



**NOVA**

NOVA SCHOOL OF  
SCIENCE & TECHNOLOGY

DEPARTAMENTO DE  
CIÊNCIAS DA TERRA

BRUNO MIGUEL DOS SANTOS LIMA PEREIRA

Licenciado em Bioquímica

# ANÁLISE DE RENDIMENTOS NA PRODUÇÃO DE QUEIJO FRESCO

MESTRADO EM TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO E  
TRANSFORMAÇÃO AGRO-INDUSTRIAL

Universidade NOVA de Lisboa  
Novembro, 2021



# ANÁLISE DE RENDIMENTOS NA PRODUÇÃO DE QUEIJO FRESCO

**BRUNO MIGUEL DOS SANTOS LIMA PEREIRA**

Licenciado em Bioquímica

**Orientador:** Engenheiro Ricardo Jorge da Silva Esteves Ribeiro Nunes,  
Diretor de Produção, Queijos Santiago

**Coorientadores:** Professor Doutor Fernando José Cebola Lidon,  
Professor Catedrático, Universidade NOVA de Lisboa

Professora Maria Manuela Abreu da Silva,  
GeoBiotec, Polo FCT-UNL



Copyright © Bruno Miguel dos Santos Lima Pereira, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



“Resultados são obtidos do aproveitamento de oportunidades, não da resolução de problemas.”

Peter Drucker



## Agradecimentos

No fim desta etapa, importa mostrar a minha gratidão a todos aqueles que o tornaram possível.

Em primeiro lugar, agradeço à professora Maria Manuela Silva, ao professor Fernando Lidon e ao Engenheiro Ricardo Esteves a orientação desta dissertação, desde a oportunidade que me foi concedida até ao apoio que permitiu a sua conclusão.

Pela realização do estágio que está na origem desta dissertação, agradeço à Queijos Santiago, na pessoa do seu administrador João Santiago, pela disponibilidade em aceitar receber-me, assim como por toda a formação profissional que me foi transmitida. Ademais, o meu obrigado a todos os colaboradores que, sem exceção, ternamente me acolheram como parte da equipa desde o primeiro dia. Por fazerem diariamente de mim um melhor colaborador, através de um espírito cooperativo exemplar e de uma partilha ilimitada, deixo um agradecimento especial aos colegas Bruno Veloso, Cristiana Martins, Fátima Barbosa, Fátima Lopes, Helena Gonçalves, Helena Lopes, João Luzio, José Cainço, Marisa Sanchez, Rodrigo Saramago, Sónia Batista, Tânia Aguiar e Telmo Oliveira.

Pelos conhecimentos e ferramentas que me facultaram, agradeço ao corpo docente do mestrado em Tecnologias de Produção e Transformação Agro-Industrial. Gostaria de agradecer em particular à professora Maria Manuela Simões, uma referência de gentileza e generosidade que levarei comigo para o futuro.

Às minhas colegas do Departamento de Ciências da Terra, Ana Rita Coelho e Cláudia Pessoa, agradeço todo o apoio ao longo deste ciclo.

Finalmente, a todos aqueles que me seguram quando tropeço. Poucos, mas bons. Muito bons. Ana, Mónica, há quase tantos anos como somos vivos, e quantos mais vivermos. Elisa, Margarida, Sérgio, conto-vos como família. Bruna, Maria, Raquel, levei-vos da faculdade para a vida. Marta, a história repete-se, e sem ti não estaria uma vez mais a escrever este texto, obrigado. David e Nuno, todos os dias a tomar conta de mim. Guilherme, por tudo.

À minha família, dedico-lhes isto que é o trabalho deles. Obrigado por me terem dado tudo aquilo que precisei para poder agora fazer um futuro. Em especial, à minha mãe porque, todos os dias, tudo o que faço é para ti.



## Resumo

O consumo de queijo é uma tradição na alimentação portuguesa. De entre uma variedade de opções disponíveis, o queijo fresco é muito popular devido ao seu interesse nutricional e versatilidade. Historicamente, o fabrico artesanal de queijo resultava numa grande disparidade de resultados obtidos pois a origem das matérias-primas conferia uma grande variabilidade, um problema atenuado pelo avanço tecnológico, mas ainda não solucionado na totalidade. A seleção de matérias-primas alimentares é um dos momentos cruciais da produção de alimentos pois, dependendo do tipo de processo, poderá ter uma influência mais ou menos notória no rendimento de produção. Em processos como a produção de queijo fresco, torna-se uma escolha determinante para o sucesso, uma vez que o rendimento deriva diretamente da composição das matérias-primas, nomeadamente o leite.

O objetivo da presente dissertação é identificar possíveis correlações entre a oscilação dos rendimentos de produção e a variação de parâmetros relacionados com propriedades do leite em natureza e diferentes abordagens à padronização do leite. Com este fim, executa-se um tratamento estatístico de dados, procurando identificar os motivos por detrás das oscilações e visando a regularização do processo e consequente manutenção dos rendimentos.

A revisão bibliográfica indica que alguns parâmetros serão mais expectáveis de exercer influência sob os rendimentos, porém partir-se-á da hipótese de qualquer uma das variáveis poder induzir um efeito no rendimento.

Em qualquer dos grupos de correlações efetuadas, não foram observadas correlações nas amplitudes de valores experimentadas; isto é, os parâmetros foram variados dentro de intervalos em que induzem já estabilidade nos rendimentos. Os resultados foram utilizados para a exclusão de hipóteses e condução da continuação dos estudos.

O trabalho foi realizado na JD Empresa de Lacticínios SA, a unidade de produção de queijos frescos do grupo Queijos Santiago.

**Palavras-chave:** queijo fresco; rendimento de produção; leite em natureza; padronização.



## **Abstract**

Cheese consumption is a tradition in portuguese food. Among a variety of options available, fresh cheese is very popular due to its nutritional interest and versatility. Historically, artisanal cheese making resulted in a great disparity of obtained results, as the origin of the raw materials conferred great variability, a problem mitigated by technological advances, but not yet fully resolved. The selection of raw materials is one of the crucial moments in food production because, depending on the type of process, it can have a more or less noticeable influence on the production yield. In processes such as cheese production, it becomes a decisive choice for success, since the yield is directly derived from the composition of the raw materials, namely the milk.

The aim of this dissertation is to identify possible correlations between the oscillation of production yields and the variation of parameters related to natural milk properties and different approaches to milk standardization. For this purpose, a statistical data treatment is carried out, seeking to identify the reasons behind the fluctuations and aiming for the regularization of the process and consequent yields maintenance.

The literature review indicates that some parameters are more likely to influence the yield, however, it will be assumed that any of the variables may induce an effect.

In any of the groups of correlations performed, no correlations were observed in the ranges of values experimented; that is, the parameters were varied within ranges that already induce stability in yields. The results were used to exclude hypotheses and conduct the continuation of the studies.

The work was carried out at JD Empresa de Lacticínios SA, the fresh cheese production unit of the Queijos Santiago group.

**Keywords:** fresh cheese; production yield; natural milk; standardization.



# Índice

Agradecimentos.....	ix
Resumo.....	xi
Abstract .....	xiii
Índice de figuras .....	xvii
Índice de tabelas .....	xxiii
Capítulo 1    Introdução.....	2
1.1    Queijos Santiago .....	2
1.2    Objetivos e estrutura do trabalho .....	3
Capítulo 2    O queijo fresco: revisão bibliográfica .....	4
2.1    Queijo fresco .....	4
2.2    Importância nutricional do queijo fresco.....	6
2.3    Mercado do queijo.....	7
2.4    Matérias-primas alimentares .....	9
2.4.1    Leite.....	10
2.4.2    Leite em pó.....	12
2.4.3    Proteína de leite em pó.....	13
2.4.4    Cloreto de cálcio.....	13
2.4.5    Coalho .....	13
2.4.6    Sal.....	14
2.5    Produção de queijo fresco .....	15
Capítulo 3    Rendimentos na indústria alimentar: revisão bibliográfica.....	18
3.1    Fatores que afetam a composição do leite.....	19
3.2    Influência das operações .....	20
3.3    Cálculo de rendimento na produção de queijo .....	21
Capítulo 4    Materiais e métodos .....	24
4.1    Dados.....	24

4.2	Estratégia de tratamento de dados .....	28
Capítulo 5	Resultados e discussão .....	30
5.1	Análise univariada: caracterização das amostras .....	30
5.2	Análise bivariada.....	34
5.2.1	Evolução temporal dos rendimentos de produção.....	34
5.2.2	Parâmetros provenientes de análises ao leite em natureza .....	36
5.2.3	Parâmetros referentes à padronização do leite .....	51
5.2.4	Tempo entre a receção e a utilização do leite.....	57
5.2.5	Lotes de matérias-primas .....	59
Capítulo 6	Conclusões e futuro da investigação .....	62
Anexo 1	.....	68

## Índice de figuras

Figura 1.1 - À esquerda, o logótipo da Queijos Santiago. À direita, alguns elementos representativos da gama de produtos da marca.....	2
Figura 2.1 – Famílias de queijos frescos, agrupados pelo tipo de coagulação (adaptado de Fox et al., 2017).....	5
Figura 2.2 - Gráficos representativos da evolução da produção de queijo em Portugal, por tipo de leite. À esquerda, projetam-se o total de queijos e os queijos produzidos a partir de leite de vaca; à direita, os queijos produzidos a partir de leite de ovelha, cabra ou mistura (INE, 2021).....	8
Figura 2.3 - Representação esquemática da micela de caseína (Silva et al, 2019).....	12
Figura 2.4 - Fluxograma de fabrico de queijo fresco (simplificado a partir do fluxograma do de fabrico do processo da Queijos Santiago, da autoria de Eng. <sup>a</sup> Fátima Barbosa).....	17
Figura 5.1 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de vaca meio gordo padronizado (amostra VMGPad). ....	30
Figura 5.2 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de cabra (amostra CAB). ....	31
Figura 5.3 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de cabra (amostra OVE). ....	32
Figura 5.4 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de vaca magro padronizado (amostra VMagPad).....	33
Figura 5.5 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra VMGPad. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise. ..	34
Figura 5.6 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra CAB. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.....	35
Figura 5.7 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra OVE. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.....	35
Figura 5.8 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra VMagPad. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise. ..	36
Figura 5.9 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	37
Figura 5.10 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	37

Figura 5.11 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	38
Figura 5.12 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	38
Figura 5.13 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	39
Figura 5.14 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	40
Figura 5.15 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	40
Figura 5.16 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	41
Figura 5.17 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	42
Figura 5.18 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	42
Figura 5.19 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	43
Figura 5.20 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.....	43
Figura 5.21 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	44
Figura 5.22 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	45

Figura 5.23 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	45
Figura 5.24 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	46
Figura 5.25 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	47
Figura 5.26 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	47
Figura 5.27 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	48
Figura 5.28 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	48
Figura 5.29 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	49
Figura 5.30 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra. ....	49
Figura 5.31 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha. ....	50
Figura 5.32 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	50
Figura 5.33 - Correlação entre Rendimento e LeiteMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em natureza presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	51

Figura 5.34 - Correlação entre Rendimento e LeiteMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em natureza presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado....	52
Figura 5.35 - Correlação entre Rendimento e LPóMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	53
Figura 5.36 - Correlação entre Rendimento e LPóMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	53
Figura 5.37 - Correlação entre Rendimento e ProtMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	54
Figura 5.38 - Correlação entre Rendimento e ProtMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	55
Figura 5.39 - Correlação entre Rendimento e SalMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de sal presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	56
Figura 5.40 - Correlação entre Rendimento e SalMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de sal presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado. ....	56
Figura 5.41 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado. ....	57
Figura 5.42 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de cabra. ....	57
Figura 5.43 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de ovelha. ....	58
Figura 5.44 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.	58

Figura 5.45 - Correlação entre Rendimento e lotes de leite em pó – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com lotes de leite em pó (numerados de 1 a 23) utilizado na mistura de leite que originou os queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado..... 59

Figura 5.46 - Correlação entre Rendimento e lotes de leite em pó – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com lotes de leite em pó (numerados de 1 a 18) utilizado na mistura de leite que originou os queijos frescos de leite de vaca magro padronizado..... 60



## Índice de tabelas

Tabela 2.1 - Valores nutricionais (por 100 g) referentes a queijos habitualmente consumidos em Portugal (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018). .....	7
Tabela 2.2 – Composição do leite de diferentes espécies animais (em percentagem), assim como a energia fornecida e o tempo que o animal leva a dobrar o seu peso (Patrick F. Fox, et al, 2017). .....	11
Tabela 3.1 - Rendimentos de produção de queijo cheddar, partindo de leites de diferentes espécies animais (Fox et al., 2017). .....	20
Tabela 4.1 - Descrição das amostras escolhidas para a análise efetuada aos rendimentos de produção. ....	25
Tabela 4.2 - Súmula dos ingredientes contidos em cada uma das amostras analisadas. ....	26
Tabela 4.3 - Variáveis de estudo, derivadas de registos mantidos para efeitos de controlo interno de operações (a azul-claro, as variáveis exclusivas das misturas padronizadas).....	27
Tabela 4.4 - Medidas estatísticas utilizadas para caracterização das amostras (Feijoo, 2010). ..	28
Tabela 5.1 - Descrição da amostra VMGPad recorrendo a parâmetros estatísticos.....	30
Tabela 5.2 - Caracterização da amostra CAB recorrendo a parâmetros estatísticos. ....	31
Tabela 5.3 - Caracterização da amostra OVE recorrendo a parâmetros estatísticos. ....	32
Tabela 5.4 - Descrição da amostra VMagPad recorrendo a parâmetros estatísticos. ....	33



# Capítulo 1 Introdução

## 1.1 Queijos Santiago

A Queijos Santiago é uma empresa familiar que celebra 103 anos de existência. A sua história teve início com o comércio de queijos frescos de ovelha, produzidos em Castelo Branco e vendidos em Lisboa. Com o crescimento do negócio, a produção transitou para Algés (1960), fixando-se ulteriormente em Montemuro (1995), onde ainda se encontra. No presente dia, a Queijos Santiago, após a aquisição de empresas concorrentes e respetivas unidades de produção, conta com cinco instalações fabris em Montemuro, Palmela, Torres Vedras, Abrantes e Monforte, estando em construção a sexta unidade de produção em Portalegre.

A diversificação da oferta foi uma das apostas da Queijos Santiago ao longo dos anos, produzindo-se atualmente uma vasta gama de referências que engloba queijos frescos, curados, cremosos, fatiados e ralados, sendo que o queijo fresco permanece como o *ex-líbris* da marca. Atualmente, encontram-se à venda nas maiores cadeias de retalho do país, estando ainda presente em hotéis, restaurantes e cafés, com distribuição assegurada de norte a sul do país por frota própria.

Simultaneamente, a preocupação com a qualidade e segurança alimentar tornou-se um dos pilares da Queijos Santiago, desde que obteve a primeira certificação ISO 9002 atribuída a uma indústria de laticínios portuguesa, até ao presente dia, em que as unidades de Montemuro, Palmela e Torres Vedras são certificadas pela IFS Foods.



Figura 1.1 - À esquerda, o logótipo da Queijos Santiago. À direita, alguns elementos representativos da gama de produtos da marca.

## 1.2 Objetivos e estrutura do trabalho

A presente dissertação intitula-se “Análise de rendimentos na produção de queijo fresco” e resulta de um estudo efetuado na empresa J.D. – Empresa de Lacticínios, S.A, a unidade de produção de queijo fresco do grupo Queijos Santiago. O tema da dissertação surge do reconhecimento de um desafio relacionado com a oscilação dos rendimentos das produções de queijo fresco, por razões desconhecidas.

O objetivo deste trabalho consistiu na investigação de potenciais correlações entre a oscilação dos rendimentos de produção e a variação de parâmetros relacionados com a natureza das matérias-primas e as alterações operacionais associadas, tendo em vista a manutenção da produtividade. Para este efeito, tratam-se estatisticamente os dados contidos em registos internos de controlo da produção, visando encontrar explicações, eliminar hipóteses e dirigir a continuação deste estudo, assim como sugerir potenciais soluções técnicas que contribuam para a manutenção dos rendimentos e conseqüente regularização do processo.

Num primeiro momento deste trabalho, apresenta-se **Capítulo 2 – O queijo fresco: revisão bibliográfica** uma contextualização acerca da história do queijo, a sua importância nutricional, a sua presença no mercado, o processo de produção de queijo e as matérias-primas envolvidas. De seguida, considera-se no **Capítulo 3 – Rendimentos na indústria alimentar: revisão bibliográfica** a importância do estudo de rendimentos numa indústria alimentar, nomeadamente em relação à produção de queijo, assim como os fatores que, de acordo com a bibliografia, mais têm influência neste tipo de produção.

No **Capítulo 4 – Materiais e Métodos**, apresentam-se detalhadamente as amostras a tratar e descreve-se o plano do seu respetivo tratamento estatístico, assim como os métodos utilizados. Os resultados da investigação são apresentados e interpretados em **Capítulo 5 – Resultados e discussão**.

Finalmente, no **Capítulo 6 – Conclusões e futuro da investigação**, apresentam-se conclusões acerca das observações e sugere-se um eventual direcionamento da continuidade do estudo.

## Capítulo 2 O queijo fresco: revisão bibliográfica

### 2.1 Queijo fresco

O queijo é um clássico na alimentação portuguesa, possuindo um laço histórico com a população que remonta a tempos de pobreza e escassez nutricional, quando era grande a necessidade de conservar fontes de proteína (Graça, 2020). Historicamente, surge da domesticação dos animais e da necessidade de converter os principais componentes do seu leite em produtos menos perecíveis e mais fáceis de transportar (Fox, Guinee, Cogan, & McSweeney, 2017). Existem registos da produção de queijo desde o ano de 1000 AC, mantendo-se presente até à antiguidade clássica, onde assumiu popularidade de norte a sul do continente europeu, e persistindo até ao presente (Os editores da Enciclopédia, 2021).

Hoje em dia, trata-se de um grupo heterogéneo, apresentando grande diversidade a nível do sabor, textura e forma, pelo que se estima existirem cerca de 1400 variedades de queijo (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018), resultantes da diferente utilização das matérias-primas comuns e diferentes procedimentos de fabrico. Existem queijos historicamente associados a regiões, elaborados a partir de processos característicos que utilizam leites de diferentes espécies animais, incluindo vaca, cabra, ovelha, búfala, égua, lama, entre outras (Os editores, 2021). Assim, a palavra “queijo” constitui uma designação atribuída a um grupo altamente abrangente de alimentos derivados do leite, através da coagulação da sua fração sólida e consequente separação da sua fração líquida, surgindo na portaria nº 73 de 1 de fevereiro de 1990 como “o produto fresco ou curado, de consistência variável, obtido por coagulação e dessoramento do leite ou do leite total ou parcialmente desnatado, mesmo que reconstituído, e também da nata, do leitelho, bem como da mistura de alguns ou de todos os produtos, incluindo o lactossoro, sem ou com a adição de outros géneros alimentícios.” (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018).

A classificação de diferentes tipos de queijo através de uma categorização totalmente compreensiva é uma tarefa complexa, que permanece sem uma solução aceite universalmente. O agrupamento das variedades pode ser efetuado utilizando parâmetros distintos, sendo os mais comuns o agente de coagulação do leite, a consistência do queijo, o seu teor em matéria gorda, a sua microflora, ou o tipo de cura efetuada (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018; Fox et al., 2017). É utilizando este último critério que surge a noção de queijo fresco, descrito como o “produto obtido por coagulação e dessoramento do leite por fermentação láctica, com ou sem a adição de coalho e não submetido a processo de cura” (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018). São queijos de pasta mole, com sabor e aroma a leite, que mantêm sua cor esbranquiçada devido à ausência de maturação, e que estão prontos para consumo após a sua produção. Devido ao seu

alto teor em humidade, são altamente perecíveis, devendo ser armazenados a baixa temperatura e consumidos rapidamente, no prazo de poucos dias (Fox et al., 2017).

Considerando a generalidade dos queijos frescos, trata-se ainda de um grupo vasto, cujas variedades são usualmente agrupadas de acordo com o tipo de coagulação efetuada: ácida, ácida com aquecimento ou ácida com a adição de coalho. Em todas elas, o objetivo é a acidificação do leite pasteurizado e padronizado até ao ponto isoelétrico das proteínas, formando-se um gel que será ulteriormente cortado e dessorado. Na figura 2.1 encontram-se enumerados algumas das diferentes variedades de queijos frescos que existem, agrupadas de acordo com o critério descrito acima.

