

**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

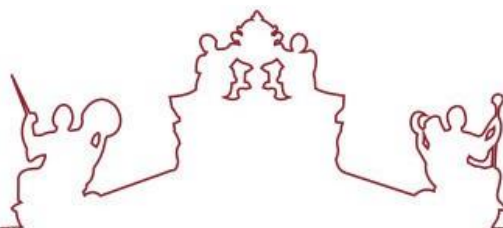
**Análise de fatores associados à gestão e qualidade do colostro em explorações de bovinos leiteiros**

**Marília Gomes Meira**

Orientador(es) | Cristina Maria dos Santos Conceição  
Flávio Silva

Évora 2024





**Universidade de Évora - Escola de Ciências e Tecnologia**

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

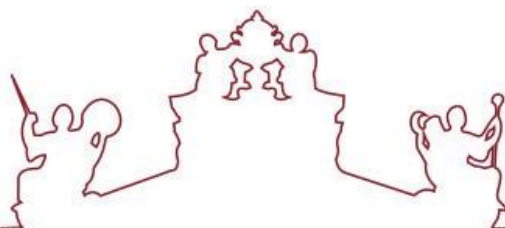
**Análise de fatores associados à gestão e qualidade do colostro em explorações de bovinos leiteiros**

**Marília Gomes Meira**

Orientador(es) | Cristina Maria dos Santos Conceição  
Flávio Silva

Évora 2024





A dissertação foi objeto de apreciação e discussão pública pelo seguinte júri nomeado pelo Diretor da Escola de Ciências e Tecnologia:

Presidente | José Manuel Martins (Universidade de Évora)

Vogais | Ana Carina Alves Pereira de Mira Geraldo (Universidade de Évora) (Arguente)  
Cristina Maria dos Santos Conceição (Universidade de Évora) (Orientador)

*Para ti, Avó*

## **Agradecimentos**

Agradeço profundamente aos meus orientadores, Mestre Flávio Silva e Professora Doutora Cristina Conceição, pela grande paciência, empenho e prontidão em ajudar-me ao longo de todo o processo. O vosso apoio foi fundamental para a concretização deste trabalho.

A todas as explorações e responsáveis envolvidos pela disponibilidade e interessa em participarem neste estudo.

Ao Engenheiro João Graça e ao Engenheiro Fábio Agostinho, o meu muito obrigado por acreditarem no meu potencial e estarem sempre disponíveis para qualquer ajuda de que necessitasse.

Aos meus pilares: Miguel Encarnado, André Pinheiro, Tiago Laranjo, Giulia Sanches, Guilherme Rebocho, Joana Ladeiras, Alice Correia, Melissa Barros e Susana Costa. Agradeço-vos por estarem incondicionalmente ao meu lado, pelo apoio moral incomparável, pela paciência em ouvir-me nas horas mais difíceis e, sem saberem, por muitas vezes serem a razão pela qual nunca desisti (apesar de ter dito muitas vezes que o ia fazer, afinal conseguimos pessoal!), não podia pedir pessoas melhores ao meu lado nesta longa jornada e por vos ter, serei eternamente grata.

Por fim, mas em nada menos importante, quero agradecer aos meus pais, por ambicionarem um futuro melhor para mim e por terem feito de tudo para que este dia chegasse, ao meu irmão por dizer-me desde de pequena que teria o mundo a meus pés, se assim o quisesse e por, mesmo não sabendo, sempre me puxar para cima e me mostrar que estava no caminho certo e por último agradecer-te a ti, avó, para a qual nem tenho palavras, por toda a ajuda para que conseguisse entrar e manter-me na universidade, por toda a motivação e sabedoria, pelo apoio incondicional em todas as decisões que tomei e me fizeram chegar até aqui e por me lembrares sempre da pessoa que sou, de onde venho e da resiliência que em nós, estará eternamente presente.

A todas as restantes pessoas que me acompanharam durante estes penosos e incríveis cinco anos, o meu mais sincero, obrigada!

Sem todos vocês, nada disto seria possível.

