathways, analytical tools and identification of producing strains. *International Journal of Food Microbiology*, 90(2), 139–159.

Martin, B., Chamba, J.-F., Coulon, J.-B., & Perreard, E. (1997). Effect of milk chemical composition and clotting characteristics on chemical and sensory properties of Reblochon de Savoie cheese. *Journal of Dairy Research*, 64(1), 157–162. <https://doi.org/10.1017/s0022029996001975>

Mariani, C., Briandet, R., Chamba, J.-F., Notz, E., Carnet-Pantiez, A., Eyoug, R. N., & Oulahal, N. (2007). Biofilm Ecology of Wooden Shelves Used in Ripening the French



Raw Milk Smear Cheese Reblochon de Savoie. *Journal of Dairy Science*, 90(4), 1653–1661. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-190>

McSweeney, P. L. H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 127–144.

McSweeney, P. L. H. (2007). *Cheese Problems Solved*. Woodhead Publishing.

McSweeney, P. L. H., Fox, P. F. (2013). *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*. Springer Science & Business Media.

Montanhini, M. T. M. (2023, maio 16). Queijos de casca lavada. *MilkPoint*. <https://www.milkpoint.com.br/colunas/maike-tais-maziero-montanhini/queijos-de-casca-lavada-230056/>

Montel, M.-C., et al. (2014). Traditional cheeses: Rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136–154.

Mounier, J., Coton, M., Irlinger, F., Landaud, S., Bonnarme, P. (2017). Smear-ripened cheeses. In *Cheese* (pp. 955–996). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-417012-4.00038-7>

Mounier, J., Monnet, C., Jacques, N., Antoinette, A., Irlinger, F. (2009). Assessment of the microbial diversity at the surface of Livarot cheese using culture-dependent and independent approaches. *International Journal of Food Microbiology*, 133(1-2), 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.04.020>

Mounier, J., Rea, M. C., O'Connor, P. M., Fitzgerald, G. F., & Cogan, T. M. (2007). Growth Characteristics of *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, and *Staphylococcus* spp. Isolated from Surface-Ripened Cheese. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(23), 7732–7739. <https://doi.org/10.1128/aem.01260-07>

Mounier, J., Monnet, C., Vallaey, T., Arditi, R., Sarthou, A.-S., Hélias, A., Irlinger, F. (2008). Microbial interactions within a cheese microbial community. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(1), 172–181. <https://doi.org/10.1128/aem.01338-07>

Paula, J., Carvalho, A., Furtado, M. (2013). Princípios básicos de fabricação de queijo: Do histórico à salga. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64(367), 19–25.

Perry, K. S. P. (2004). Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. *Química Nova*, 27(2), 293–300.

Rani, M., Verma, N. S. (1995). Changes in organoleptic quality during ripening of cheese made from cows and soya milk blends, using microbial rennet. *Food Chemistry*, 54(4), 369–375.

Ratray, F. P., Eppert, I. (2011). Cheese | Secondary cultures. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (2nd ed., pp. 567–573). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-374407-4.00068-6>



Ratray, F. P., Eppert, I. (2022). Secondary cultures. In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (3rd ed., pp. 336–342).

Ratray, F. P., Fox, P. F. (1999). Aspects of enzymology and biochemical properties of *Brevibacterium linens* relevant to cheese ripening: A review. *Journal of Dairy Science*, 82(5), 891–909.

Riahi, M. H., Trelea, I. C., Picque, D., Leclercq-Perlat, M.-N., Hélias, A., Corrieu, G. (2007). A model describing *Debaryomyces hansenii* growth and substrate consumption during a smear soft cheese deacidification and ripening. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2525–2537.

Ritschard, J. S., Schuppler, M. (2024). The microbial diversity on the surface of smear-ripened cheeses and its impact on cheese quality and safety. *Foods*, 13(2), 214.

Robinson, R. K. (Ed.). (1995). Cheese surface-ripened with a mixed micro-flora. In *A Colour Guide to Cheese and Fermented Milks* (pp. 140–141). Chapman and Hall.

Ryser, E. T., Marth, E. H. (1989). Behavior of *Listeria monocytogenes* during manufacture and ripening of brick cheese. *Journal of Dairy Science*, 72(4), 838–853.

Sandra, S., Ho, M., Alexander, M., Corredig, M. (2012). Effect of soluble calcium on the renneting properties of casein micelles as measured by rheology and diffusing wave spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 95(1), 75–82. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4713>

Santiago-López, L., Aguilar-Toalá, J. E., Hernández-Mendoza, A., Vallejo-Córdoba, B., Liceaga, A. M., González-Córdova, A. F. (2018). Invited review: Bioactive compounds produced during cheese ripening and health effects associated with aged cheese consumption. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3742–3757.

Scott, R., Robinson, R. K., Wilbey, R. A. (1998). *Cheesemaking practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5819-4>

Sørensen, L. M., Gori, K., Petersen, M. A., Jespersen, L., Arneborg, N. (2011). Flavour compound production by *Yarrowia lipolytica*, *Saccharomyces cerevisiae* and *Debaryomyces hansenii* in a cheese-surface model. *International Dairy Journal*, 21(12), 970–978. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2011.06.005>

Sutthiwong, N., Caro, Y., Milhau, C., Valla, A., Fouillaud, M., Dufossé, L. (2014). *Arthrobacter arilaitensis* strains isolated from ripened cheeses: Characterization of their pigmentation using spectrophotometry. *Food Research International*, 65, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.014>

Suzuki, T., Matsutani, M., Matsuyama, M., Unno, R., Matsushita, H., Sugiyama, M.,



## REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Yamasato, K., Koizumi, Y., Ishikawa, M. (2021). Growth and metabolic properties of halophilic and alkaliphilic lactic acid bacterial strains of *Marinilactibacillus psychrotolerans* isolated from surface-ripened soft cheese. *International Dairy Journal*, 112, 104840. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104840>

Upreti, P., Metzger, L. E. (2007). Influence of calcium and phosphorus, lactose, and salt-to-moisture ratio on Cheddar cheese quality: pH changes during ripening. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 1–12.

Wyder, M. T., Puhán, Z. (1999). Role of selected yeasts in cheese ripening. *International Dairy Journal*, 9(2), 117–124.

Zheng, X., Shi, X., Wang, B. (2021). A review on the general cheese processing technology, flavor biochemical pathways and the influence of yeasts in cheese. *Frontiers in Microbiology*, 12, 703284. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.703284>