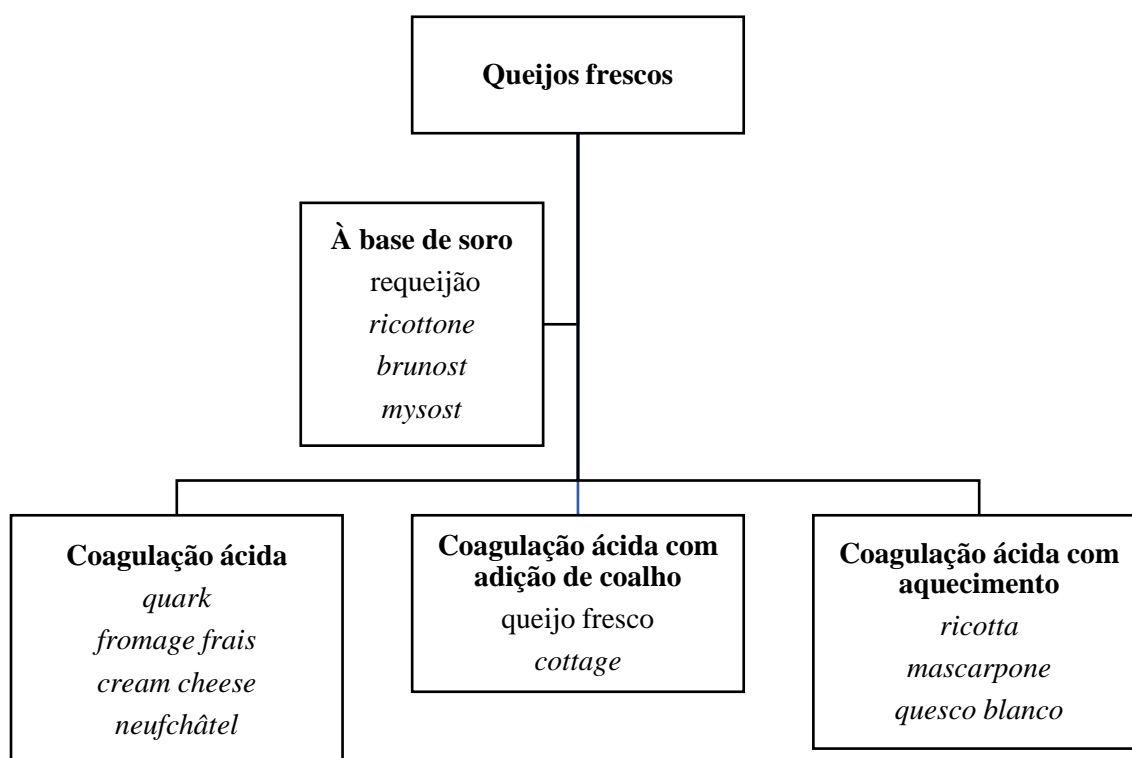


Figura 2.1 – Famílias de queijos frescos, agrupados pelo tipo de coagulação (adaptado de Fox et al., 2017).

O queijo fresco, remetendo agora para a variedade tipicamente portuguesa que toma o mesmo nome, é um produto popular, principalmente na época quente, podendo surgir desde o pequeno-almoço à ceia, apresentado como entrada ou mesmo utilizado como ingrediente em produtos de pastelaria. Para além da sua versatilidade, o seu interesse nutricional está no centro da sua notoriedade.

## 2.2 Importância nutricional do queijo fresco

Como a maioria dos laticínios, o queijo é frequentemente aconselhado como parte de uma dieta equilibrada, por ser considerado um alimento completo, podendo atingir digestibilidades da ordem dos 97 e 99% (Rashidinejad, Bremer, Birch, & Oey, 2017). Nele, podemos encontrar um teor de 18 e 35% de proteínas com elevado valor biológico, assim como vitaminas variadas. Os minerais representam 1,2 a 7,6% da massa do queijo, fazendo dele uma importante fonte de cálcio e, adicionalmente, fósforo, magnésio e um teor apreciável de sódio proveniente da adição de sal. De forma geral, os queijos têm elevados teores de gordura, essencialmente triglicéridos, podendo atingir os 47% da sua massa total; no caso dos queijos frescos, o teor de gordura é notavelmente mais reduzido. Por outro lado, a presença de hidratos de carbono é mais pronunciada nos queijos frescos, uma vez que o soro de leite constitui ingrediente e contém lactose, apesar de existirem já opções sem este açúcar (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018; Lidon & Silvestre, 2007; Rozenberg et al., 2016).

Junto daqueles que optam por um estilo de alimentação mais consciente, o queijo fresco tem muita popularidade devido ao seu baixo valor energético, alto teor em proteínas e baixo teor em gorduras (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018). Na tabela 2.1 (página seguinte), encontram-se sumarizados os valores nutricionais de alguns queijos usualmente consumidos pelos portugueses, onde é possível verificar, por comparação, os factos nutricionais apontados acima.

A nível dos impactos do consumo de queijo na saúde, vários benefícios são apontados, ainda que existam resultados contraditórios das investigações referente ao tema (Rashidinejad et al., 2017). De uma forma geral, parece haver uma correlação positiva entre o consumo de queijo e o aumento da massa mineral óssea e a prevenção da osteoporose (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018; Rozenberg et al., 2016); o mesmo parece verificar-se para a regressão de inflamações cardiovasculares e ainda para a construção e recuperação de tecido muscular.

Tabela 2.1 - Valores nutricionais (por 100 g) referentes a queijos habitualmente consumidos em Portugal (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018).

Queijo	Energia (kcal)	Lípidos (g)	Ácidos gordos saturados (g)	Hidratos de carbono (g)	Açúcares (g)	Proteína (g)	Sal (g)
Flamengo	316	23,4	12,6	0,2	0,2	26	2,12
Emmental	384	29,7	18,6	0	0	28,9	0,98
Queijo de Azeitão	313	25	13,1	0,1	0,1	21	2,25
Queijo da ilha	358	25,7	13,8	0,2	0,2	31,5	2,48
Requeijão	187	12,7	6,8	5,4	5,1	13	0,7
Quark	124	8,5	4,6	3,9	3,9	8,1	0,09
Fresco Santiago	135	6,3	4,6	8,0	4,0	11,6	0,7
Fresco Magro Santiago	82	1,0	0,7	6,0	3,0	12,3	0,7

## 2.3 Mercado do queijo

Em 2020, o mercado mundial do queijo foi avaliado em 72,26 mil milhões de dólares, estimando-se que até 2026 ocorrerá um aumento gradual correspondendo a cerca de 47% deste valor. Dos 21,22 milhões de toneladas de queijo produzidas mundialmente em 2020, a União Europeia foi responsável pela produção de 10,44 milhões de toneladas, valor que se prevê manter-se constante, com uma ligeira tendência crescente, atingindo em 2030 o valor 11,54 milhões de toneladas. Além de ser o maior produtor, a União Europeia é também o grande território onde o consumo de queijo é mais pronunciado, com 9,482 milhões de toneladas consumidas em 2020;

em comparação com os Estados Unidos da América (5,766 milhões de toneladas consumidas em 2020), o consumo é cerca de 40% superior («Cheese», sem data).

No caso de Portugal, pode verificar-se consultando os gráficos da figura 2.2 que a produção total de queijo exibiu uma tendência crescente desde o ano de 2016, diminuindo no ano atípico de 2020, decorrente da situação pandémica COVID-19. É ainda possível comprovar que a maior instabilidade se faz sentir nos queijos de vaca e mistura, por oposição a uma relativa estabilidade nos volumes produzidos de queijos de cabra e ovelha. A produção de queijos de vaca constituiu, em 2020, 74,4% do volume total de produção de queijos, seguida pela produção de queijos de ovelha (13,6%), de queijos de mistura (7,7%) e, por último, de queijos de cabra (4,2%) (INE, 2021).

Relativamente ao valor de mercado do queijo em Portugal, este produto gerou, em 2017, uma receita de 478 milhões de euros. Este foi também o ano em que o setor do queijo foi o que apresentou maior faturação na área do retalho. Neste mesmo ano, 97% dos lares portugueses terão comprado queijo, em intervalos médios de 15 dias, equivalendo a mais de 62,7 mil toneladas de queijo vendidas (Gonçalves, 2018).

Através de um estudo de mercado de 2018, foi possível verificar que 7,59 milhões de portugueses consumiram queijo nos 12 meses anteriores; este valor representa 88,7% da população acima dos 15 anos, pertencente ao território continental. Adicionalmente, 18,5% dos inquiridos diz consumir queijo fresco, surgindo este assim como a segunda variedade de queijo mais consumida, abaixo somente do queijo flamengo (Grupo Markttest, 2018).

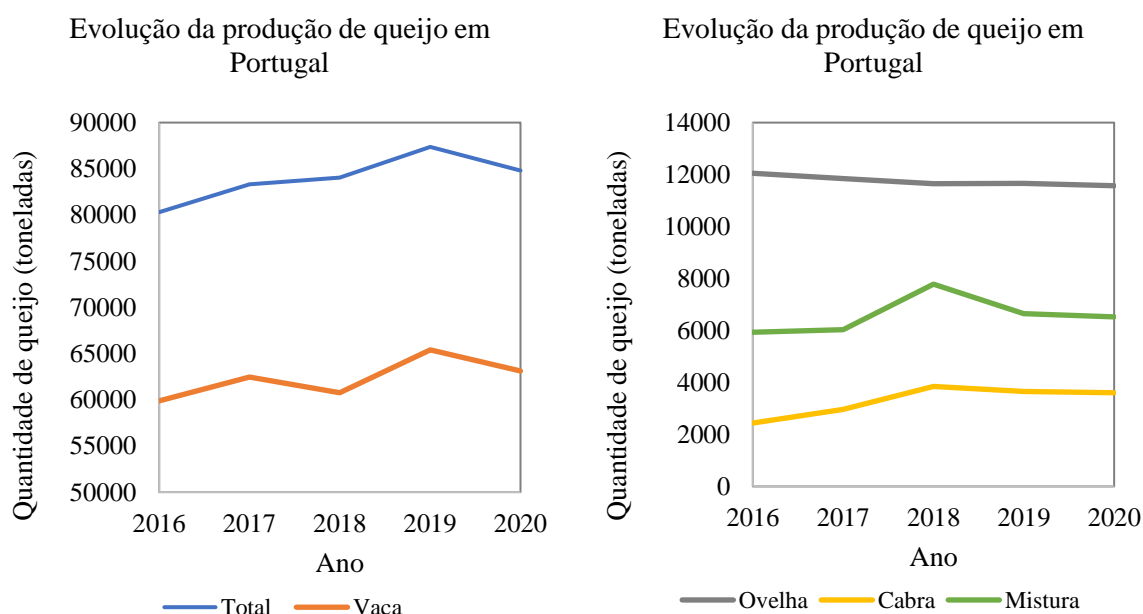


Figura 2.2 - Gráficos representativos da evolução da produção de queijo em Portugal, por tipo de leite. À esquerda, projetam-se o total de queijos e os queijos produzidos a partir de leite de vaca; à direita, os queijos produzidos a partir de leite de ovelha, cabra ou mistura (INE, 2021).

## 2.4 Matérias-primas alimentares

As matérias-primas alimentares são os produtos de origem vegetal ou animal destinados à utilização na indústria alimentar, para consumo animal e humano. A sua seleção é um dos primeiros passos na produção de alimentos e é um trabalho de pesquisa e desenvolvimento que deve integrar uma equipa multidisciplinar; deve ser efetuado o estudo das propriedades da matéria-prima e do produto almejado, de forma a tirar conclusões sobre a adequação das mesmas ao processo. Esta análise deve compreender parâmetros organoléticos, físico-químicos e estruturais, considerando as condições de transporte, armazenamento e manuseamento, assim como os processos de transformação. Estando as matérias-primas e os produtos transformados sujeitos a regulamentos e especificações, é imposta a aprovação da equipa de qualidade, para garantir a integridade organolética e segurança alimentar, assim como traçar o tempo de vida e perfil de conservação do produto (Amsbary, 2013).

Dependendo do tipo de processo, a matéria-prima escolhida terá uma influência mais ou menos flagrante no rendimento de produção; em processos como a produção de queijo, onde o rendimento deriva diretamente da composição química das matérias-primas, torna-se uma escolha determinante para o sucesso. Paralelamente, é necessário um estudo financeiro que estime um preço adequado de venda do produto final, e que considere a sua praticabilidade face ao investimento a ser equacionado (Amsbary, 2013; Bhandari & Roos, 2012).

As matérias-primas alimentares representam assim uma variável com características particulares, na medida em que são afetadas por circunstâncias especiais, nomeadamente a sua perecibilidade, heterogeneidade e sazonalidade (Pessoa, 2020). Adicionalmente, o volume de vendas é também ele sazonal, pelo que é necessário colmatar conforme possível estas restrições de forma a manter a estabilidade.

Como mencionado acima, a generalidade dos queijos tem como base as mesmas matérias-primas, nomeadamente: leite, agentes coagulantes, culturas microbianas, leite em pó, sal e cloreto de cálcio (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018). Os diferentes tipos de queijo serão produto das diferentes combinações e proporções que podem ser efetuadas partindo deste conjunto, associadas a percursos tecnológicos característicos.

### 2.4.1 Leite

No caso do queijo, o leite é a matéria-prima central, não sendo o queijo mais do que uma concentração da matéria sólida do leite.

O leite é um fluido secretado pelas fêmeas de todos os mamíferos para satisfazer as necessidades alimentares das suas crias (Fox, 2009). Trata-se de um fluido complexo por conter uma fase líquida aquosa, sólidos solúveis e agregados coloidais (Fox, 2009). É composto por 86 a 90% de água, 2,5 a 5% de proteínas (das quais 70% a 75% são caseínas, e cerca de 18% são proteínas do soro), 2 a 5% de lípidos (principalmente triglicéridos), hidratos de carbono (lactose), elementos minerais, e outros componentes menores (Guinee & O'Brien, 2010; Lidon & Silvestre, 2007). O soro é a fração líquida do leite, que engloba a água e os componentes nela dissolvidos, como a lactose e as proteínas do soro; esta é a fração que, durante a produção de queijo, será eliminada para que se concentrem os sólidos restantes. Os teores em que surgem os constituintes variam de acordo com a espécie animal, devido às diferentes necessidades nutricionais e fisiológicas das crias (Fox, 2009). Na tabela seguinte encontram-se sumarizados alguns exemplos das composições dos leites de diferentes espécies:

A qualidade do leite está no cerne do sucesso de qualquer produção de queijo, tanto a nível da segurança alimentar como do rendimento de produção, não esquecendo as características sensoriais. Sendo um meio rico em nutrientes, o leite é perfeito para o desenvolvimento de microrganismos; estes podem ser benéficos para a produção de queijo, no caso de serem produtores de ácido láctico, mas podem também deteriorar o leite ou mesmo ser patogénicos para o consumidor, no decorrer da ingestão (Panthi, Jordan, Kelly, & Sheehan, 2017). O conteúdo microbiológico do leite tem um impacto direto no conteúdo microbiológico do queijo, daí a necessidade de um tratamento térmico, como a pasteurização, que elimina os microrganismos patogénicos, podendo deixar apenas resquícios de bactérias de deterioração (Panthi et al., 2017). A presença destas bactérias deve ser evitada a todo o custo uma vez que se reflete no tempo de prateleira (i.e. *shelf-life*) do produto final, apesar de não serem patogénicas para o consumidor (Fox et al., 2017).

Tabela 2.2 – Composição do leite de diferentes espécies animais (em percentagem), assim como a energia fornecida e o tempo que o animal leva a dobrar o seu peso (Patrick F. Fox, et al, 2017).

Espécie	Sólidos totais	Lípidos	Proteínas	Lactose	Cinza	Energia (kJ/kg)	Dias para dobrar o peso de nascença
Humano	12,2	3,8	1,0	7,0	0,2	2763	120-180
Vaca	12,7	3,7	3,4	4,8	0,7	2763	30-47
Cabra	12,3	4,5	2,9	4,1	0,8	2719	12-19
Ovelha	19,3	7,4	4,5	4,8	1,0	4309	10-15
Porco	18,8	6,8	4,8	5,5	0,9	3917	9
Cavalo	11,2	1,9	2,5	6,2	0,5	1883	40-60
Elefante indiano	31,9	11,6	4,9	4,7	0,7	3975	100-260
Urso polar	47,6	33,1	10,9	0,3	1,4	16900	2-4
Foca cinzenta	67,7	53,1	11,2	0,7	0,8	20836	5

No caso da produção de queijo, a qualidade do leite está também intrinsecamente conectada com a sua composição, pois esta ditará a sua capacidade de coagulação; o teor do leite em proteínas, nomeadamente em caseínas, é o parâmetro composicional mais relevante uma vez que o queijo é o produto da coagulação das caseínas e outras interações moleculares posteriores. A maioria das caseínas encontra-se em estruturas designadas por micelas, constituídas, em diferentes proporções, pelos diferentes tipos de caseínas ( $\alpha_{s1}$ -,  $\alpha_{s2}$ -,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseínas) (Silva, Casanova, da Silva Pinto, de Carvalho, & Gaucheron, 2019). Após a sua coagulação, originam uma matriz que enclausura os lípidos e a alguma humidade, formando um gel que, depois de cortado e dessorado, forma o produto conhecido pelos consumidores (Guinee & O'Brien, 2010).

O leite é ainda um sistema quimicamente dinâmico, desde a sua composição ao seu conteúdo microbiológico, o que confere ao processo uma variabilidade que deve ser controlada através de técnicas aqui descritas a jusante. A sua imensa variabilidade decorre de múltiplos fatores que devem ser considerados pelo produtor e pelo comprador da matéria-prima: como será analisado mais à frente, importa a raça do animal, o estado de saúde, de lactação e a sua dieta, assim como o intervalo entre lactações, não esquecendo a individualidade de cada animal e até as condições climáticas. Estas variáveis afetam o rendimento da ordenha e a composição do leite (Fox, 2009; Guinee & O'Brien, 2010), influenciando futuramente a sua capacidade de coagulação, o que dita o rendimento de produção de queijo e a sua composição final.

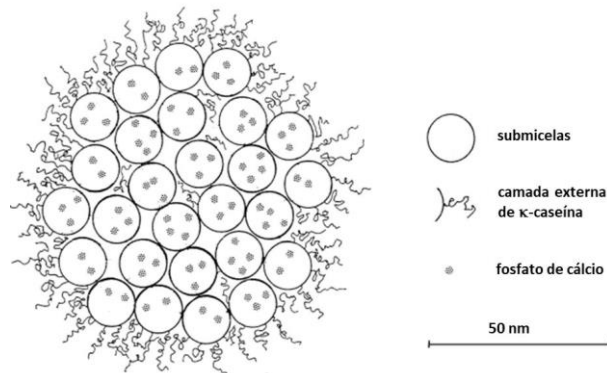


Figura 2.3 - Representação esquemática da micela de caseína (Silva et al, 2019).

## 2.4.2 Leite em pó

O leite em pó pode ser reconstituído, podendo esta mistura, por si só, ser utilizada para o fabrico de queijo. Todavia, a prática mais comum consiste na adição de leite em pó ao leite de natureza, numa operação chamada padronização. A padronização é um ajuste da composição do leite em lípidos, proteínas ou ambos, com vista a uniformizar os diferentes leites que chegam à unidade industrial, potenciando o aproveitamento dos sólidos do leite, e maximizando assim os rendimentos de produção (Bird, 2000). Adicionalmente, é usual produzir diferentes produtos de uma dada gama para várias marcas, com especificações características; este é outro dos momentos em que a padronização é uma ferramenta essencial, na medida em que permite ir de encontro às exigências dos clientes a nível dos valores nutricionais, partindo de uma única matéria-prima.

### **2.4.3 Proteína de leite em pó**

Na operação de padronização, pode ainda recorrer-se a concentrados de proteína de leite, que contribuem para o aumento da coagulabilidade, reduzindo o tempo necessário para atingir a firmeza desejada para a coalhada. Não constituem um obstáculo à aplicação do coalho uma vez que, sendo proteínas de leite, são igualmente reconhecidas pelas enzimas (Panthi et al., 2017).