## Resumo

O período neonatal apresenta elevadas taxas de morbidade e mortalidade, sendo uma das principais causas a inadequada gestão do colostro. O objetivo deste trabalho consistiu na identificação de fatores que afetam a qualidade do colostro e na elaboração de um método de avaliação da gestão do colostro da exploração. Foi realizado um questionário a 15 explorações de bovinos leiteiros e recolhidas 90 amostras de colostro para análise da qualidade (Brix e densidade). O Brix e a densidade do colostro apresentaram uma média de  $23,79 \pm 4,42\%$  e  $1,056 \pm 0,03$  g/mL, respetivamente. Os fatores associados com a variação da qualidade do colostro relacionaram-se com a paridade, período seco, vacinação, dieta do pré-parto e características da exploração. Desenvolveu-se ainda um índice que permite avaliar a gestão do colostro de forma objetiva com uma pontuação entre 5 e 42 pontos. Este trabalho permitiu identificar pontos-críticos e oportunidades de melhoria na gestão do colostro.

**Palavras-chave:** Brix; imunidade passiva; pré-parto; vacas leiteiras; vitelos

# **“EVALUATION OF FACTORS ASSOCIATED WITH COLOSTRUM MANAGEMENT AND QUALITY ON DAIRY FARMS”**

## **Abstract**

The neonatal period has high morbidity and mortality rates, one of the causes of which is inadequate colostrum management. The aim of this study was to identify factors that affect colostrum quality and to develop a method for evaluating colostrum management on the farm. A questionnaire was sent to 15 dairy farms and 90 colostrum samples were collected for quality analysis (Brix and density). Colostrum Brix and density averaged  $23.79\pm 4.42\%$  and  $1.056\pm 0.03$  g/mL, respectively. The factors associated with variation in colostrum quality were related to parity, dry period, vaccination, pre-partum diet and farm characteristics. An index was also developed that allows colostrum management to be assessed objectively with a score ranging from 5 to 42 points. This work made it possible to identify critical points and opportunities for improvement in colostrum management.

**Keywords:** Brix; passive immunity; prepartum; dairy cows; calves

# Índice

1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	3
2.1. Importância do colostro para o vitelo .....	3
2.1.1. Maturação e desenvolvimento do trato gastrointestinal do vitelo .....	3
2.1.2. Transferência de imunidade passiva e maturação do sistema imunológico do vitelo .....	5
2.1.2.1. Fatores que influenciam a TIP .....	9
2.2. Gestão do colostro .....	10
2.2.1. Intervalo entre o nascimento - 1ª toma e tomas subsequentes .....	12
2.2.2. Quantidade e métodos de administração .....	14
2.2.2.1. Método natural .....	16
2.2.2.2. Biberão .....	17
2.2.2.3. Sonda esofágica .....	18
2.2.3. Qualidade .....	19
2.2.3.1. Composição do colostro bovino .....	20
i. Lactose e gordura .....	22
ii. Proteínas .....	23
iii. Leucócitos .....	24
2.2.3.2. Métodos de avaliação da qualidade do colostro .....	25
2.2.3.3. Fatores que afetam a qualidade do colostro .....	26
i. Raça .....	27
ii. Número de lactações .....	27
iii. Volume de colostro produzido .....	28
iv. Mastite .....	28
v. O período seco .....	29
vi. Época de parto .....	30
vii. Stress térmico .....	30



viii. Primeira ordenha.....	32
2.2.4. Controlo higio-sanitário.....	33
2.2.5. Avaliação da TIP .....	35
3. Material e Métodos.....	37
3.1. Recolha de dados .....	37
3.1.1. Questionário.....	38
3.1.2. Recolha de amostras de colostro .....	41
3.2. Análises laboratoriais .....	42
3.3. Análise estatística .....	44
3.3.1. Tratamento dos dados.....	45
4. Resultados .....	47
4.1. Caracterização das explorações e dos animais amostrados .....	47
4.2. Brix.....	51
4.3. Densidade .....	57
4.4. Relação entre o Brix e a densidade do colostro.....	62
4.5. Gestão do colostro .....	63
4.5.1. Desenvolvimento do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	63
4.5.2. Aplicação do Índice de Avaliação da Gestão do Colostro nas explorações .	66
5. Discussão .....	69
5.1. Qualidade do colostro.....	69
5.2. Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	72
6. Conclusão .....	75
7. Referências bibliográficas .....	76
8. Anexos.....	92