### **2.4.4 Cloreto de cálcio**

Os laticínios são uma importante fonte de cálcio, sendo difícil atingir a dose diária recomendada do mineral sem a inclusão destes alimentos na dieta (Rozenberg et al., 2016). Para além dos benefícios do seu consumo, o cálcio desempenha um papel crucial na coagulação do leite, durante o fabrico de queijo. Após a pasteurização do leite, o equilíbrio entre formas solúveis e insolúveis de cálcio é quebrado devido ao aumento da temperatura. Este equilíbrio seria restabelecido durante um período de 24h a 48h de armazenagem a baixa temperatura, o que nem sempre é possível devido à urgência das indústrias pela disponibilidade da matéria-prima. Uma vez que este equilíbrio é necessário para uma coagulação eficiente da mistura, adiciona-se o cloreto de cálcio para que seja restabelecido. Este fator, associado à diminuição do pH da mistura induzida por esta adição, facilita a agregação das caseínas e permite diminuir a quantidade de coalho adicionada à mistura (Guinee & O'Brien, 2010; Hill & Ferrer, 2021).

### **2.4.5 Coalho**

O coalho é um concentrado de enzimas cuja função é hidrolisar as caseínas presentes no leite, o que induz a sua coagulação e, por consequência, a retenção dos lípidos, formando um gel composto por coágulos firmes e insolúveis. O gel obtido – a coalhada – pode ter origem na acidificação do leite ou na ação enzimática do coalho, o que conduz a resultados organoleticamente distintos (Fernandes, 2013). A utilização de enzimas para este efeito é a aplicação mais antiga de enzimas de que há registo (Guinee & O'Brien, 2010).

Os coalhos podem ter diversas origens (animal, vegetal, microbiana, sintética), sendo que muitas variedades requerem um tipo de agente coagulante em particular. Consoante o objetivo, é fulcral otimizar a atividade enzimática através da regulação da temperatura e pH, parâmetros que

afetam a estabilidade enzimática e condicionam assim o tempo necessário para atingir a coagulação desejada (Fernandes, 2013).

No caso do queijo fresco, é tipicamente utilizado o coalho animal, proveniente de extratos do abomaso de animais lactentes por terem teores especialmente elevados de quimosina. O mais comum é coalho bovino, ainda que a sua disponibilidade tenda a sofrer oscilações, o que confere popularidade crescente à utilização de coalho microbiano (Guinee & O'Brien, 2010).

A escolha do agente coagulante deve ter em conta fatores como os requerimentos legais, o estudo financeiro (compreendendo o rendimento de produção), a atividade enzimática e a estabilidade das enzimas face às condições do processo, assim como a afetação do sabor e da textura, as condições de inativação e o modo de armazenamento (Guinee & O'Brien, 2010).

#### **2.4.6 Sal**

O sal pode surgir no fabrico de queijo em dois momentos, através da sua adição direta à massa ou do processo de salga. A sua utilização terá influência no sabor e textura do queijo, mas também na sua qualidade e segurança alimentar, uma vez que interfere com a componente microbiológica, prolongando o tempo de conservação das características desejadas (Fox et al., 2017).

Em variedades como o queijo fresco, em que o teor de sal incorporado na massa é diminuto e a salga não é efetuada, a sua função é fundamentalmente organolética (Figueiredo, Limpo, Gonçalves, Pedrosa, & Diniz, 2001; Fox et al., 2017), porém em variedades com maiores quantidades de sal, este pode contribuir significativamente para a absorção diária de sódio recomendada. Em variedades em que se efetua a salga, esta tem um papel importante na remoção de humidade do queijo (Figueiredo et al., 2001).

## 2.5 Produção de queijo fresco

Historicamente, o fabrico de queijo dependia da passagem da sabedoria artesanal entre produtores locais, o que constituía um método falível devido à falta de exatidão das receitas (Robinson & Wilbey, 1998). Estas deveriam conter informações acerca das matérias-primas, as respetivas quantidades, a descrição detalhada das operações, as condições de temperatura e acidez, assim como o método de armazenamento e conservação. Mesmo cumpridos todos estes requisitos, não estariam asseguradas produções idênticas entre si, dada a grande variabilidade que a origem das matérias-primas conferia.

Com o progresso tecnológico e a transição para a produção em massa, adotaram-se diretrizes que são transversais à maioria das variedades. Regra geral, consideram-se as principais fases do fabrico da generalidade dos queijos (Associação Portuguesa de Nutrição, 2018; Figueiredo et al., 2001; Fox et al., 2017; Lidon & Silvestre, 2007):

- 1) Seleção e tratamento do leite;
- 2) Acidificação;
- 3) Coagulação por acidificação ou proteólise;
- 4) Adições;
- 5) Corte da coalhada;
- 6) Desidratação do coágulo;
- 7) Enchimento, moldagem e prensagem;
- 8) Salga;
- 9) Dessoramento;
- 10) Maturação/cura;
- 11) Embalamento, expedição e transporte.

O fabrico de queijo fresco assenta na mesma matriz, apresentando como principais diferenças a ausência dos processos de salga e de cura.

O processo de produção de queijo fresco tem início com a receção das matérias-primas. Na empresa Queijos Santiago, a produção de leite é assegurada por produtores externos, que são acompanhados por uma equipa de apoio. Após a recolha de leite nos produtores e entrega nas unidades de produção, é executada uma verificação a nível da segurança e qualidade, através de uma série de análises laboratoriais; o leite pode somente ser rececionado após a validação de que cumpre todos os requisitos de segurança alimentar. O conjunto das análises efetuadas inclui a determinação das percentagens de água, gordura e proteína, a acidez, crioscopia, presença de

inibidores, contagem de células somáticas, contagem de bactérias, pesquisa de peróxidos, prova do álcool e prova da fervura, assim como a medição da temperatura e do pH.

Durante a sua descarga, o leite é filtrado para remoção de impurezas de maior dimensão, e, nos casos em que é necessário, padronizado para corresponder às especificações de determinadas fórmulas. Posteriormente, efetua-se a operação de pasteurização, como anteriormente referido, para reduzir a carga microbiológica do leite, prevenindo a presença de bactérias e fungos que possam ter efeitos nefastos nas qualidades sensoriais e segurança alimentar do leite. A partir deste ponto, o leite encontra-se apto para a utilização no fabrico de queijo.

Após a pasteurização, o leite é arrefecido e segue-se a adição dos ingredientes da massa do queijo, nomeadamente o coalho, o sal e o cloreto de cálcio. Após a coagulação da mistura, que no caso do queijo fresco deve ser lenta e a temperatura relativamente baixa, efetua-se o corte da coalhada com uma lira que percorre a massa em dois sentidos perpendiculares, até ser atingido o tamanho de fragmento almejado para o tipo de queijo em produção. Segue-se o dessoramento da massa e enchimento dos moldes, deixando-se depois o queijo arrefecer em câmaras de frio antes de ser desmoldado. É finalmente embalado e paletizado, sendo por último expedido.

Na figura 2.4, encontra-se esquematizado um fluxograma simplificado do processo acima descrito:

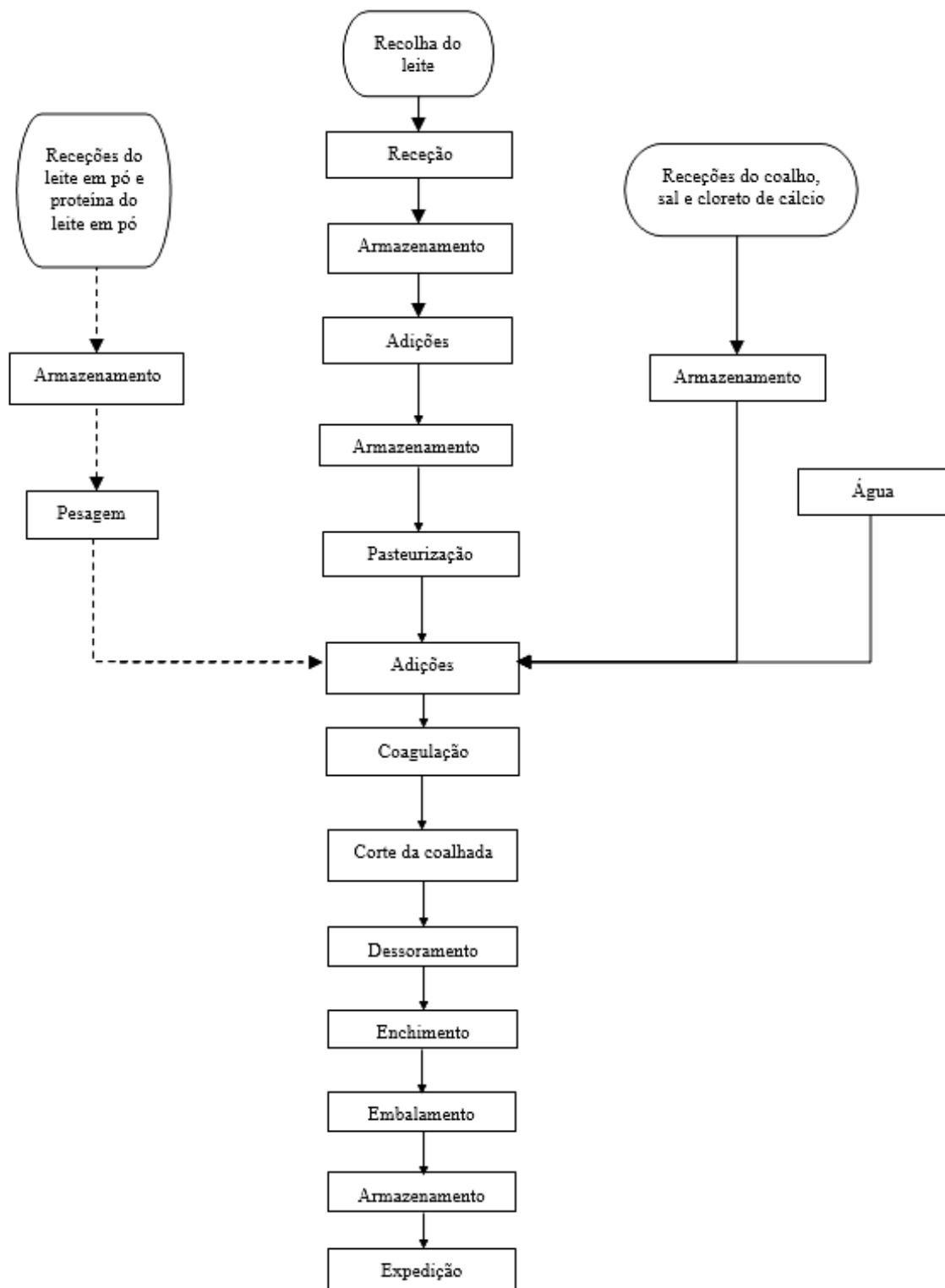


Figura 2.4 - Fluxograma de fabrico de queijo fresco (simplificado a partir do fluxograma do de fabrico do processo da Queijos Santiago, da autoria de Eng.<sup>a</sup> Fátima Barbosa).

## Capítulo 3 Rendimentos na indústria alimentar: revisão bibliográfica

A maioria das produções alimentares teve início num processo artesanal, criado em meio particular, pelo que não se trata originalmente de um processo de engenharia. Até há relativamente pouco tempo na história, trabalhava-se com menores volumes, mais colaboradores e, muitas vezes, apenas sazonalmente. As matérias-primas, de uma complexidade não compreendida, oscilavam em qualidade e quantidade. A lacuna na compreensão do comportamento das matérias-primas refletia-se na mesma falta de compreensão do comportamento do produto, o que criava um impedimento à evolução e contribuía para a perpetuação da visão artesanal dos processos alimentares (Somsen & Capelle, 2002; Somsen, Capelle, & Tramper, 2004).

No cenário da indústria alimentar, os processos mostram-se cada vez mais complexos, com exigências quantitativas e qualitativas crescentes (Somsen, 2004). Assim, na perspetiva de otimizar a produção, é necessário sistematizar uma análise da eficiência, de forma a expressar resultados que ajudem futuramente a fundamentar decisões. O alcance destes resultados não vai somente até à correção de práticas ineficientes, sendo também importantes para revisões da viabilidade económica dos produtos. A avaliação da eficiência é ainda útil na perspetiva da previsão de futuros rendimentos; desta forma, ficam facilitados o planeamento de produções e o controlo de *stocks* (Fox et al., 2017). Uma vez que pequenas diferenças nos rendimentos traduzem grandes diferenças a nível dos lucros, esta ferramenta não é apenas vantajosa na perspetiva da produção, mas também da gestão, devendo ser acompanhada e considerada por ambos (El-Gawad, 2015).

Os indicadores de rendimento ajudam a sinalizar e eliminar más práticas que são vistas como procedimentos normais, assim como a ilustrar ideias perante os órgãos de gestão, seja provando um desperdício ou mostrando a necessidade de uma aquisição tecnológica (Somsen et al., 2004).

Nos processos em que o rendimento é diretamente dependente da composição química das matérias-primas, é relativamente simples calcular rendimentos (Somsen, 2004). Este é o caso dos laticínios, incluindo o queijo, cujo rendimento de produção não é mais que um indicador da recuperação dos sólidos do leite. Desta forma, o objetivo último de um produtor de queijo é maximizar a retenção de proteínas, lípidos e humidade, diminuir perdas e obter um produto seguro com as devidas qualidades organoléticas, aumentando o futuro retorno económico.

A potenciação do rendimento da produção de queijo envolve uma compreensão plena da composição do leite, dos fatores que nela têm influência, do processo de gelificação e do impacto que os processos têm no gel (Fox et al., 2017).

Os fatores que influenciam o rendimento da produção de queijo são variados, tendo caráter multidisciplinar e estendendo-se pelas diversas fases do processo.

### **3.1 Fatores que afetam a composição do leite**

Conforme descrito anteriormente, o leite é uma mistura coloidal complexa, cuja composição é o fator que maior influência terá no rendimento da produção de queijo. Os diferentes constituintes terão diferentes importâncias, sendo que o principal foco está nos teores em proteínas (nomeadamente caseínas) e lípidos. Tomando o leite de vaca como exemplo, os rendimentos de produção tendem a aumentar linearmente com o aumento dos teores destas macromoléculas, sendo a taxa de aumento superior para o caso das proteínas (Fox et al., 2017). O incremento devido ao teor em proteínas pode ainda ser potenciado pelo tipo de proteínas presentes: sabe-se que leites com proporções altas de  $\alpha_{s2}$ - e  $\beta$ -caseínas têm coagulações mais lentas do que leites ricos em  $\kappa$ -caseínas. Precisamente por serem ricas em  $\kappa$ -caseínas, as micelas de caseína com menor tamanho coagulam mais facilmente do que as micelas maiores (Panthi et al., 2017). Relativamente aos lípidos, o seu aumento tende a contribuir para a firmeza da coalhada, porém o seu excesso provoca uma diluição das caseínas e impede a formação da matriz, tornando a coagulação impossível (Panthi et al., 2017).

Os teores em proteínas e lípidos são afetados por várias condições. A espécie do animal, como descrito anteriormente, influencia fortemente a composição do leite, havendo ainda variações entre raças, e até mesmo entre indivíduos. Considerando os leites de cabra, ovelha e vaca, é possível verificar que o leite de ovelha é o que possui maiores teores de proteína e será, por conseguinte, aquele a partir do qual, em teoria, seriam obtidos melhores rendimentos de produção de um dado queijo. No exemplo apresentado na tabela 3.1, é possível observar a diferença que existe nos rendimentos de produção de queijo cheddar a partir de leites de diferentes espécies, e consequentemente com diferentes teores de lípidos e proteínas:

Tabela 3.1 - Rendimentos de produção de queijo cheddar, partindo de leites de diferentes espécies animais (Fox et al., 2017).

Espécie	Lípidos (g /100 g)	Proteínas (g /100 g)	Rendimento (kg / 100 kg leite)
Ovelha	6,5	5,7	14,3
Vaca	4,0	4,0	9,3
Cabra	4,5	2,9	7,3

Outro dos factores que condiciona fortemente a composição do leite é a contagem de células somáticas (CCS); em condições de saúde normais, a CCS no leite é praticamente residual. Uma contagem expressiva é indicativa de uma resposta imunológica a uma inflamação, sendo a mais comum a mastite; trata-se de uma inflamação da glândula mamária causada pela proliferação bacteriana na pele do úbere, e posterior invasão do canal do mamilo. As principais causas deste tipo de inflamação são estados de stress provocados por proximidade excessiva entre lactações, com influência da fase de lactação, do estado nutricional do animal, a sua idade, genética e perfil de imunidade (Jones et al., 2009). As alterações que o leite sofre durante um processo inflamatório passam por um aumento do teor total em proteínas, mas diminuição do teor em caseínas, assim como uma elevada actividade proteolítica, mau desempenho no processo de coagulação, e subsequente diminuição do rendimento de produção de queijo (Fox et al., 2017).

A sazonalidade do leite está relacionada com o padrão de períodos entre lactações e com o estado de lactação no momento da ordenha. Para além destes fatores terem influência no volume de leite produzido, afetam também a composição do leite da seguinte forma: o período final de lactação é caracterizado por um aumento dos teores em gordura e proteína, porém alteram-se as proporções entre as diferentes proteínas, sobe ainda o pH do leite, assim como aumenta a atividade proteolítica, resultando numa coagulação ineficiente (Panthi et al., 2017).

### **3.2 Influência das operações**

O armazenamento do leite após entrada na unidade de produção está acoplado a refrigeração. Apesar deste passo ser imprescindível na manutenção da inocuidade microbiológica do leite, irá induzir alterações na solubilidade do fosfato de cálcio coloidal e das micelas de caseína, o que torna as caseínas mais suscetíveis à hidrólise por proteinases, aumentando também a hidrólise de lípidos pelas lipases das bactérias psicotróficas (Panthi et al., 2017).

Atendendo aos fatores composicionais anteriormente descritos, as misturas efetuadas para ir de encontro aos padrões das diferentes variedades de queijo integram as adições para efeitos de padronização; os parâmetros desta operação são estabelecidos tendo como objetivo um determinado perfil nutricional do produto final, e são aplicados em função do volume de leite. No caso das misturas que são padronizadas, o ideal seria uma personalização da padronização com base nas suas características; desta forma, a variabilidade do leite em natureza seria colmatada de forma rigorosa, porém esta prática nem sempre é possível com a tecnologia disponível.

A pasteurização é necessária pelos fatores de segurança alimentar apresentados a montante, porém dela advêm consequências a nível da integridade da estrutura dos componentes do leite, nomeadamente a precipitação de proteínas solúveis, a inativação enzimática, resultando futuramente numa coagulação mais lenta e numa coalhada menos consistente.

Mais tarde, no momento da produção de misturas, as adições de coalho e cloreto de cálcio são efetuadas em função do volume de leite e não do teor em proteína coagulável, o que começa por induzir oscilações pois idealmente, estes componentes seriam adicionados de acordo com a contagem de caseínas. No processo de coagulação, importam ainda fatores como o pH da mistura, a temperatura, a composição da mistura (para além das caseínas, o teor em humidade e lípidos), a disponibilidade de fosfato de cálcio coloidal, o tamanho da micela e a taxa de proteólise (Guinee & O'Brien, 2010; Panthi et al., 2017). Tal como acontece com as caseínas, existem na composição do leite mais sólidos cujas estruturas são alteradas pelas condições de temperatura e pH, o que condiciona a atividade das diferentes enzimas presentes (Fox et al., 2017).

O momento do corte da coalhada é escolhido com base no tempo de atuação do coalho, auxiliado pela monitorização de um colaborador; uma vez que o tempo de coagulação varia com a composição do leite, temperatura e pH. Cortar a coalhada no momento errado tem efeitos nítidos na textura do queijo, sendo que se cortada antes do tempo, origina uma massa mole com coágulos pequenos, e se cortada tarde, é produzida uma massa dura e quebradiça.

### **3.3 Cálculo de rendimento na produção de queijo**

Como referido anteriormente, no caso dos laticínios o cálculo do rendimento de produção não é mais do que um indicador da recuperação da matéria sólida do leite. Desta forma, é fundamental a manutenção de registos das quantidades de matérias-primas utilizadas, tal como o controlo das quantidades de queijo produzidas.

A forma mais direta de calcular o rendimento de produção envolve a determinação do rendimento absoluto; este representa um balanço direto entre massa de queijo produzido e massa de leite gasto, podendo alternativamente ser representado em percentagem.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa de queijo produzido (kg)}}{\text{massa de leite gasto (kg)}}$$

Esta expressão, devido à simplicidade dos seus parâmetros, apresenta limitações, sendo apenas absolutamente rigorosa quando se comparam rendimentos de uma dada receita, e assumindo que os leites utilizados têm composição igual (Fox et al., 2017; Hill & Ferrer, 2021). Desta forma, a sua utilidade passa por comparar a evolução dos valores e não pelo significado do valor absoluto obtido.

Como realçado anteriormente, no quotidiano das empresas, são rececionadas matérias-primas que apresentam variabilidade na composição e, como tal, o cálculo do rendimento absoluto perde precisão, uma vez que o potencial de matéria sólida a extrair não é constante. Ademais, pode ser útil dispor de uma forma de comparar os rendimentos de diferentes variedades de queijos, o que estas fórmulas não permitem. Tome-se como exemplo quando são utilizados leites de diferentes animais, o seu conteúdo em sólidos não é igual, pelo que um dado valor absoluto de rendimento significa resultados distintos em cada situação.

Considerando estes problemas, pode ser útil a utilização de fórmulas para rendimentos ajustados (aqui designados  $\eta_{\text{ajust}}$ ) em que são normalizados os valores de proteínas, de lípidos, de sal, de humidade ou de combinações dos anteriores, de acordo com as análises feitas ao leite em natureza. Para estes cálculos, são necessários valores de referência para os referidos parâmetros num leite.

$$\text{Rendimento}_{\text{ajust}} = \text{Rendimento} \times \left( \frac{P_{\text{ref}} + L_{\text{ref}}}{P_{\text{leite}} + L_{\text{leite}}} \right)$$



## Capítulo 4      Materiais e métodos

### 4.1 Dados

No âmbito deste estudo, consideram-se os dados contidos em ficheiros de controlo utilizados para acompanhar os *stocks* de leite. A partir destes ficheiros, pode obter-se informação acerca das receções de leite e das respetivas movimentações de volumes dentro das instalações, sendo desta forma possível seguir o leite enviado para cada produção das diferentes referências de queijo fresco. Associado a este controlo de utilizações do leite, realiza-se um registo das massas de queijo produzidas, o que possibilita um cálculo simples de rendimentos, fazendo-se uma razão entre massa de queijo produzida e volume de leite gasto, e sendo devolvida uma percentagem que representa um indicador do retorno de sólidos do leite, utilizado como medida de rendimento. Assim, a variável descrita neste trabalho como “Rendimento” constitui um indicador do rendimento de produção baseado na percentagem de retorno de sólidos do leite. Uma vez que nem todas as amostras sofrem padronização, não se utilizam rendimentos normalizados neste trabalho, para que todas as amostras sejam tratadas recorrendo somente a um indicador de rendimento.

Nesta dissertação, analisam-se misturas de leite padronizado e não-padronizado, destinadas à produção de diferentes referências. Nos casos dos leites de cabra e ovelha, estes não sofrem padronização. O caso do leite de vaca é mais complexo, na medida em que são preparadas misturas padronizadas e não-padronizadas, tanto para produção de misturas de leite meio-gordo como de leite magro. Por motivos comerciais, a administração da empresa Queijos Santiago não autorizou a divulgação de dados referentes às misturas de leite de vaca meio-gordo e magro não-padronizados. Assim, serão apenas utilizados os dados que dizem respeito às misturas de leite de vaca meio-gordo e magro padronizados.

A amostragem engloba ainda dados referentes à produção de queijos frescos de vaca, cabra e ovelha, compreendida entre o início de janeiro e o fim de agosto do ano de 2021, um período de 8 meses. Para efeitos de tratamento estatístico, as produções serão agrupadas consoante o tipo de mistura de leite que têm como base, sendo aqui consideradas as produções referentes a quatro tipos de misturas de leite:

Tabela 4.1 - Descrição das amostras escolhidas para a análise efetuada aos rendimentos de produção.

Amostra	Descrição
<b>VMGPad</b>	Produções associadas a referências produzidas com uma mistura de leite de vaca meio gordo padronizado
<b>VMagPad</b>	Produções associadas a referências produzidas com uma mistura de leite de vaca magro padronizado
<b>CAB</b>	Produções associadas a referências produzidas com uma mistura de leite de cabra
<b>OVE</b>	Produções associadas a referências produzidas com uma mistura de leite de ovelha

Uma vez que cada operação associada ao leite, nomeadamente as suas utilizações em produções de queijo, tem o seu lote interno indicado, é possível fazer o exercício de rastreabilidade e associar aos rendimentos de produção as misturas de leite utilizadas, e consequentemente o leite em natureza que lhes deu origem. De forma complementar, foram utilizados dados referentes às análises de leite efetuadas pelo departamento de qualidade, permitindo associar parâmetros físico-químicos do leite em natureza aos rendimentos das produções de queijo em que foi utilizado.

Os parâmetros utilizados na pesquisa por correlações são diferentes consoante a amostra uma vez que cada mistura tem uma combinação específica de ingredientes, em proporções definidas. No quadro, pode encontrar-se um resumo dos ingredientes de cada mistura:

Tabela 4.2 - Súmula dos ingredientes contidos em cada uma das amostras analisadas.

Amostra	Mistura de leite	Ingredientes que compõem a mistura
<b>VMGPad</b>	Leite de vaca meio gordo	Leite de vaca, leite em pó, proteína de leite em pó, sal, água
<b>VMagPad</b>	Leite de vaca magro (base de leite inteiro)	Leite de vaca, leite em pó, proteína de leite em pó, sal, água
<b>CAB</b>	Leite de cabra	Leite de cabra, sal
<b>OVE</b>	Leite de ovelha	Leite de ovelha, sal

Assim, pode ser feita uma separação das amostras entre as que correspondem a misturas padronizadas com leite em pó e proteína de leite (VMGPad e VMagPad) e as que correspondem a misturas em que apenas se acrescenta sal (CAB e OVE). Isto vai possibilitar duas análises fundamentalmente distintas, uma vez que no último caso é exclusiva a preponderância do leite em natureza que, como visto anteriormente, pode condicionar fortemente o sucesso da produção de queijo. Por outro lado, as restantes amostras permitem tirar impressões acerca do impacto da padronização.

Os parâmetros registados no controlo interno, que constituirão variáveis de estudo, podem ser encontrados na tabela 4.3:

Tabela 4.3 - Variáveis de estudo, derivadas de registos mantidos para efeitos de controlo interno de operações (a azul-claro, as variáveis exclusivas das misturas padronizadas).

Variável	Descrição
<b>%Lípidos</b>	Percentagem de lípidos no leite em natureza
<b>%Proteína</b>	Percentagem de proteína no leite em natureza
<b>CCS</b>	Contagem de células somáticas no leite em natureza (número/cm <sup>3</sup> )
<b>CBact</b>	Contagem de bactérias no leite em natureza (número/cm <sup>3</sup> )
<b>DifData</b>	Diferença entre a data de entrada do leite na unidade e a sua utilização
<b>Temperatura</b>	Temperatura do leite em natureza à receção
<b>Acidez</b>	Acidez do leite em natureza
<b>LeiteMist</b>	Concentração de leite em natureza na mistura
<b>SalMist</b>	Concentração de sal na mistura
<b>ProtMist</b>	Concentração de proteína do leite em pó na mistura
<b>LPóMist</b>	Concentração de leite em pó presente na mistura
<b>Lote</b>	Lote do leite em pó presente na mistura

As variáveis referentes a concentrações de ingredientes em misturas padronizadas serão expressas através de valores de  $k$ , representativos das concentrações após sofrerem uma operação matemática, por motivos de sigilo industrial.

Alguns dos parâmetros de estudo escolhidos derivam, como já acima se constatou, de razões apontadas na bibliografia como estando na origem de fracos rendimentos de produção de queijo; adicionalmente, outras apenas advêm de hipóteses especulativas indicadas pela equipa envolvida no fabrico.

## 4.2 Estratégia de tratamento de dados

A primeira necessidade consiste na indicação do problema que está na origem deste trabalho, nomeadamente na caracterização das amostras e ilustração da sua variabilidade, quantificando a magnitude das referidas oscilações. Para isso, tratam-se previamente as séries amostrais de forma a excluïrem-se os elementos sem significado útil; na fase subsequente, executa-se uma análise univariada de cada série amostral, para extração de parâmetros que descrevam o seu comportamento, recorrendo a medidas de posição central, de dispersão e de assimetria. Para a sua visualização, representam-se de forma gráfica as ocorrências em histogramas de frequências.

Na caracterização das amostras, utilizam-se alguns parâmetros estatísticos. São essencialmente estatísticas de síntese, que permitirão fazer observações acerca do comportamento das variáveis de forma independente (Feijoo, 2010). A tabela 4.4 resume as medidas utilizadas, explicando a sua utilidade interpretativa.

Tabela 4.4 - Medidas estatísticas utilizadas para caracterização das amostras (Feijoo, 2010).

Parâmetro		Interpretação
<b>Medidas de posição central</b>	Média	É o ponto em torno do qual se equilibram as discrepâncias entre os valores da amostra. Útil para comparações entre amostras, ainda que forneça uma descrição incompleta das mesmas.
	Moda	Trata-se do valor amostral que ocorre com mais frequência.
	Mediana	Marca o ponto em que a probabilidade de uma ocorrência se localizar abaixo ou acima dele é igual.
<b>Medidas de dispersão</b>	Mínimo	Permitem perceber e calcular a amplitude da amostra.
	Máximo	
	Desvio padrão	Ambos ilustram a dispersão da amostra, quantificando o desvio entre cada ocorrência e o valor da média.
	Variância	
<b>Medidas de assimetria</b>	Coeficiente de assimetria	Descreve assimetrias nas distribuições de valores amostrais. Se negativo, a distribuição tem cauda à esquerda; se positivo, o mesmo acontece à direita.

A etapa seguinte consiste no estabelecimento de uma correlação gráfica para cada amostra e parâmetro aplicável ao caso particular, procurando-se observar uma interdependência entre eles que explique os rendimentos flutuantes. A revisão bibliográfica apresentada no início deste trabalho refere que alguns parâmetros serão mais expectáveis de exercer influência sob os rendimentos, porém partir-se-á da hipótese de qualquer uma das variáveis poderá induzir um efeito no rendimento.

Como mencionado acima, as correlações efetuadas para as amostras não-padronizadas serão diferentes das realizadas para as amostras padronizadas:

- Para efeitos do estudo da sazonalidade, todas as amostras serão representadas graficamente num eixo cronológico.
- As amostras não-padronizadas (CAB e OV), cuja composição do leite em natureza tem total preponderância, serão correlacionadas com parâmetros respeitantes às características originais do leite (variáveis %Água, %Lípidos, %Proteína, CCS, CBact, Temperatura e Acidez);
- As amostras padronizadas (VMGPad e VMagPad) serão correlacionadas com as características do leite em natureza que lhes deu origem (variáveis %Lípidos, %Proteína, CCS, CBact, Temperatura, Acidez e DataDif), mas também com as variáveis que se referem à padronização (variáveis LeiteMist, SalMist, ProtMist, LPóMist, e Lote).

Para a análise descrita, utiliza-se o programa Microsoft Excel.

## Capítulo 5 Resultados e discussão

### 5.1 Análise univariada: caracterização das amostras

O primeiro passo da análise de dados passa pela caracterização das amostras, de forma a obter medidas da sua variabilidade. Todas foram sujeitas a pré-tratamento, eliminando-se os valores anómalos.

A amostra VMGPad, referente a rendimentos de produções de referências à base de uma mistura de leite de vaca meio gordo, apresentou uma distribuição de frequências tal como ilustrada no histograma 5.1.

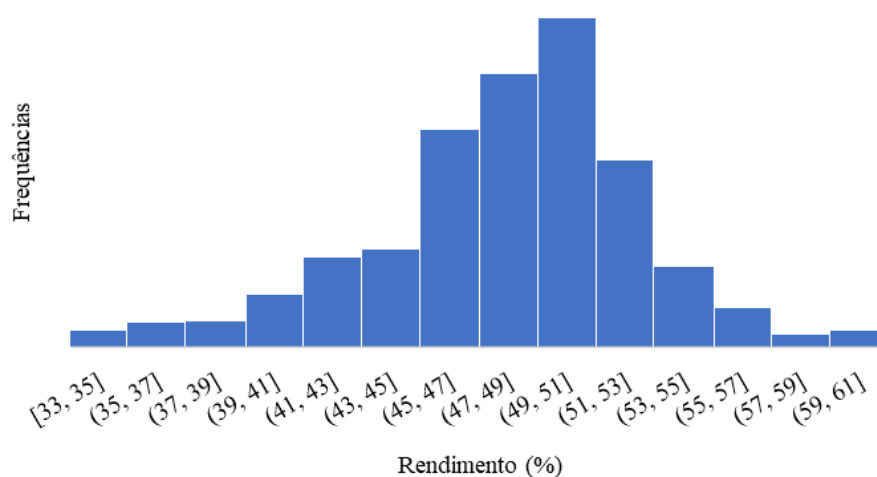


Figura 5.1 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de vaca meio gordo padronizado (amostra VMGPad).

Tabela 5.1 - Descrição da amostra VMGPad recorrendo a parâmetros estatísticos.

Média	Moda	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de assimetria
48	50	48	33	61	22	5	-0,51

Na tabela 5.1, encontram-se agrupados parâmetros estatísticos que permitem tirar algumas ilações acerca da amostra VMGPad. Os valores mínimo e máximo, após a exclusão de *outliers* (consultar Anexo 1), são separados por uma margem de 28%. Através do valor da moda, constata-se que o maior número de incidências ocorre em torno dos 50% de rendimento. Os valores da média e mediana são próximos do valor da moda, o que contribui para uma dispersão

dos acontecimentos relativamente simétrica, no entanto com um maior arrastamento à esquerda, como é confirmado pelo coeficiente de assimetria, indicando várias incidências abaixo da moda. Os valores de variância e desvio-padrão indicam a dispersão dos dados que é visível através da leitura do histograma, que contém dezoito classes com expressão significativa.

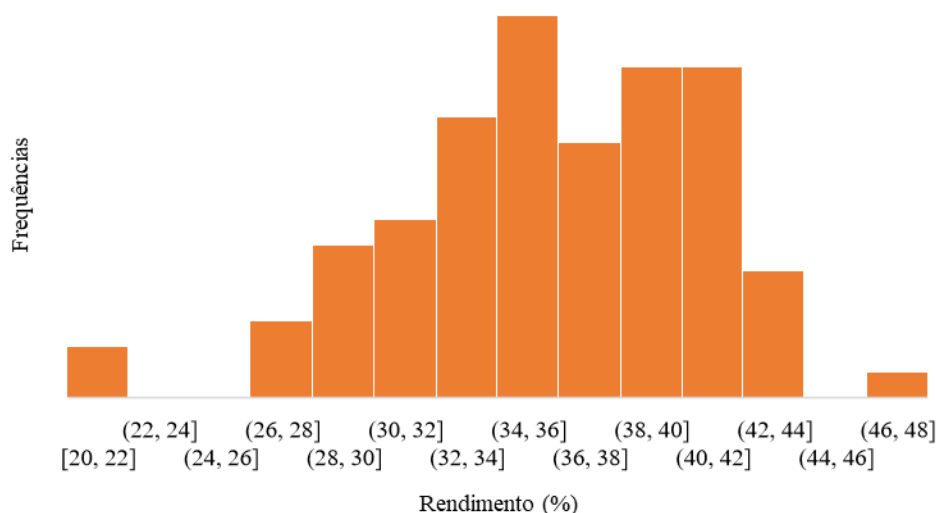


Figura 5.2 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de cabra (amostra CAB).

Tabela 5.2 - Caracterização da amostra CAB recorrendo a parâmetros estatísticos.

Média	Moda	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de Assimetria
36	43	36	20	48	25	5	-0,56

No caso da amostra CAB, observa-se um comportamento mais regular da variável. As medidas de posição central aparecem próximas, indicando um grande número de incidências na gama compreendida entre os 32% e os 42%, numa extensa amplitude de rendimentos compreendidos entre os 4% e os 44%. A distribuição apresenta uma assimetria à esquerda, evidenciada pelos coeficientes de assimetria negativo e pelos valores de variância e desvio-padrão indicativos de um afastamento significativo da média.

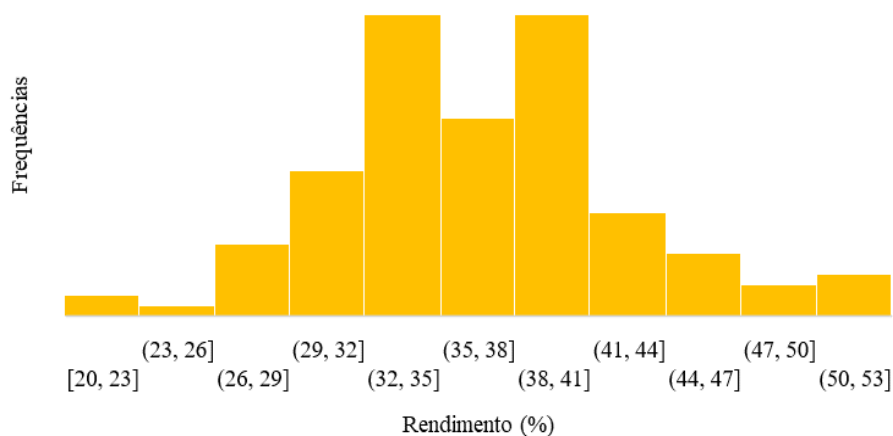


Figura 5.3 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de cabra (amostra OVE).

Tabela 5.3 - Caracterização da amostra OVE recorrendo a parâmetros estatísticos.

Média	Moda	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de Assimetria
37	30	36	20	53	36	6	0,22

A amostra OVE apresenta um comportamento semelhante às anteriores, apesar de se tratar de uma amostra com um número consideravelmente menor de ocorrências. As medidas de posição central mostram-se relativamente próximas (na ordem dos 30%), e as medidas de dispersão são expressivas, ilustrando a variabilidade em causa. O coeficiente de assimetria indica uma assimetria ligeira que se manifesta à direita da média, i.e. tendendo para rendimentos superiores aos médios verificado.

Na figura 5.4, encontra-se representado o último caso, referente à amostra VMagPad:

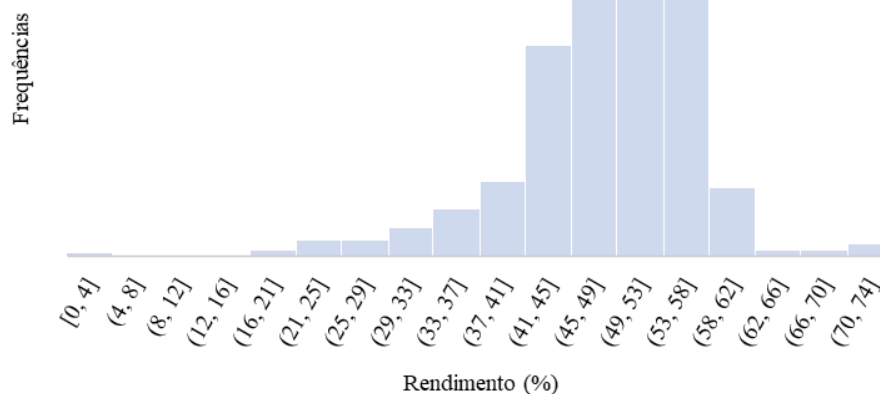


Figura 5.4 - Distribuição de frequências referente aos rendimentos de produção de queijos com base de leite de vaca magro padronizado (amostra VMagPad).

Tabela 5.4 - Descrição da amostra VMagPad recorrendo a parâmetros estatísticos.

Média	Moda	Mediana	Mínimo	Máximo	Variância	Desvio padrão	Coefficiente de Assimetria
48	56	49	0	74	66	8	-1,03

Relativamente ao primeiro caso, a amostra VMagPad tem um comportamento mais irregular, com uma amplitude de rendimentos bastante mais extensa. Os valores de rendimento estão compreendidos entre 0 e 74%, sendo que a moda se encontra nos 56%, mostrando-se nesse aspeto semelhante à amostra VMGPad. A média e a mediana, influenciadas pelos valores mais extremos, estão localizadas respetivamente nos 48% e 49%. Pelos valores de variância e desvio padrão, pode confirmar-se a dispersão das incidências desta amostra, existindo em grande número ocorrências que distam significativamente da média, principalmente à esquerda da moda, contribuindo para um coeficiente de assimetria negativo.