## Índice de Figuras

Figura 1: Os cinco pilares da gestão do colostro.....	11
Figura 2: Índice de temperatura - humidade para vacas de leite (Adaptado de: Collier et al., 2012).....	31
Figura 3: Distribuição geográfica das explorações visitadas .....	37
Figura 4: Conjuntos de copos para a amostragem (Fonte própria) .....	41
Figura 5: Conjuntos de copos para a amostragem (Fonte própria) .....	41
Figura 6: Preparação das amostras para análises laboratoriais (fonte: Própria) .....	42
Figura 7: Preparação das amostras para análises laboratoriais (fonte: Própria) .....	42
Figura 8: Medição do valor de Brix (Fonte própria) .....	43
Figura 9: Medição do valor de Brix (Fonte própria) .....	43
Figura 10: Pesagens para a determinação da densidade (Fonte própria) .....	43
Figura 11: Pesagens para a determinação da densidade (Fonte própria) .....	43
Figura 13: Medição do pH (Fonte própria) .....	44
Figura 12: Medição do pH (Fonte própria) .....	44
Figura 14: Quantidade de vacas vacinadas por agente infeccioso. BRD – Bovine Respiratory Disease (doença respiratória bovina); BVD - Bovine Viral Diarrhea (diarreia viral bovina); Ecoli - Escherichia coli; IBR - Infectious bovine rhinotracheitis (rinotraqueíte infecciosa bovina); Parasitas_INT_EXT – Parasitas internos e externos; PI3 - Bovine parainfluenza-3 virus (vírus Parainfluenza-3 bovino).....	50
Figura 15: Distribuição dos resultados obtidos para a variável Brix .....	51
Figura 16: Distribuição dos resultados obtidos para a variável Densidade.....	57
Figura 17: Interação entre as variáveis dependentes Brix e Densidade do colostro....	62
Figura 18: Quantidade de colostro: Segundo pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	64
Figura 19: Horário de administração: Primeiro pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	64
Figura 20: Qualidade do colostro: Terceiro pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	65
Figura 21 : Higiene e Segurança: Quarto pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros.....	65
Figura 22 : Quinto pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros .....	66
Figura 23: Variação da pontuação obtida no índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, de todas as explorações estudadas.....	66

Figura 24: Pontuação obtida no Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, por cada um dos cinco pilares nele presentes, de cada uma das 14 explorações estudadas (A-N) ..... 68

Figura 25: Avaliação obtida, através do índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, por categoria, de todas as explorações estudadas . 68

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Composição do colostro, do leite de transição e do leite inteiro de vacas Holstein (Adaptado de Godden et al., 2019) .....	21
Tabela 2: Questões colocadas aos produtores, respetivos objetivos e secções .....	40
Tabela 3: Distribuição dos resultados obtidos em relação às características das explorações e das vacas em estudo com exceção da variável alimentação e da variável vacinação .....	47
Tabela 4: Composição dos arraçoamentos fornecidos durante o pré-parto e o período seco nas diferentes explorações.....	49
Tabela 5: Modelo de efeitos mistos realizada para a variável Brix utilizando uma análise unifatorial .....	52
Tabela 6: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Brix utilizando uma análise multifatorial .....	54
Tabela 7: Modelo de regressão logística realizado para a variável Brix através de uma análise unifatorial.....	55
Tabela 8: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Densidade utilizando uma análise unifatorial.....	58
Tabela 9: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Densidade utilizando uma análise multifatorial .....	59
Tabela 10: Modelo de regressão logística realizado para a variável Densidade através de uma análise unifatorial .....	61