Apesar de, como visto anteriormente, estas cinco amostras apresentarem diferenças relevantes no que respeita a preparação das misturas de leite, é constante entre todas a oscilação dos rendimentos de produção. Esta constatação constitui o ponto de partida para a análise efetuada a seguir.

## 5.2 Análise bivariada

### 5.2.1 Evolução temporal dos rendimentos de produção

Na perspectiva de estudar o impacto da sazonalidade como um fator que impacta diretamente a produção de queijo, projetou-se nos gráficos 5.5-5.8 a evolução cronológica dos rendimentos ao longo do período do estudo.

É possível constatar que a variabilidade dos rendimentos esteve igualmente presente ao longo do período de estudo. Em todas é possível observar uma tendência, mas também ocorrências dispersas tanto abaixo como acima dos rendimentos médios, tal como visto anteriormente nas distribuições de frequências. Existe uma dispersão ligeiramente mais acentuada no caso da amostra VMagPad.

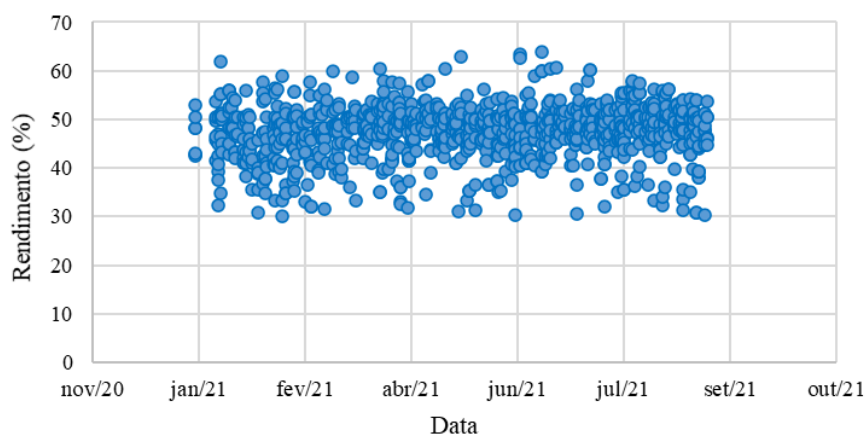


Figura 5.5 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra VMGPad. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.

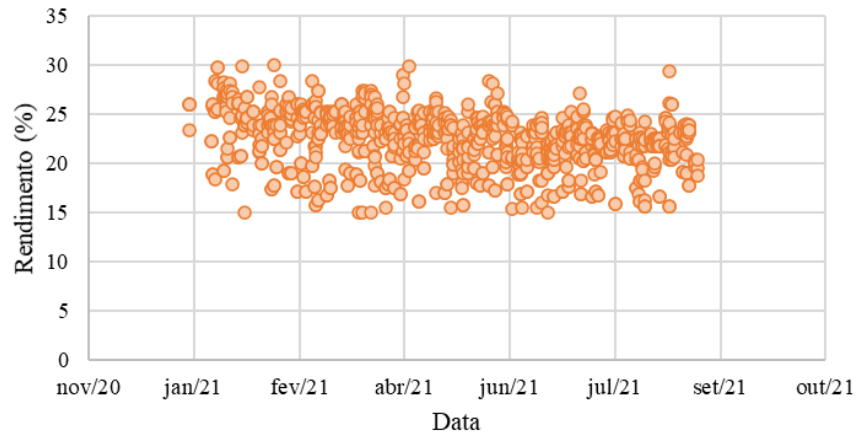


Figura 5.6 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra CAB. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.

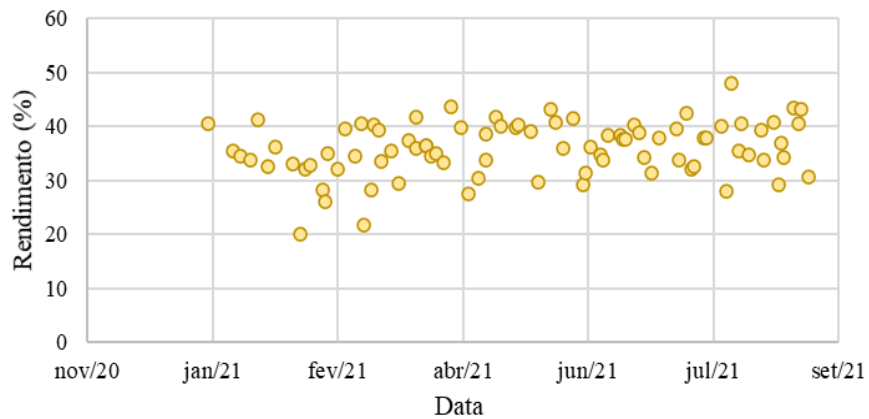


Figura 5.7 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra OVE. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.

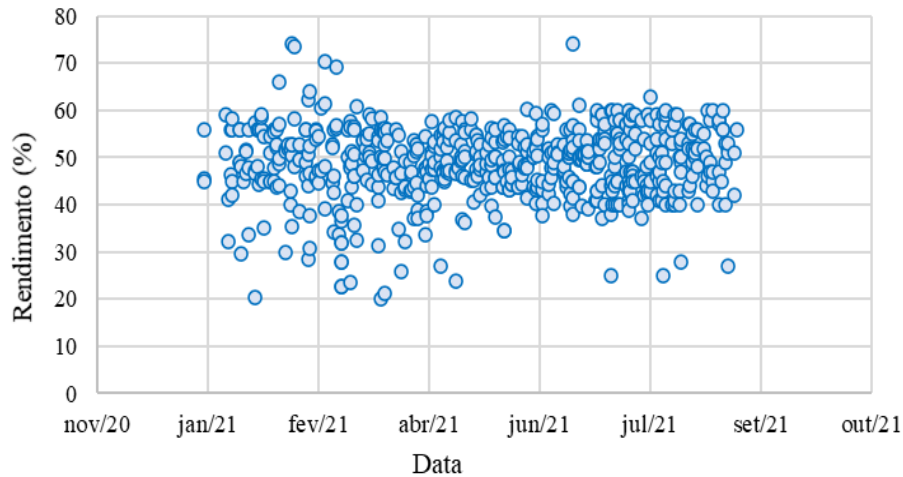


Figura 5.8 - Evolução temporal dos rendimentos de produção referentes à amostra VMagPad. O gráfico mostra o comportamento da variável Rendimento no decorrer do período de análise.

## 5.2.2 Parâmetros provenientes de análises ao leite em natureza

### 5.2.2.1 Percentagem de proteínas presente no leite em natureza

Os gráficos 5.9-5.12 mostram a correlação entre os rendimentos de produção e a percentagem de proteínas presente no leite em natureza que está na base do queijo.

De acordo com a informação recolhida na literatura, seria expectável observar-se uma correlação positiva entre o rendimento de produção de queijo fresco e o teor em proteína do leite, porém tal não se verifica. Contudo, verificou-se uma total dispersão das ocorrências, sendo que se for imaginada uma linha horizontal que represente um valor de teor em proteína, podemos encontrar observações que vão desde os mínimos observados para o rendimento até aos máximos.

No caso das amostras padronizadas, este seria um resultado justificável, uma vez que a adição de leite em pó e proteína de leite em pó poderia neutralizar o impacto do leite em natureza; contudo, este resultado é também verificado nas amostras não-padronizadas. Desta forma, é possível constatar que, neste caso de estudo, a oscilação de rendimentos não pode ser associada unicamente ao teor em proteína do leite em natureza que origina o queijo fresco.

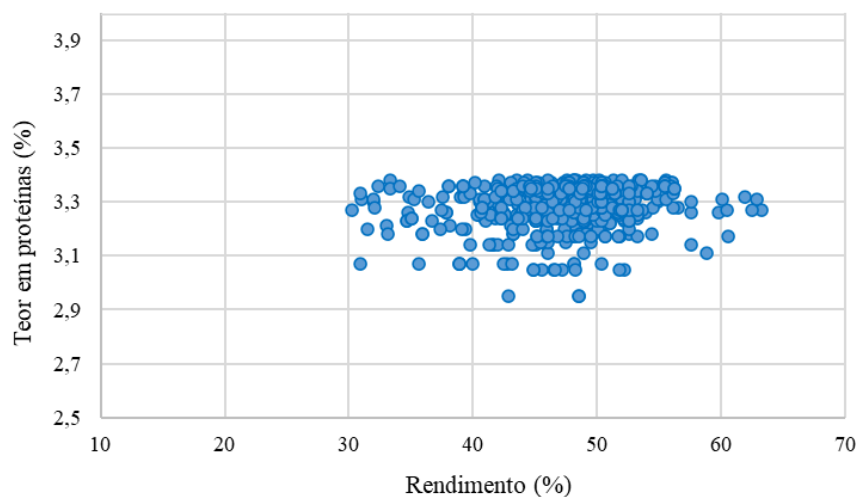


Figura 5.9 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

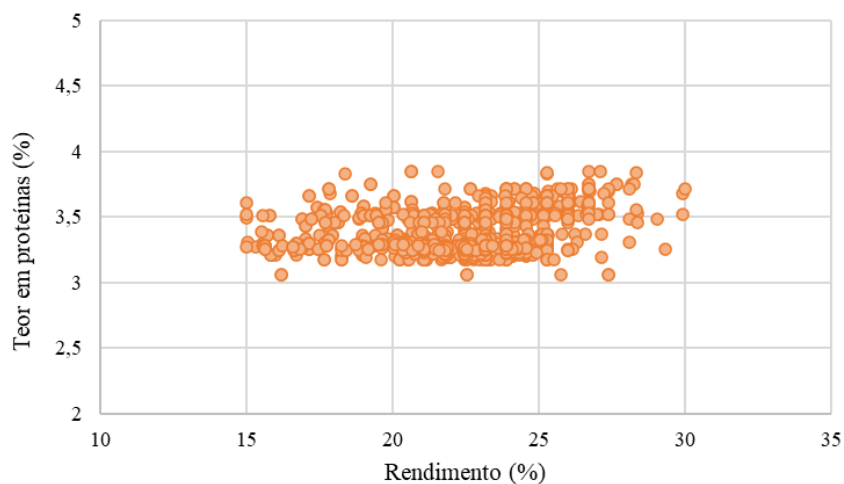


Figura 5.10 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

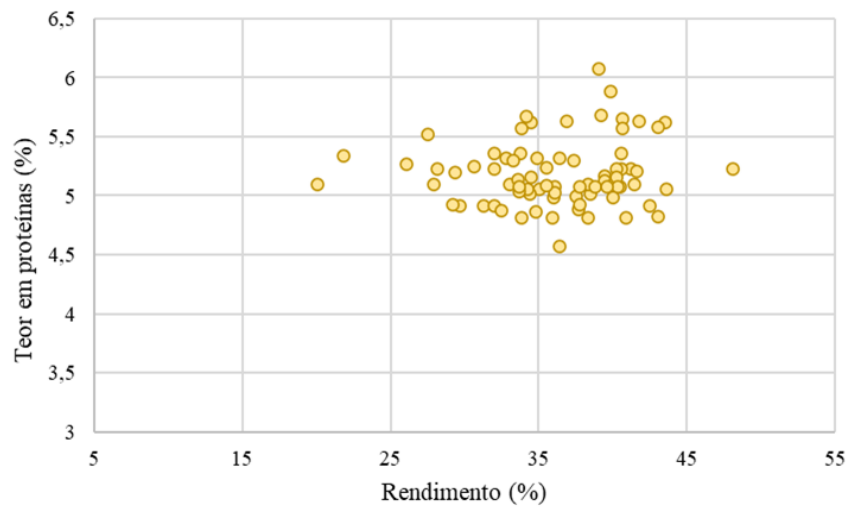


Figura 5.11 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

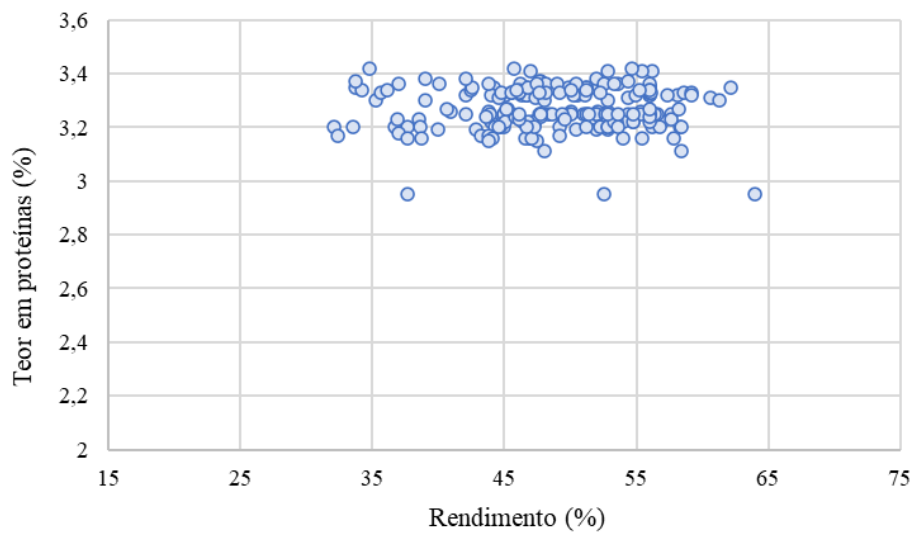


Figura 5.12 - Correlação entre Rendimento e %Proteína – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.2.2 Percentagem de lípidos presentes no leite em natureza

Os gráficos 5.13-5.16 mostram a correlação entre os rendimentos de produção e a percentagem de lípidos presente no leite em natureza que está na base do queijo.

Tal como no caso do teor em proteínas, seria expectável que existisse uma correlação positiva entre o teor em lípidos do leite em natureza. Uma vez mais, o que se observa é uma dispersão dos dados que indica não haver relação entre as duas variáveis aqui comparadas (i.e. aspeto que se verifica para todas as amostras, padronizadas ou não. Assim, a origem do problema em estudo não pode também ser atribuída exclusivamente a este parâmetro.

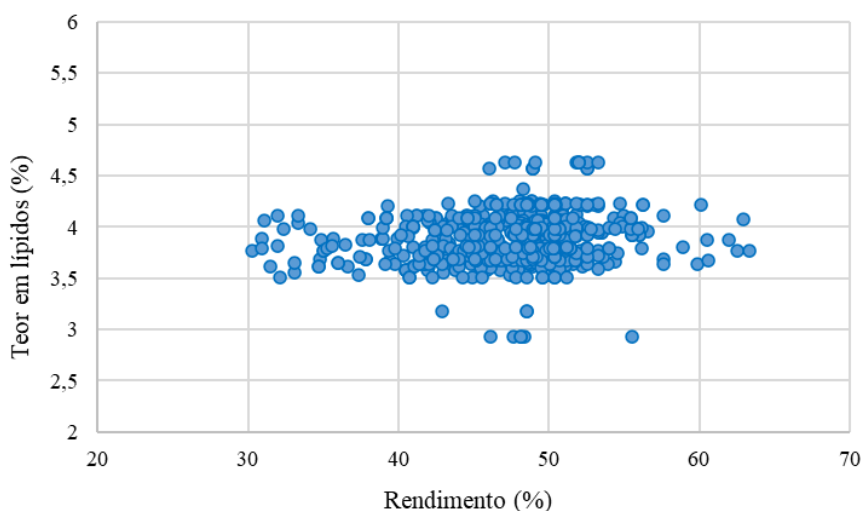


Figura 5.13 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

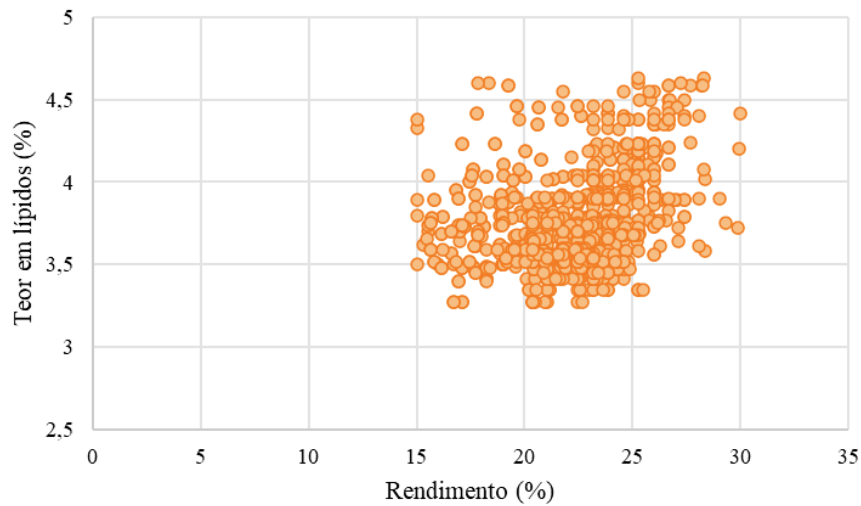


Figura 5.14 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

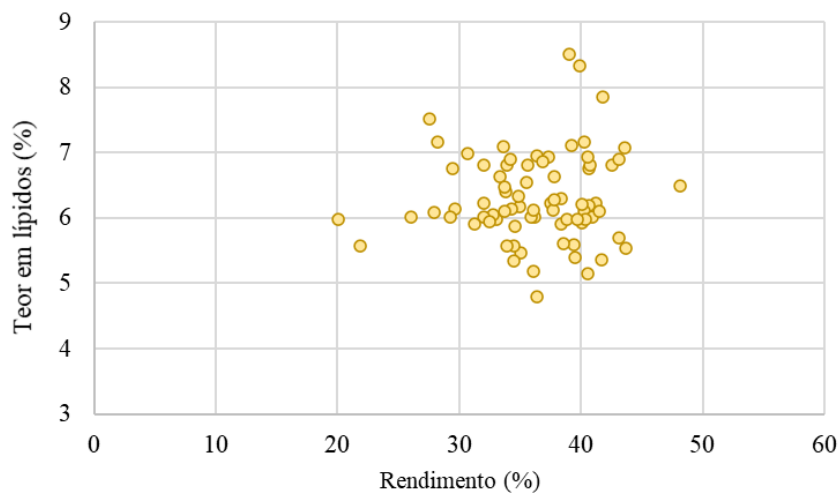


Figura 5.15 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

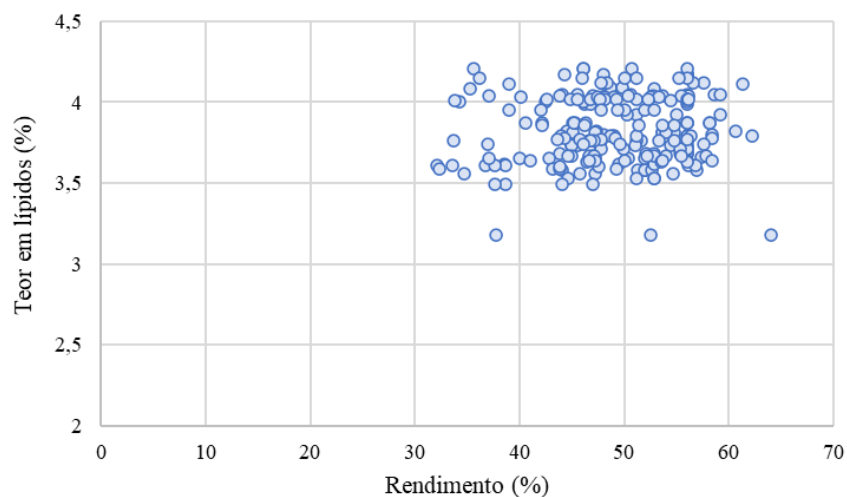


Figura 5.16 - Correlação entre Rendimento e %Lípidos – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de lípidos nos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.2.3 Acidez do leite em natureza

Neste ponto, estuda-se a possibilidade de a acidez do leite exercer efeitos na sua qualidade para fabrico de queijo. As relações são mostradas nos gráficos 5.17-5.20 (página seguinte).