## Lista de Abreviaturas

- BRD – Bovine Respiratory Disease  
BVD - Bovine Viral Diarrhea  
CCS - Contagem de células somáticas  
D – Densidade  
DNA - Ácido Desoxirribonucleico  
*E.Coli* – Escherichia coli  
EGF - Fator de crescimento epidérmico  
ELISA - Enzyme-Linked immunosorbent assay  
FTIP - Falha na transferência de imunidade passiva  
g – Gramas  
g/100g – Gramas por cem gramas  
g/100mL – Gramas por cem mililitros  
g/dL - Gramas por decilitro  
g/g fat – Gramas por grama de gordura  
g/L - Gramas por litro  
g/mL- Gramas por mililitro  
GGT - Gama-Glutamiltransferase  
GH - *Growth Hormone*  
h – Horas  
IBR - Infectious bovine rhinotracheitis  
IgA - *Immunoglobulin A*  
IgE - *Immunoglobulin E*  
IGF-I - *Insulin-Like Growth Factor I*  
IGF-II - *Insulin-Like Growth Factor II*  
IgG - *Immunoglobulin G*  
IgG1- *Immunoglobulin G1*  
IgG2 - *Immunoglobulin G2*  
IgM - *Immunoglobulin M*  
IU/g fat – Unidades internacionais por grama de gordura  
kg – Quilogramas  
L – Litros  
Leucócitos/mL – Leucócitos por mililitro  
m – Massa  
Mcal/KgMs – Megacalorias por quilograma de matéria seca

NDF – Neutral Detergent Fiber  
PB – Proteína bruta  
MS – Matéria seca  
mg – Miligramas  
mg/100g – Miligramas por cem gramas  
mg/100mL – Miligramas por cem mililitros  
mg/dL – Miligramas por decilitro  
mg/mL – Miligramas por mililitro  
mL – Mililitros  
OR – *odd ratios*  
Parasitas\_INT\_EXT – Parasitas internos e externos  
PI3 - Bovine parainfluenza-3 virus  
RID - *Radial Immunodiffusion assay*  
STIGA - Ensaio da trealase IgG dividida  
TBF- $\beta$ 2 - Fator transformador de crescimento beta-2  
THI - Índice de temperatura-humidade  
TGI – Trato gastrointestinal  
TIA - Turbidimetric Immunoassay  
TIP - Transferência de imunidade passiva  
ufc/mL- Unidades formadoras de colônia por mililitro  
USDA – *United States Department of Agriculture*  
v – Volume

# 1. Introdução

As fases de cria e recria numa exploração de bovinos leiteiros são por vezes vistas pelo produtor como um custo adicional para a exploração, uma vez que se tratam de animais que só irão gerar proveitos na vida adulta, com exceção da venda de machos ou de fêmeas que por vários motivos não permanecem na exploração. No entanto, estes animais desempenham o papel importantíssimo de substituição do efetivo, pelo que devem ser encarados como um investimento.

Um dos desafios críticos para as explorações de bovinos leiteiros consiste na perda de animais, provocada pela morte de fêmeas leiteiras durante as suas primeiras semanas de vida (vitelas) ou pela necessidade de as refugar no início da primeira lactação por se mostrarem muito pouco produtivas, tornando-se assim numa despesa para a exploração (Windeyer et al., 2014). Esta problemática afeta, nos dias de hoje, explorações de bovinos leiteiros por todo o mundo, e impacta negativamente não só o bem-estar animal, mas também a perceção da sociedade sobre a produção animal.

As causas por detrás das elevadas taxas de mortalidade e das doenças neonatais variam substancialmente de exploração para exploração, podendo ser provocadas por diferentes fatores de risco (Windeyer et al., 2014). No entanto, uma má gestão do colostro justifica uma grande percentagem das mesmas. Isto deve-se à importância que o colostro tem para os recém-nascidos, uma vez que a placenta sinepiteliocorial dos ruminantes não permite a transferência de imunoglobulinas da mãe para o feto durante a gestação. Assim, o vitelo fica dependente da ingestão do colostro, que contém níveis elevados de vitaminas, nutrientes e anticorpos para o desenvolvimento do seu sistema imunitário, traduzindo-se este acontecimento na transferência de imunidade passiva (TIP) (Robbers et al., 2021; Ariton et al., 2023).

O aparelho digestivo dos vitelos é diferenciado nas primeiras horas de vida, uma vez que não produz secreções e enzimas digestivas e o epitélio tem a capacidade de absorver macromoléculas, como as imunoglobulinas (Cunha & Martuscello, 2009, citados por Pereira et al., 2011). A maturação do intestino começa rapidamente após o nascimento, e com ela a capacidade de absorção de macromoléculas intactas é perdida. 24h após o parto, as paredes do intestino absorvem menos de 10% do que originalmente pode ser absorvido, e além disso, a secreção de enzimas torna-se substancial por volta das 12h após o nascimento (Pereira et al., 2011).