A dispersão das ocorrências permite inferir que não existe uma correlação entre as duas variáveis, como seria expectável pois este parâmetro não surge na literatura como uma conhecida condicionante do rendimento do fabrico de queijos.

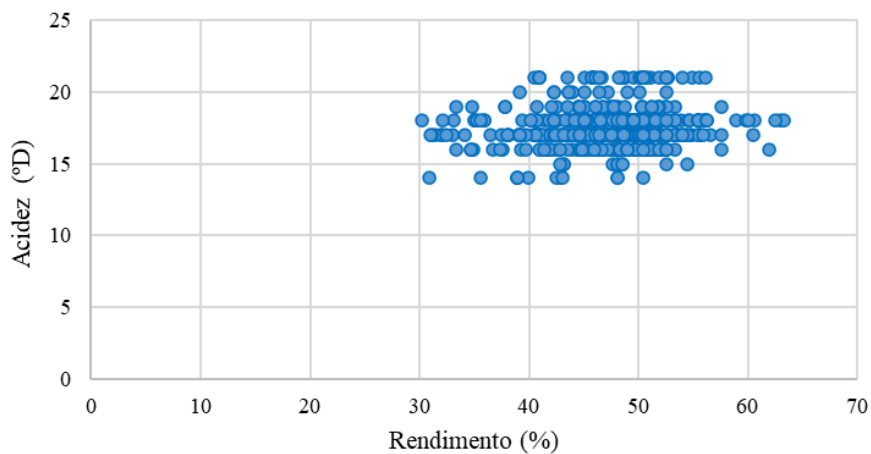


Figura 5.17 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

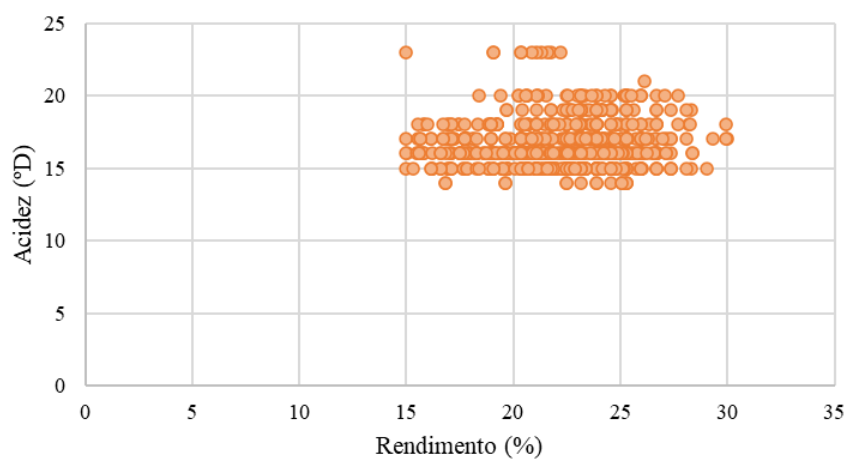


Figura 5.18 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

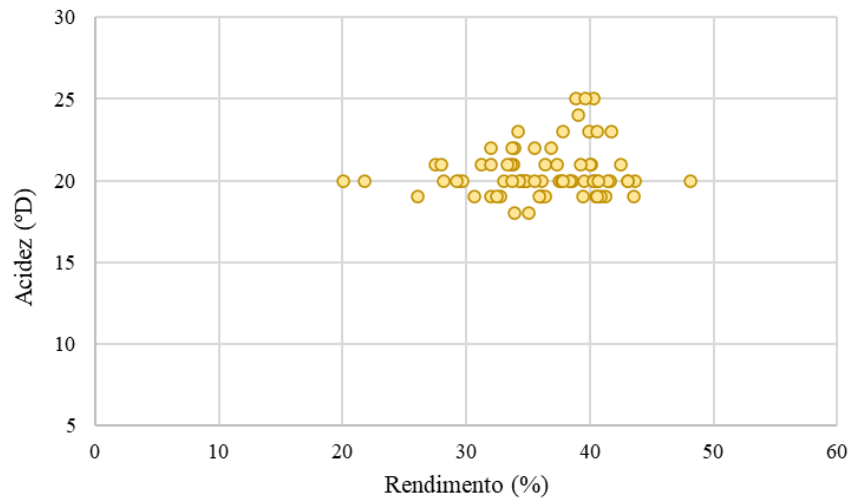


Figura 5.19 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

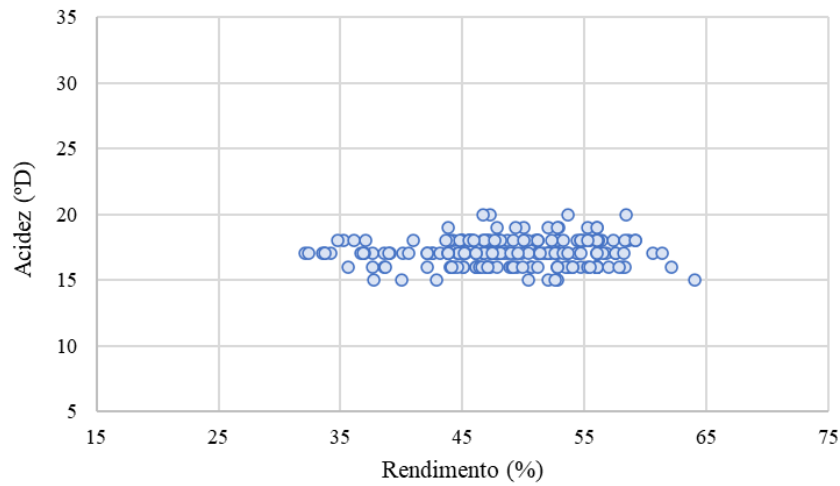


Figura 5.20 - Correlação entre Rendimento e Acidez – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a acidez dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

#### 5.2.2.4 Contagem de células somáticas no leite em natureza

Como descrito acima, a contagem de células somáticas é um dos fatores mais apontados na bibliografia como passível de comprometer a qualidade do leite para o fabrico de queijo. A sua presença é indicativa de problemas de saúde nos animais lactentes, sendo que nestes, a atividade proteolítica é tipicamente maior, pondo em causa os teores do leite em proteína.

Nos gráficos 5.21-5.24, projetam-se as contagens de células somáticas no leite em natureza contra os rendimentos em análise.

De igual forma, este parâmetro também não explica por si só as flutuações que são observadas nos rendimentos. Neste ponto, tal não seria esperado pois foi já visto que o teor em proteínas não afeta diretamente os resultados, e seria nesse aspeto que a contagem de células somáticas ia exercer um efeito prejudicial.

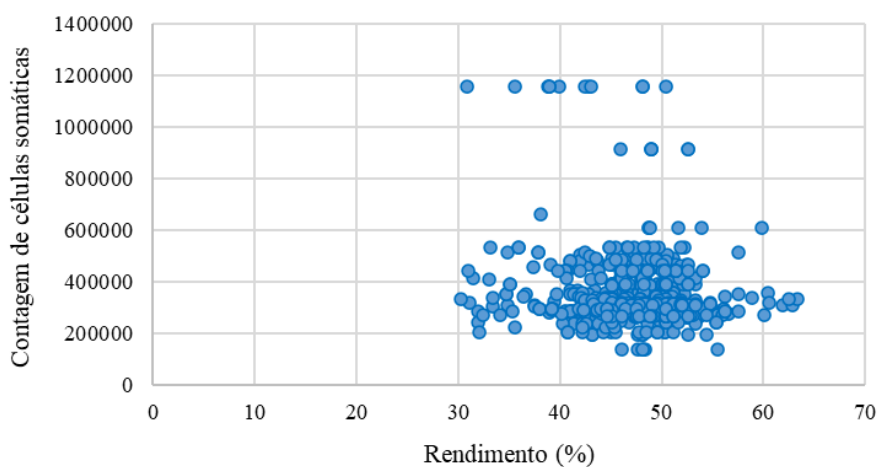


Figura 5.21 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

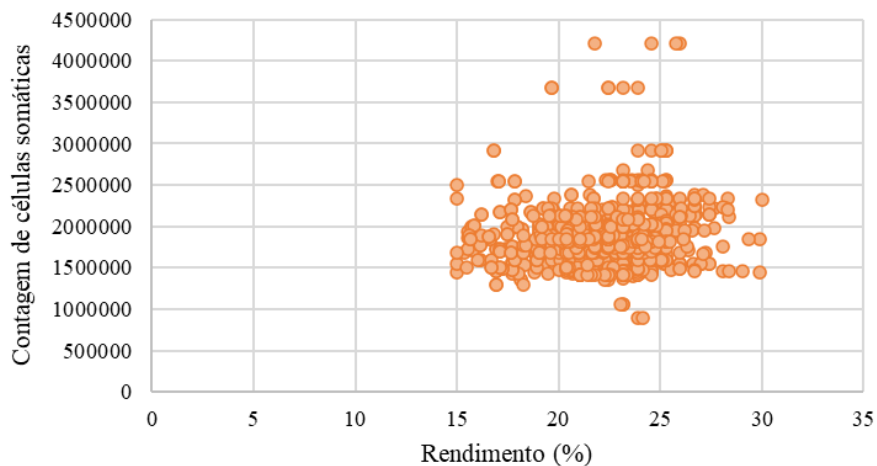


Figura 5.22 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

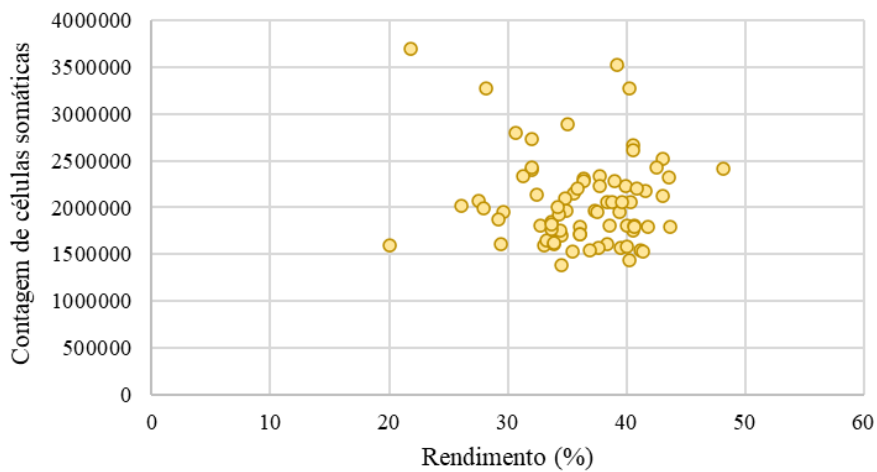


Figura 5.23 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

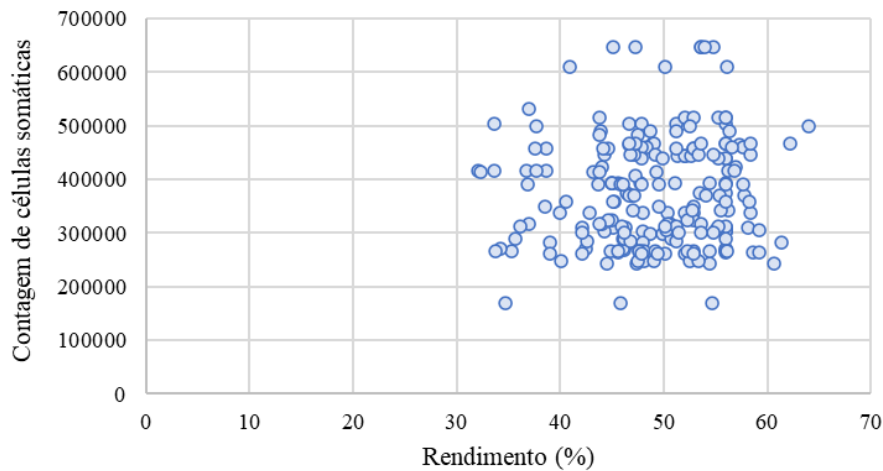


Figura 5.24 - Correlação entre Rendimento e CCS – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de células somáticas dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

#### 5.2.2.5 Contagem de bactérias no leite em natureza

A presença de bactérias no leite pode, para além de conferir características organolépticas indesejáveis, induzir a degradação das macromoléculas biológicas por ação enzimática destes microrganismos. Desta forma, procedeu-se de seguida à verificação do efeito da contagem de bactérias presentes no leite sob o rendimento da produção de queijo.

Não existe um padrão indicativo de uma relação entre as duas variáveis, pelo que não é possível afirmar que este parâmetro ajuda a explicar as flutuações nos rendimentos.

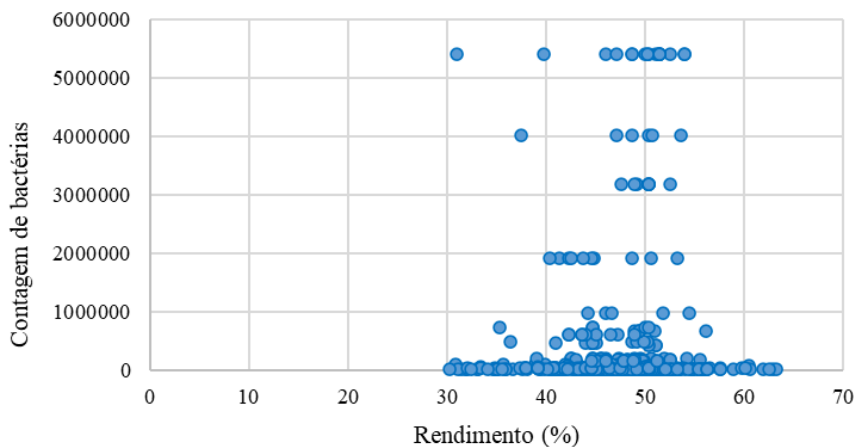


Figura 5.25 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

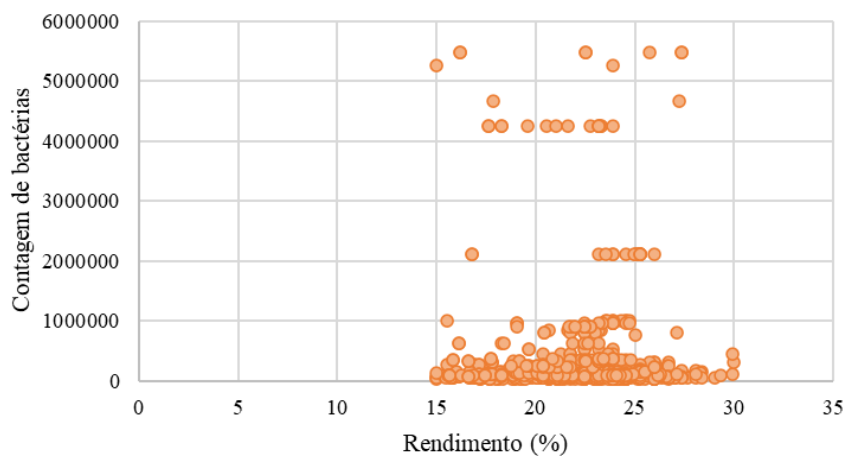


Figura 5.26 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

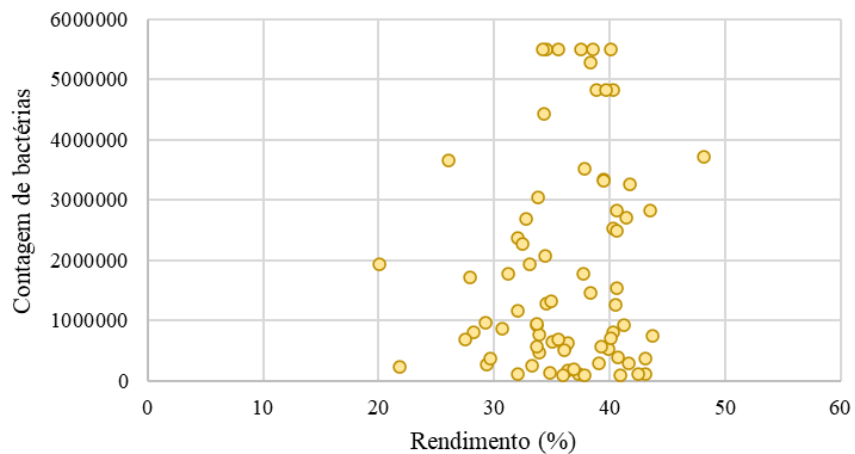


Figura 5.27 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

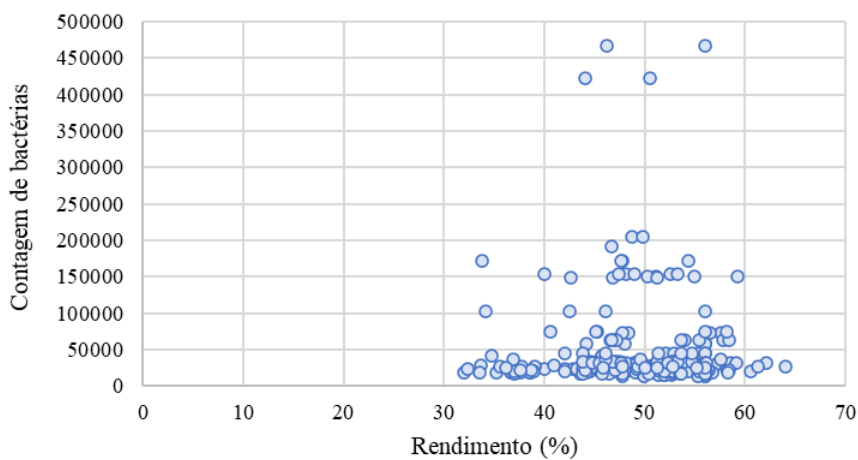


Figura 5.28 - Correlação entre Rendimento e CBact – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a contagem de bactérias dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.2.6 Temperatura do leite em natureza

A temperatura do leite à chegada obedece a limites legais, e na análise deste parâmetro averigua-se se, nos limites deste intervalo, se fazem sentir impactos que se reflitam nos rendimentos da produção de queijo. Nos gráficos 5.29-5.32, encontram-se relacionadas estas duas variáveis.

É possível verificar que é mais um parâmetro que não exerce uma influência direta na variável em estudo, tal como era neste caso esperado.

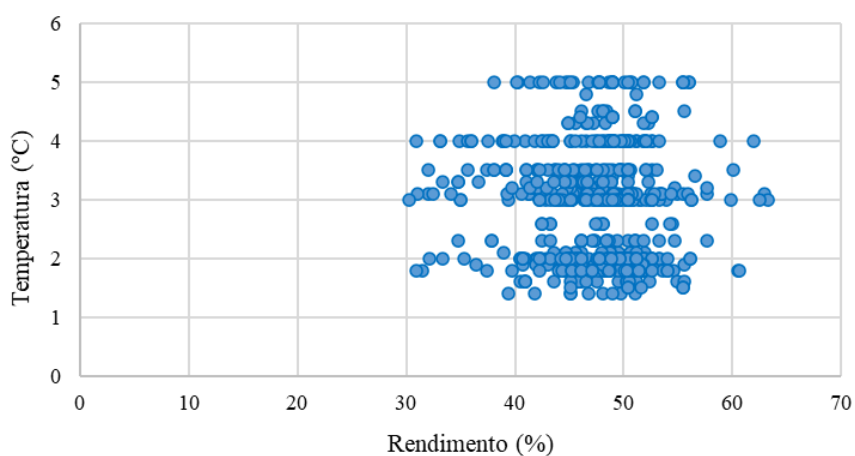


Figura 5.29 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

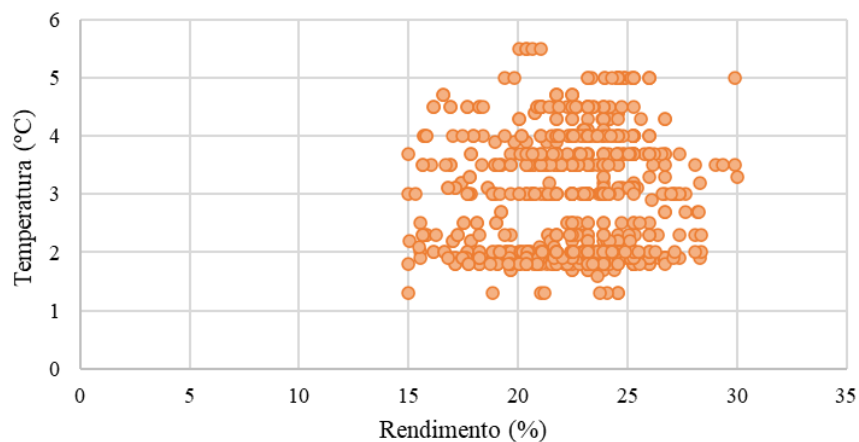


Figura 5.30 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de cabra.