Sendo o colostro não só uma fonte crítica de imunoproteção como também de nutrição para os vitelos recém-nascido, a ingestão de colostro de boa qualidade durante as primeiras 24h de vida torna-se essencial para a saúde e para o desempenho futuro destes animais (Bielmann et al., 2010; McGrath et al., 2016). Atualmente encontra-se

estabelecido que um vitelo deve apresentar uma concentração sérica de IgG de, no mínimo, 10 mg/mL entre as 24 e as 48h de vida. A ingestão ou absorção insuficiente de IgG colostrar resulta numa falha na transferência de imunidade passiva (FTIP). Vitelos com FTIP (IgG sérica <10 g/L) são mais suscetíveis a doenças infecciosas e têm taxas de morbidade e mortalidade mais elevadas (Elsohaby et al., 2017).

Para prevenir a ocorrência de uma FTIP a quantidade e a qualidade do colostro fornecido logo após o nascimento são dos fatores mais importantes, com *odds ratios* de OR = 0,41 e OR = 0,26, respetivamente (Lichtmannsperger et al., 2023). Isso significa que quanto maior a quantidade de colostro fornecido, menor a possibilidade de ocorrer uma FTIP. O OR de 0,41 indica uma redução de 59% no risco de FTIP ( $1 - 0,41 = 0,59$ , ou 59%). O OR = 0,26 significa que a qualidade do colostro é ainda mais importante, pois um colostro de boa qualidade diminui a possibilidade de FTIP em 74% ( $1 - 0,26 = 0,74$ ).

Existem vários métodos para aferir a qualidade do colostro que geralmente se baseiam na concentração de imunoglobulina G (IgG) do mesmo. O valor de Brix e o cálculo da densidade do colostro são duas dessas metodologias e foram as utilizadas na presente dissertação. É considerado um colostro de qualidade aquele que apresenta um valor de Brix superior a 22% e uma densidade igual ou superior a 1,05 g/mL. A qualidade do colostro produzido varia significativamente entre explorações e entre as progenitoras, sendo influenciada por diversos fatores como a paridade, a duração do período seco e o tempo decorrido entre o parto e a primeira ordenha (Ariton et al., 2023; Lichtmannsperger et al., 2023).

A gestão do colostro é o fator mais importante para determinar a sobrevivência, o desenvolvimento e a saúde dos vitelos (Godden et al., 2019). Este processo baseia-se num conjunto de práticas adotadas pelos produtores para maximizar a TIP e compreende a avaliação da sua qualidade, a escolha do método de administração, a determinação da quantidade a administrar, a determinação do intervalo entre o nascimento do vitelo e a toma, a garantia de condições de higiene e um correto armazenamento do colostro (Robbers et al., 2021), considerando que o fornecimento de colostro de alta qualidade pode reduzir a mortalidade dos vitelos, aumentar a imunidade e prolongar a vida do animal (Ariton et al., 2023) e uma vez que as causas para a obtenção de colostros com baixa qualidade diferem entre explorações, a presente dissertação teve dois objetivos: (1) avaliar os fatores associados com a qualidade do colostro, medida através do grau Brix e da densidade; (2) desenvolver um índice de avaliação da gestão do colostro para as explorações de bovinos leiteiros.



## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Importância do colostro para o vitelo

O colostro bovino consiste na primeira secreção da glândula mamária libertada após o parto (Abdelsattar et al., 2022). É uma mistura de secreções lácteas e constituintes do soro sanguíneo, principalmente imunoglobulinas e outras proteínas séricas, que se acumulam na glândula mamária durante o período seco, denominando-se este processo de colostrogênese (Godden et al., 2019; Mehra et al., 2020). A colostrogênese ocorre por volta das três últimas semanas de gestação e cessa abruptamente com o parto (Zentrich et al., 2019).

O colostro é reconhecido pela sua capacidade de fornecer proteção passiva contra infecções e patologias aos animais (Sandomirsky et al., 2003; Puppel et al., 2020). No entanto, além de outros possíveis efeitos, contribui em grande parte para o desenvolvimento do trato gastrointestinal (TGI) (Silva et al., 2024b).

#### 2.1.1. Maturação e desenvolvimento do trato gastrointestinal do vitelo

O colostro bovino tem uma importância global para o desenvolvimento pós-natal do intestino uma vez que da sua constituição fazem parte vários componentes bioativos que estimulam respostas fisiológicas sistêmicas ou locais dentro do TGI do recém-nascido. Ao fornecer colostro de qualidade aos vitelos recém-nascidos, estamos a fornecer uma fonte instantânea e indispensável de energia que será necessária para a termorregulação e para uma melhor adaptação dos animais às condições ambientais da vida fora do útero (Le Dividich et al., 2005; Hammon et al., 2012).

Os peptídeos do colostro mais estudados são as imunoglobulinas, o fator de crescimento epidérmico (EGF) e os fatores semelhantes à insulina I (IGF-I) e II (IGF-II). O EGF é um peptídeo ácido-estável, que resiste à degradação proteica gástrica, sendo a sua principal atividade no TGI estimular a proliferação e diferenciação de células intestinais e a maturação do trato digestivo (Pereira et al., 2011). Já os IGF- I e II são peptídeos que têm a capacidade de estimular a síntese de DNA e a mitose em vários tipos de células e são promotores de crescimento no intestino de vitelos recém-nascidos (Coelho, 2005 citado por Pereira et al., 2011).

A insulina colostrada desempenha outro papel importante no desenvolvimento neonatal que consiste no aumento da motilidade intestinal, acelerando a passagem da digesta pelo intestino do vitelo. Segundo Hammon et al. (2020), a absorção intestinal de

insulina compensa a resposta pancreática subdesenvolvida, promovendo o fluxo de nutrientes para os tecidos periféricos e o armazenamento de glicogénio hepático, apoiando o rápido metabolismo e crescimento neonatal. Além disso, a estimulação das hormonas gastrointestinais provocada pela alimentação com colostro, pode contribuir para a elevada secreção de insulina nos vitelos, estimulando a sua secreção endógena (Fischer-Tlustos et al., 2021). Assim, o consumo de colostro melhora o estado glicémico do animal, aumentando a absorção intestinal de glicose como resultado da proliferação epitelial intestinal (Steinhoff-Wagner et al., 2014), o que resulta numa concentração elevada de glicose no sangue que pode contribuir para melhorar o desempenho do recém-nascido no futuro (Hammon et al., 2013).

O colostro tem a função de colonizar o TGI com bactérias benéficas, tornando-se vital para acelerar o desenvolvimento morfológico pós-natal e a maturação funcional do mesmo. Isto deve-se ao facto de a alimentação com colostro proporcionar benefícios diretos para o crescimento e diferenciação das células epiteliais intestinais, bem como para o aumento da altura das vilosidades do intestino delgado e da profundidade das criptas, o que pode melhorar a eficiência digestiva pós-natal (Fischer-Tlustos et al., 2021; Abdelsattar et al., 2022). A rotação celular da mucosa intestinal depende da proliferação e da apoptose, que é reduzida pela ingestão de colostro. Assim, a longevidade das células epiteliais em vitelos recém-nascidos torna-se acrescida (Blum, 2006; Hammon et al., 2020; Zhu et al., 2021).

O colostro ativa também o peristaltismo e, por conseguinte, apresenta um efeito laxante, que é responsável pela desobstrução do intestino através da excreção do mecónio (primeira matéria fecal) constituído por secreções, fluidos, células e bÍlis, produzidas e acumuladas no intestino durante a vida intrauterina, evitando assim a sua densificação excessiva e problemas de excreção (Puppel et al., 2019).

A quantidade e qualidade global do colostro ingerido encontram-se correlacionadas com o tamanho das vilosidades na mucosa intestinal, ou seja, as vilosidades adquirem dimensões superiores nos vitelos que são alimentados repetidamente com colostro de qualidade (Hammon et al., 2020). O intervalo de tempo em que o colostro é fornecido influencia as ações do mesmo no TGI (Yang et al., 2015; Pyo et al., 2020). A ingestão de colostro de qualidade nas primeiras horas de vida, provoca um aumento na altura das vilosidades e na área de superfície do jejuno, bem como na área de superfície ileal (Pyo et al., 2020), no entanto, atrasar a alimentação com colostro até às 12h de vida provoca efeitos opostos e negativos (Fischer-Tlustos et al., 2021).