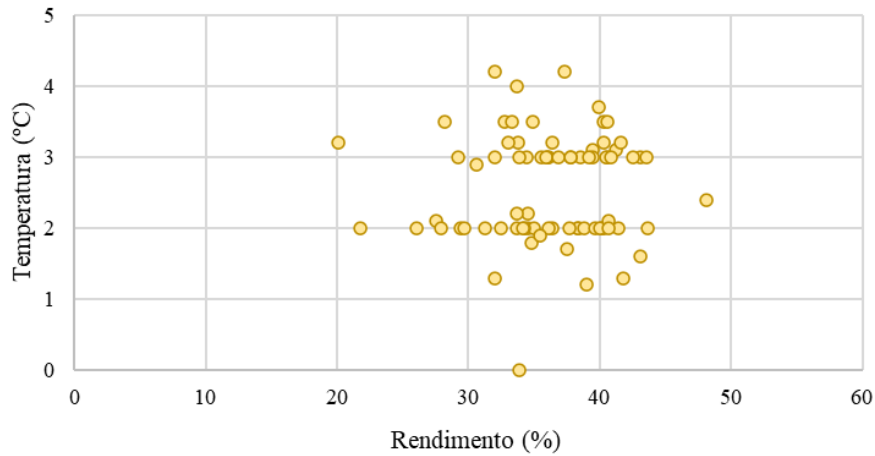


Figura 5.31 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de ovelha.

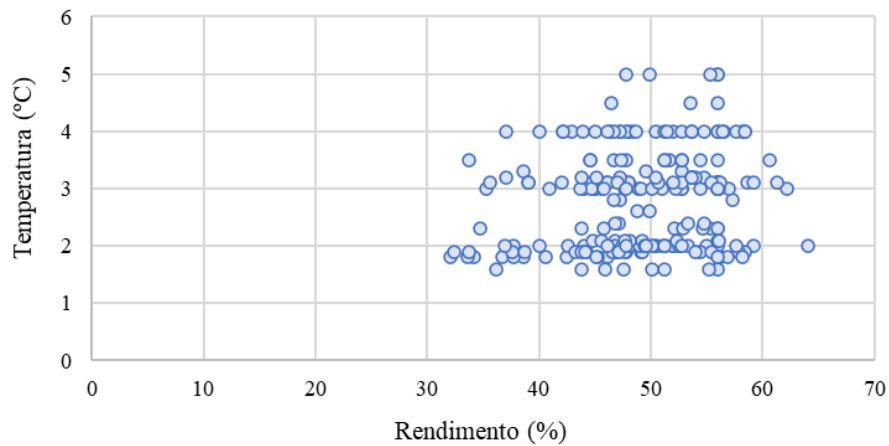


Figura 5.32 - Correlação entre Rendimento e Temperatura – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a temperatura à chegada dos leites em natureza que estão na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

## 5.2.3 Parâmetros referentes à padronização do leite

### 5.2.3.1 Percentagem de leite na mistura de leite

As especificações da padronização de leite obedecem a valores estabelecidos, que podem oscilar consoante fatores como a disponibilidade de matérias-primas, motivos operacionais, testes a novas formulações ou exigências de diferentes clientes.

Nos gráficos 5.33 e 5.34, representa-se a variação dos rendimentos com a percentagem de leite em natureza incorporado nas misturas de leite.

No caso da amostra VMGPad, pode ser usada como exemplo a linha observada entre valores de  $k_{\text{LeiteMist}}$  de 400 e 500; aqui, são observadas ocorrências que se distribuem por todo o espectro de rendimentos, para uma dada concentração de leite na mistura. Desta forma, não é possível depreender-se que exista uma relação entre os parâmetros em estudo. O comportamento da amostra VMagPad é também irregular, observando-se adicionalmente algumas ocorrências dispersas acima da tendência central, que não conferiram necessariamente às produções maior rendimento.

Uma vez mais, não se observam correlações nas amostras VMGPad e VMagPad.

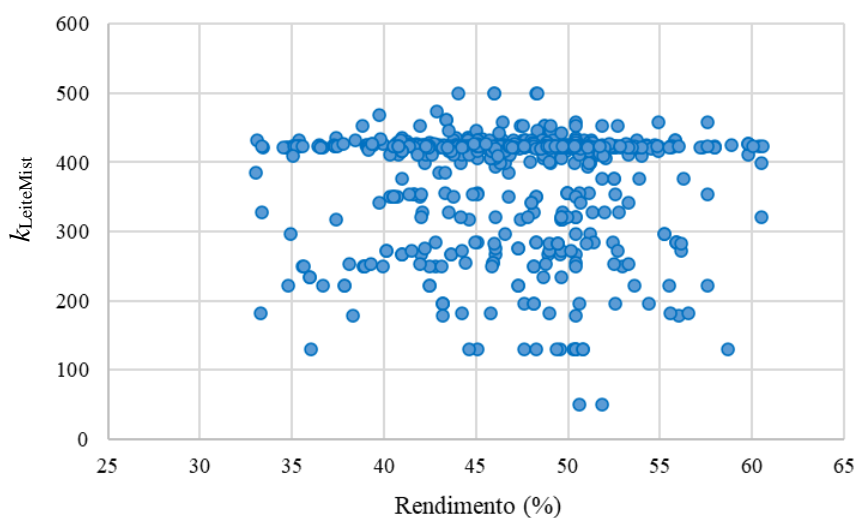


Figura 5.33 - Correlação entre Rendimento e LeiteMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em natureza presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

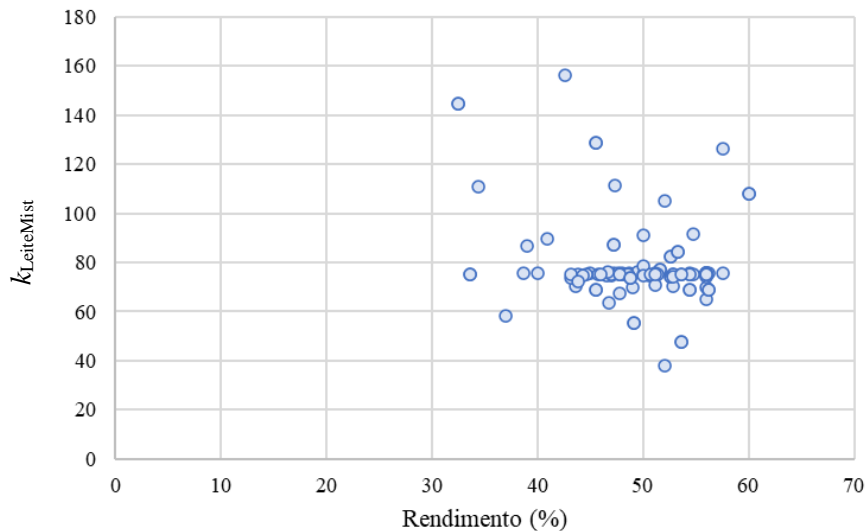


Figura 5.34 - Correlação entre Rendimento e LeiteMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em natureza presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.3.2 Percentagem de leite em pó na mistura de leite

Nos gráficos 5.35 e 5.36, apresenta-se a variação dos rendimentos com a percentagem de leite em pó incorporado nas misturas de leite.

No caso da amostra VMGPad, observa-se uma distribuição semelhante à do exemplo anterior, com uma dispersão notável dos resultados. O maior agrupamento de dados localiza-se em torno de  $k_{LPoMist} = 400$ , e nesse grupo de ocorrências pode encontrar-se valores que representam toda a amplitude de rendimentos observada para este parâmetro e esta amostra. Em todo o espectro de valores de leite em pó na mistura VMGPad, pode observar-se sempre valores de rendimento dispersos.

Na amostra VMagPad, verifica-se um comportamento semelhante, pelo que pode deduzir-se que a adição de leite em pó em quantidades superiores não constitui, por si só, motivo de aumento do rendimento; i.e. existe um efeito de saturação, não se podendo esperar do aumento contínuo do teor de macromoléculas biológicas um aumento proporcional do rendimento.

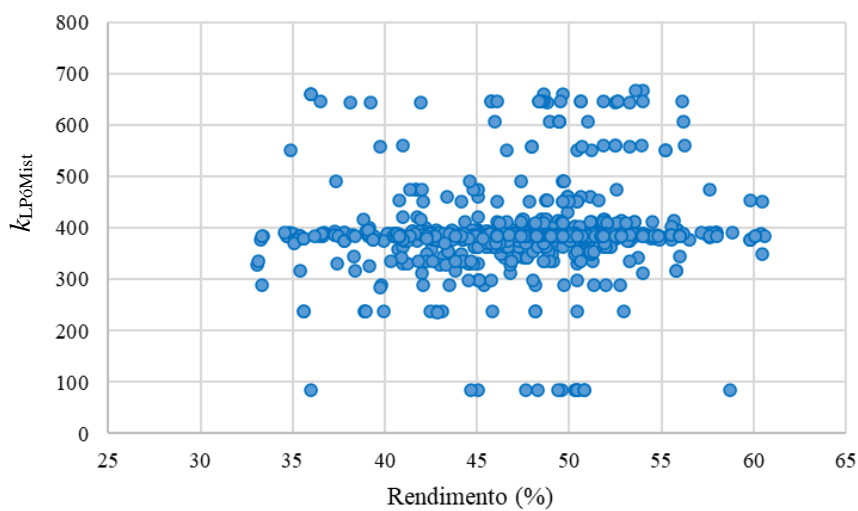


Figura 5.35 - Correlação entre Rendimento e LPóMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

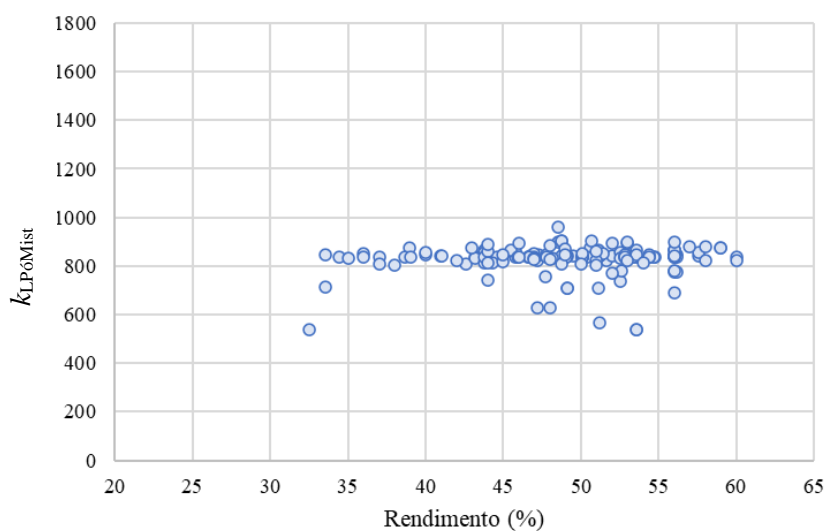


Figura 5.36 - Correlação entre Rendimento e LPóMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.3.3 Percentagem de proteína de leite em pó na mistura do leite

Este caso é em muito semelhante ao anterior; efetua-se aqui uma relação entre rendimentos e a adição de proteína de leite em pó, mostrada nos gráficos 5.37 e 5.38.

Deste resultado, tiram-se conclusões semelhantes às tiradas no caso da adição de leite em pó, não havendo correlação entre as duas variáveis. Os rendimentos continuam a expressar-se sem padrão aparente.

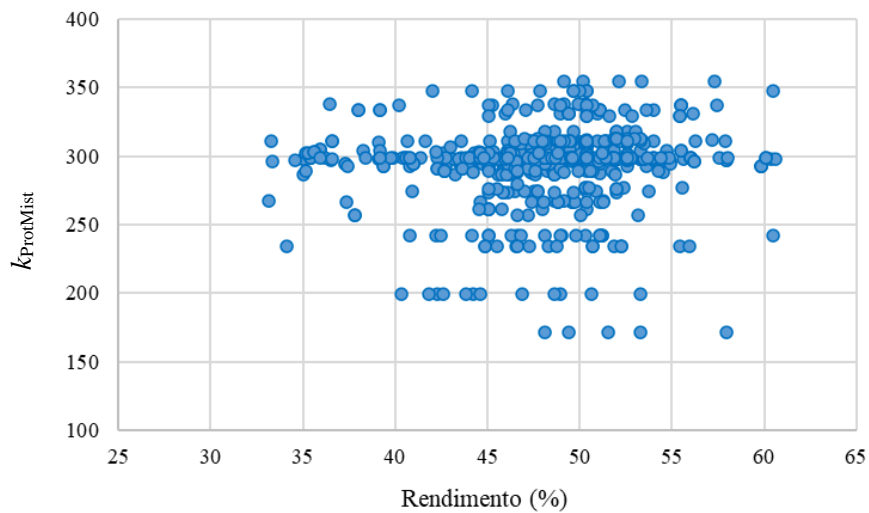


Figura 5.37 - Correlação entre Rendimento e ProtMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

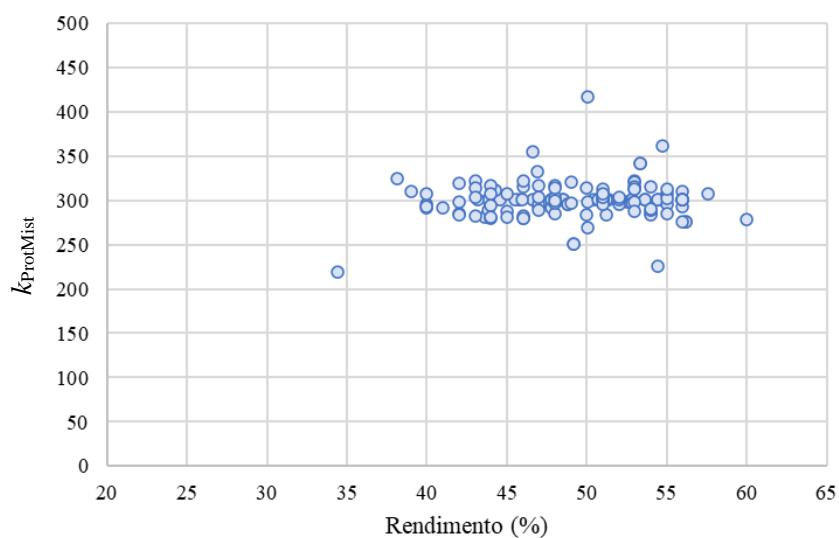


Figura 5.38 - Correlação entre Rendimento e ProtMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de proteína de leite em pó presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

#### 5.2.3.4 Percentagem de sal na mistura de leite

O sal, para além das características organoléticas que confere ao queijo, afeta a retenção da humidade nas coalhadas, pelo que se olha agora para a sua potencial influência no rendimento de produção do queijo fresco. Os gráficos 5.39 e 5.40 mostram a relação entre estas duas variáveis.

As amostras VMGPad e VMagPad apresentam um comportamento semelhante ao observado com os parâmetros anteriores. Neste parâmetro, poderiam ter sido incluídas as amostras CAB e OVE, respetivamente referentes a leite de cabra e leite de ovelha, pois apesar de não-padronizadas, é-lhes adicionado sal, como referido anteriormente. Ainda assim, uma vez que não lhes são efetuadas outras adições, não existe necessidade de variar as concentrações de sal na mistura, pelo que se mantêm constantes. Deste modo, não se justifica o estudo de uma correlação entre estes pares de variáveis.

Tal como nos casos anteriores, as flutuações no rendimento não podem ser atribuídas a este fator.

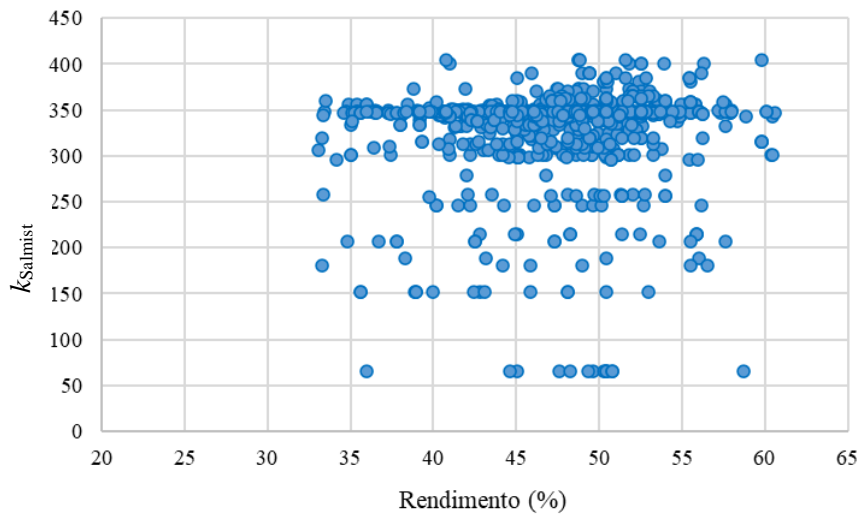


Figura 5.39 - Correlação entre Rendimento e SalMist – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de sal presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

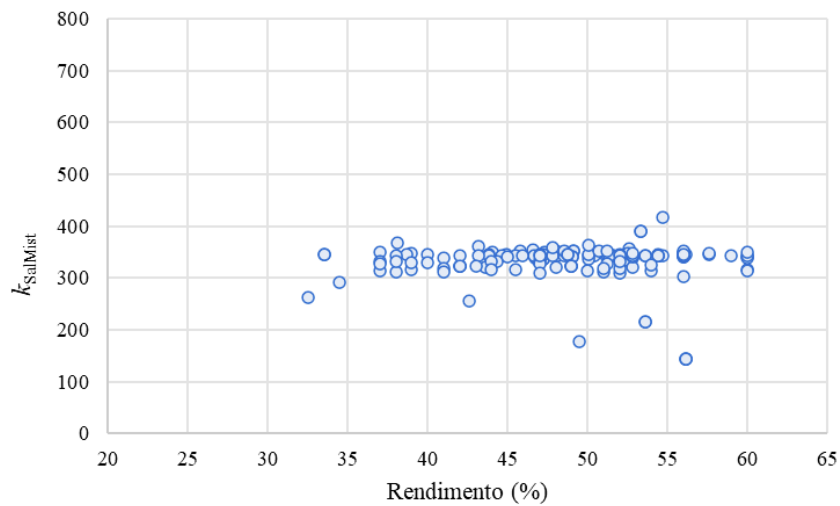


Figura 5.40 - Correlação entre Rendimento e SalMist – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com percentagens de sal presente na mistura que está na base de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

### 5.2.4 Tempo entre a receção e a utilização do leite

Este parâmetro foi gerado com o objetivo de averiguar se o tempo de espera entre a receção do leite e a sua utilização teria um efeito sobre a sua composição tal que o rendimento da produção de queijo possa ser comprometido.

Esta hipótese pode também ser excluída, não explicando a variabilidade dos rendimentos, uma vez que a dispersão das ocorrências é igualmente pronunciada. Isto significa que as condições de armazenamento do leite estão a assegurar as suas características originais, como é suposto.