## 2.1.2. Transferência de imunidade passiva e maturação do sistema imunológico do vitelo

As vacas, tal como outros ruminantes, possuem uma placenta sineplúvica que impede a transferência in-útero de imunoglobulinas para o neonato, caracterizada pela presença de um sincício que separa o sangue da mãe e do feto, provocando uma carência de anticorpos à nascença (Fischer-Tlustos et al., 2021; Abdelsattar et al., 2022; Hechenberger et al., 2023). Este sistema é impermeável às macromoléculas para prevenir a transmissão vertical de microrganismos, mas em contrapartida as imunoglobulinas maternas também não são transferidas para o feto durante a gestação (Chase et al., 2008). Consequentemente, os vitelos nascem imunodeprimidos (Fischer-Tlustos et al., 2021) dependendo para a sua primeira proteção imunitária quase totalmente da transferência passiva de constituintes (principalmente imunoglobulinas) da mãe para o vitelo através da ingestão do colostro (Robbers et al., 2021; Hechenberger et al., 2023) até que o seu sistema imunitário ativo se desenvolva, correspondendo este processo à TIP (Borad & Singh, 2018; El-Loly et al., 2019; Geiger, 2020).

O desenvolvimento da resposta imune mediada por células ocorre durante a fase final da gestação, mas no decorrer do parto e pela liberação de hormonas como o cortisol, há um decréscimo na capacidade funcional destas células (Chase et al., 2008). Nos bovinos, as células relacionadas com o sistema imune adaptativo estão presentes em quantidades reduzidas ao nascimento (Cortese, 2009). Mesmo que todos os componentes celulares estejam presentes durante a vida intrauterina, o número de linfócitos T reduz-se drasticamente, na ordem dos 30-60%, a partir do último mês de gestação. Já no caso dos linfócitos B, estes só se tornam completamente funcionais às 4-5 semanas de idade. De igual modo, o sistema complemento não atinge os níveis dos animais adultos até por volta dos 6 meses de idade (Chase et al., 2008). A imaturidade do sistema imunitário do vitelo à nascença, aliado à ausência de transferência de imunoglobulinas via placenta torna a ingestão do colostro essencial para proteger o vitelo recém-nascido (Borad & Singh, 2018; El-Loly et al., 2019; Geiger, 2020).

A absorção de imunoglobulinas através da ingestão do primeiro colostro ocorre durante as primeiras 24h de vida, passando do lúmen intestinal para o enterócito por pinocitose, e posteriormente por exocitose para os vasos linfáticos, que as transportam até à corrente sanguínea por meio do ducto torácico (Godden et al., 2019), conferindo proteção contra os agentes patogénicos enquanto o vitelo desenvolve o seu próprio sistema imunitário (Gomes et al., 2017).

A formação de colostro começa através do transporte de imunoglobulinas do plasma materno para a glândula mamária, sendo este processo desencadeado por hormonas lactogénicas, como a prolactina, que vão permitir que os recetores das células do epitélio secretor da glândula mamária facilitem a transferência de IgG. Esta transferência ocorre durante a colostrogénese e pode chegar à ordem de 500 g/semana de IgG, atingindo o seu pico pouco antes do parto (McGuirk & Collins, 2004).

As imunoglobulinas consistem em proteínas com uma gama de bioatividades protetoras e dividem-se em cinco classes, imunoglobulina M (IgM), imunoglobulina A (IgA), IgG, imunoglobulina E (IgE) e imunoglobulina D (IgD). Por ser uma secreção mamária, as principais imunoglobulinas do colostro são a IgG, a IgA e a IgM e cada uma deles desempenha uma função distinta no organismo do vitelo (Geiger, 2020). Uma descrição detalhada das funções de cada uma das imunoglobulinas presentes no colostro pode ser visualizada no subcapítulo 2.2.3.1. ii.