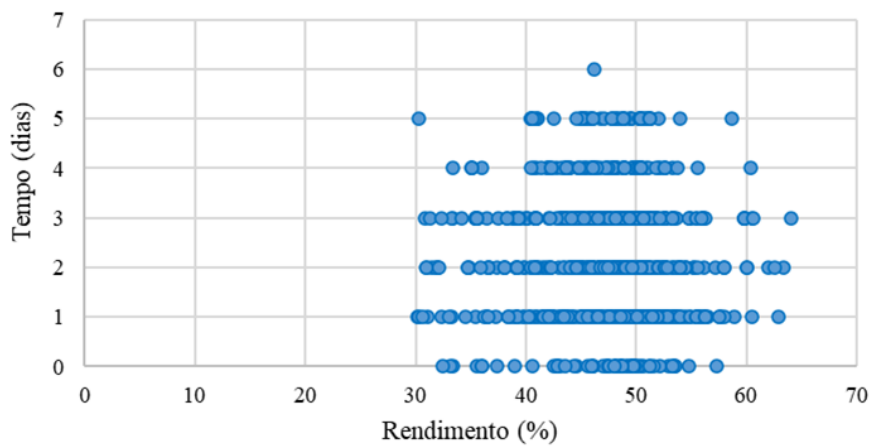


Figura 5.41 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

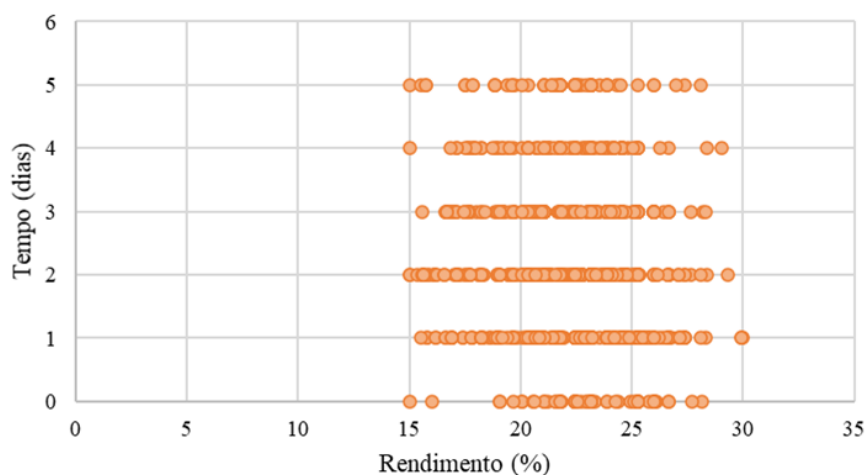


Figura 5.42 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra CAB. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de cabra.

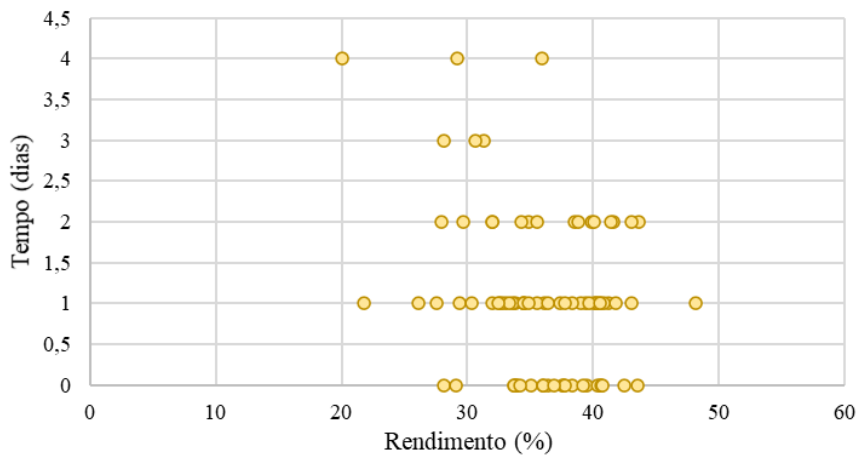


Figura 5.43 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra OVE. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de ovelha.

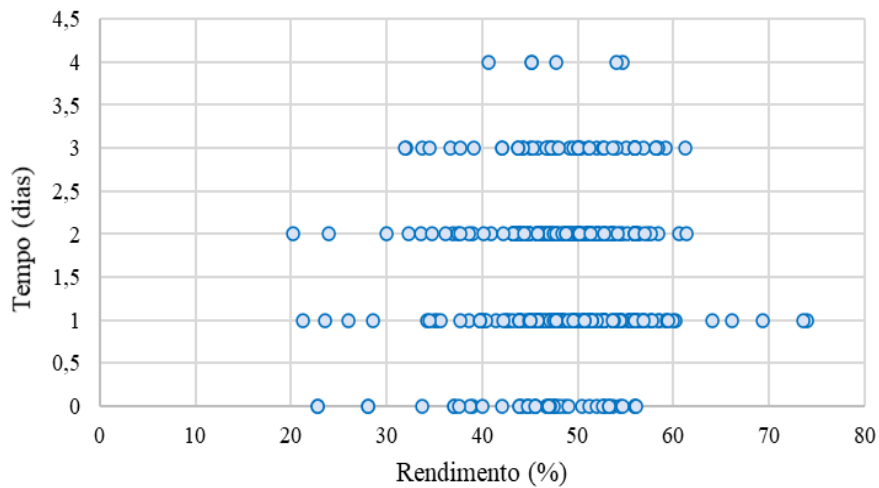


Figura 5.44 - Correlação entre Rendimento e DifData – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com a diferença de dias entre a receção do leite e a sua utilização na produção de queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.

## 5.2.5 Lotes de matérias-primas

### 5.2.5.1 Lotes de leite em pó

A comparação dos rendimentos mediante a utilização de diferentes lotes de leite em pó decorre da incerteza criada pela necessidade de utilizar matérias-primas de diferentes origens consoante a disponibilidade no mercado. Os dois casos que fariam sentido analisar neste âmbito seriam o do leite em pó e o da proteína de leite em pó, pois são aqueles que afetam a composição da mistura de leite, nomeadamente as macromoléculas biológicas. Contudo, tendo em conta que a proteína de leite em pó não apresenta, no período testado, uma variabilidade tal que justifique uma análise, considerou-se apenas o caso do leite em pó.

A cada lote foi atribuído um número e, portanto, nos gráficos 5.45 e 5.46, cada linha horizontal corresponde às ocorrências referente a um lote de leite em pó. Apesar do diferente número de lotes que surge em cada amostra, explicado pelo facto das receitas serem utilizadas com diferentes frequências, continua a ser constante a dispersão dos valores de rendimento sem um padrão que leve a uma explicação.

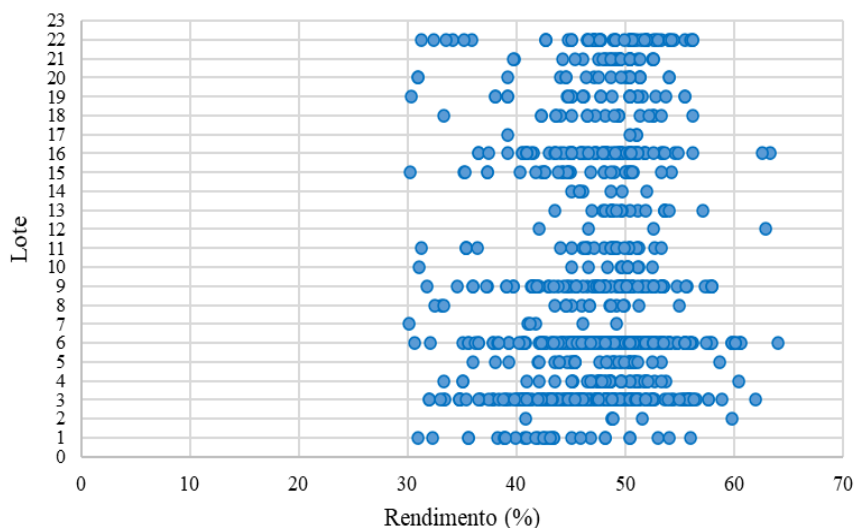


Figura 5.45 - Correlação entre Rendimento e lotes de leite em pó – Amostra VMGPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com lotes de leite em pó (numerados de 1 a 23) utilizado na mistura de leite que originou os queijos frescos de leite de vaca meio gordo padronizado.

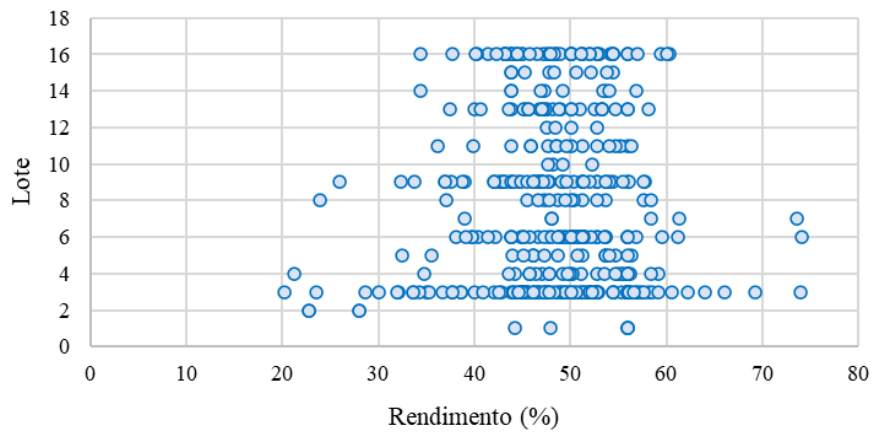


Figura 5.46 - Correlação entre Rendimento e lotes de leite em pó – Amostra VMagPad. No gráfico, encontram-se correlacionados rendimentos de produção com lotes de leite em pó (numerados de 1 a 18) utilizado na mistura de leite que originou os queijos frescos de leite de vaca magro padronizado.



## Capítulo 6      Conclusões e futuro da investigação

Atualmente, não é ainda possível obter-se um retorno total de sólidos do leite na produção de queijo. Isso implicaria melhorias na qualidade do leite, na operação de padronização, no desenho de processo e na utilização dos equipamentos.

Este trabalho teve como objetivo principal a associação de motivos à oscilação de rendimentos observada nas produções de queijo fresco. Nos capítulos introdutórios, foi descrita a complexidade em que este assunto está envolto, por depender de uma variedade de fatores. Esses fatores surgem tanto a nível da produção de leite como de queijo, num espectro que vai desde o bem-estar animal às parametrizações técnicas dos processos, passando pela escolha das matérias-primas alimentares que compõem os queijos. Por não ser possível analisar todas estas variáveis, o foco foi colocado no impacto das matérias-primas alimentares, pela disponibilidade de dados que descrevem as suas utilizações nos processos da empresa Queijos Santiago, assim como uma base bibliográfica que indicava terem um papel preponderante nos rendimentos de produção.

Após terem sido traçadas correlações entre os rendimentos e as variáveis estudadas como possíveis hipóteses que motivassem o problema, verificou-se que não existiram interações que explicassem a oscilação de rendimentos em análise. Assim, face aos resultados obtidos, constata-se a sua utilidade na exclusão de hipóteses e condução da continuação subsequente destes estudos.

Em qualquer dos grupos de correlações efetuadas, quer referentes a propriedades do leite em natureza, quer referentes às concentrações usadas para a padronização do leite, pode afirmar-se que não são observáveis interações nas amplitudes de valores experimentadas. Os parâmetros foram variados dentro de intervalos em que induzem já estabilidade nos rendimentos. Tome-se como exemplo o caso do teor do leite em proteínas: era um dos casos onde se poderia esperar uma correlação positiva entre as variáveis, porém tal não se verificou. Depreende-se assim que a magnitude nas diferenças de concentração verificadas não é suficiente para libertar esta análise da influência dos outros parâmetros e, assim, identificar e resolver a causa do problema em estudo.

Deste modo, a continuidade deste estudo remete também para as restantes variáveis apontadas como possibilidades. Neste enquadramento, indicam-se alguns pontos que fariam sentido explorar neste âmbito:

- Como descrito a montante, as caseínas constituem a fração proteica que forma a coalhada. Ainda que existam fórmulas que permitam estimar o conteúdo em caseínas do leite partindo da sua concentração em proteínas, seria interessante obter informação acerca do seu teor

real, ou até mesmo das suas variantes genéticas, pois os polimorfismos genéticos desta proteína originam variantes mais ou menos adequadas à formação da matriz que compõe a coalhada.

- Além das análises efetuadas à composição do leite em natureza e dos queijos frescos, seria relevante uma análise rotinada à composição do leite após padronizado, de forma a saber-se com maior precisão a sua disponibilidade em matéria sólida, passível de transferir para o queijo.

- Se realizadas as análises ao leite padronizado, poderiam depois ser cruzadas com as análises nutricionais efetuadas ao produto final, analisando-se assim a assimilação da matéria orgânica pelo produto. Uma análise deste tipo permitiria ainda um estudo acerca do impacto das alterações nas misturas de leite no valor nutricional do queijo.

- Ainda que o soro proveniente da produção de queijo fresco seja utilizado para a produção de requeijão, uma análise rotinada à composição do soro permitiria inferir, por comparação com as análises sugeridas acima, a magnitude das perdas de matéria sólida neste subproduto.

- Seria ademais interessante que se explorasse a aplicação de diferentes coalhos, e monitorização da respetiva quantidade utilizada, assim como dos tempos e temperaturas necessários à coagulação, pois todos constituem condicionantes já abordadas neste trabalho.

Uma solução tecnológica que auxiliaria a colmatação da variabilidade seria ainda a implementação da utilização de um sensor ótico que aferisse a firmeza da coalhada (Arango & Castillo, 2018; C. C. Fagan et al., 2007; Colette C. Fagan et al., 2007; Taterka, 2016). A utilização de um equipamento deste tipo permitiria o corte da coalhada num momento preciso, minimizando erros humanos e uniformizando as produções.

No caso de serem verificadas flutuações nos resultados de padronizações aparentemente idênticas, existem soluções tecnológicas que passam pela aferição em linha dos teores em proteínas e lípidos da mistura de leite, diretamente ligada ao sistema de desnate, que automaticamente ajustam os teores em macromoléculas biológicas do leite.

Em síntese, o aperfeiçoamento de rendimentos é um balanço entre lucro e qualidade que constitui o trabalho diário de uma indústria. Os esforços técnicos e académicos devem ser uma parte central deste trabalho, de forma a facilitar tomadas de decisão informadas, fundamentadas e, principalmente, benéficas tanto a nível da elevação da qualidade como do lucro.

## Referências bibliográficas

- Almeida, J. (2018). *Geoestatística e Tratamento de Dados Textos e Exercícios com R*.
- Amsbary, R. (2013). Raw Materials: Selection, Specifications, and Certificate of Analysis. *Quality Assurance & Food Safety*.
- Arango, O., & Castillo, M. (2018). A method for the inline measurement of milk gel firmness using an optical sensor. *Journal of Dairy Science*, *101*(5), 3910–3917.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2017-13595>
- Associação Portuguesa de Nutrição. (2018). *Queijos - dos frescos aos curados*.
- Bhandari, B., & Roos, Y. H. (2012). Food Materials Science and Engineering: An Overview. Em *Food Materials Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1002/9781118373903>
- Bird, J. (2000). Milk Standardization. *Journal of The Society of Dairy Technology*, *46*(2), 35–37.
- Cheese. (sem data). Obtido 27 de Junho de 2021, de <https://www.statista.com/getting-started/publishing-statista-content-citation-and-integration>
- El-Gawad, M. (2015). Cheese yield as affected by some parameters.
- Fagan, C. C., Leedy, M., Castillo, M., Payne, F. A., O'Donnell, C. P., & O'Callaghan, D. J. (2007). Development of a light scatter sensor technology for on-line monitoring of milk coagulation and whey separation. *Journal of Food Engineering*, *83*(1), 61–67.  
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.12.014>
- Fagan, Colette C., Castillo, M., Payne, F. A., O'Donnell, C. P., Leedy, M., & O'Callaghan, D. J. (2007). Novel online sensor technology for continuous monitoring of milk coagulation and whey separation in cheesemaking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *55*(22), 8836–8844. <https://doi.org/10.1021/jf070807b>
- Feijoo, A. M. L. C. (2010). Estatística descritiva. Medidas de tendência central. *A pesquisa e a estatística na psicologia e na educação*, 14–22. Obtido de <http://books.scielo.org/id/yvwnq/pdf/feijoo-9788579820489-05.pdf>
- Fernandes, J. (2013). Produção de queijo: origem dos coalhos. *Agrotec*, (8).
- Figueiredo, J. M., Limpo, V., Gonçalves, L., Pedrosa, F., & Diniz, C. (2001). Guia técnico Sectorial-Indústria de Lacticínios.

- Fox, P. F. (2009). *Dairy Chemistry And Biochemistry*. <https://doi.org/10.1201/9781420046359-p1>
- Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. H. (2017). *Fundamentals of Cheese Science. Fundamentals of Cheese Science (2.ª ed.)*. New York.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9_19)
- Gonçalves, R. (2018). Lares portuguesas gastam 70€ em queijo em 2017. Obtido de [www.hipersuper.pt/2018/04/04/lares-portuguesas-gastam-e70-queijo-2017/](http://www.hipersuper.pt/2018/04/04/lares-portuguesas-gastam-e70-queijo-2017/)
- Graça, P. (2020). *Como Comem os Portugueses - alimentação*.
- Grupo Marktest. (2018). Flamengo é a variedade de queijo mais consumida. Obtido de [www.marktest.com/wap/a/n/id~2415.aspx](http://www.marktest.com/wap/a/n/id~2415.aspx)
- Guinee, T. P., & O'Brien, B. (2010). *Technology of Cheesemaking. Technology of Cheesemaking (2.ª ed.)*. <https://doi.org/10.1002/9781444323740.ch1>
- Hill, A., & Ferrer, M. (2021). *Cheese Making Technology e-Book*. Obtido de [books.lib.uoguelph.ca/cheesemakingtechnologyebook/front-matter/introduction/](http://books.lib.uoguelph.ca/cheesemakingtechnologyebook/front-matter/introduction/)
- INE. (2021). Produção de queijo (t) por tipo de queijo. Obtido de [ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_indicadores&indOcorrCod=0000920&contexto=bd&selTab=tab&xlang=pt](http://ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0000920&contexto=bd&selTab=tab&xlang=pt)
- Jones, G. M., Scientist, E. D., Quality, M., Management, M., Tech, V., Bailey, T. L., ... Tech, V. (2009). Understanding the Basics of Mastitis.
- Lidon, F., & Silvestre, M. M. (2007). *Indústrias Alimentares - Aditivos e Tecnologia*.
- Os editores da Enciclopédia. (2021). Cheese. Em *Britannica*.
- Panthi, R. R., Jordan, K. N., Kelly, A. L., & Sheehan, J. J. D. (2017). *Selection and Treatment of Milk for Cheesemaking. Cheese (Fourth Ed.)*. Elsevier Ltd.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417012-4/00002-8>
- Pessoa, M. F. (2020). Matérias primas alimentares: apresentação e conceito.
- Rashidinejad, A., Bremer, P., Birch, J., & Oey, I. (2017). Nutrients in cheese and their effect on health and disease. Em *Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease* (pp. 177–192). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809762-5.00014-0>
- Robinson, R. K., & Wilbey, R. A. (1998). *Cheesemaking Practice (3.ª ed.)*. Springer Science +

Business Media, LLC.

Rozenberg, S., Body, J. J., Bruyère, O., Bergmann, P., Brandi, M. L., & Cooper, C. (2016).

Effects of Dairy Products Consumption on Health : Benefits and Beliefs — A  
Commentary from the Belgian Bone Club and the European Society for Clinical and  
Economic Aspects of Osteoporosis , Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 1–17.  
<https://doi.org/10.1007/s00223-015-0062-x>

Silva, N. N., Casanova, F., da Silva Pinto, M., de Carvalho, A. F., & Gaucheron, F. (2019).

Casein micelles: From the monomers to the supramolecular structure. *Brazilian Journal of  
Food Technology*, 22, 1–15. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.18518>

Somsen, D. (2004). *Production yield analysis in food processing*.

Somsen, D., & Capelle, A. (2002). Introduction to production yield analysis — a new tool for  
improvement of raw material yield.

Somsen, D., Capelle, A., & Tramper, J. (2004). Production yield analysis in the poultry  
processing industry. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.02.008>

Taterka, H. (2016). Optical prediction models of whey protein denaturation in thermally treated  
milk for the development of an inline sensor. Obtido de <https://ddd.uab.cat/record/173930>



# Anexo 1

## Cálculo de outliers

A identificação de outliers foi efetuada a partir do método descrito abaixo (Almeida, 2018).

- 1) Cálculo do primeiro (Q1) e terceiro (Q3) quartis, recorrendo ao programa Microsoft Excel;
- 2) Cálculo da distância interquartil (IQ), através da subtração do valor de Q1 ao valor de Q3;
- 3) Aplicação da expressão  $Q1 - 1,5(Q3-Q1)$  para definição de limite mínimo a considerar para os valores amostrais;
- 4) Aplicação da expressão  $Q3 + 1,5(Q3-Q1)$  para definição de limite máximo a considerar para os valores amostrais.



2021

BRUNO PEREIRA

ANÁLISE DE RENDIMENTOS NA PRODUÇÃO DE QUEIJO FRESCO