Existem dois subtipos de IgG no colostro, a IgG1, que constitui 80-90% do total de IgG, e a IgG2 que constitui os restantes 10-20% (Robbers et al., 2021). Apesar de não ser bem conhecido o processo de transferência de IgE colostrálica, Godden et al. (2019) afirmam que esta pode ter um papel importante na prevenção de parasitoses intestinais neonatais. A concentração de imunoglobulinas no colostro bovino difere entre autores. Segundo Gomes et al. (2017), existe aproximadamente 90% de IgG, 7% de IgM e 5% de IgA no colostro, já segundo Puppel et al. (2019), temos valores de 65-90% de IgG, 8-10% de IgM e 7-10% de IgA. Mais recentemente Mehra et al. (2020), afirmaram que a IgG varia entre 70-80%, a IgM entre 10-15% e a IgA entre 10-15%.

As imunoglobulinas ligam-se a antígenos dos agentes patogénicos (Fahey et al., 2020), prevenindo infeções causadas por vírus e bactérias entéricas. A IgG presente no colostro desempenha o papel principal na resposta imunitária à maioria das infeções (Godden et al., 2019). O fornecimento de colostro com concentrações de IgG iguais ou superiores a 20 g/dL, melhora o desenvolvimento do TGI, reduz os tratamentos com antibióticos e reduz a morbilidade e mortalidade dos vitelos (Berge et al., 2009). Após a absorção para a corrente sanguínea do vitelo, a duração da imunidade passiva proporcionada pelas imunoglobulinas maternas é altamente variável, e depende em grande parte da massa total de imunoglobulinas consumida e absorvida nas primeiras 24h de vida. O decréscimo dos anticorpos colostrálicos pode ser influenciado por diversos fatores, incluindo infeções virais ativas ou vacinação (Godden et al., 2019).

Os anticorpos maternos provenientes do colostro permanecem no sistema circulatório dos vitelos até às três primeiras semanas de vida (Hulbert & Moisés, 2016), No entanto, segundo Heinrichs & Jones (2003) a partir do quinto dia de vida a imunidade passiva adquirida via colostro diminui, enquanto ainda não há maturação completa do

sistema imune adaptativo do vitelo, sendo este o período crítico para o desenvolvimento de doenças.

Além do aumento da concentração de imunoglobulinas, a ingestão de colostro aumenta também a abundância no sangue de muitos outros fatores imunologicamente ativos, como as proteínas do complemento, que contribuem para a imunidade inata do recém-nascido, corroborando com os processos do sistema imunitário na eliminação de microrganismos (Fahey et al., 2020; Mann et al., 2020). Por exemplo, os gangliosídeos, juntamente com os fosfolípidos, promovem o fortalecimento do sistema imunitário, o desenvolvimento neuronal e a eliminação de agentes patogênicos (Playford & Weiser, 2021).

As citocinas consistem num conjunto de proteínas produzidas por diferentes tipos de células e participam nos mecanismos de resposta imune inata e adaptativa (Gomes et al., 2017). As citocinas mediadoras e reguladoras da resposta imune específica, são produzidas especialmente pelas subpopulações de células T auxiliares, que estão relacionadas com o desencadeamento da resposta imune celular e com a produção de anticorpos. Os efeitos das citocinas sobre o sistema imune dos recém-nascidos são pouco conhecidos, mas em todo o caso, Hagiwara et al. (2003) demonstraram que promovem a ativação de linfócitos e neutrófilos nos vitelos. Os vitelos recém-nascidos não apresentam concentrações detetáveis de citocinas séricas imediatamente após o nascimento, no entanto, logo após a ingestão do colostro, a concentração de citocinas atinge o seu pico máximo, com queda gradual nos momentos subsequentes até atingir níveis indetetáveis por volta dos 28 dias de vida (Yamanaka et al., 2003).

Outros constituintes do colostro importantes para o sistema imunológico dos vitelos são os leucócitos transferidos a partir da ingestão do colostro passam através do epitélio intestinal para o sangue, com o pico de absorção entre as 12 e as 24h, colonizando as Placas de Peyer e os linfonodos, (Aldridge et al., 1998; Liebler-Tenorio et al., 2002). Os leucócitos podem sobreviver por um determinado período de tempo no lúmen do intestino ou podem penetrar a mucosa e migrar para linfonodos mesentéricos. Estes leucócitos permitem aos vitelos desenvolver uma resposta imune inata mais rápida e eficiente contra os agentes patogênicos, após a exposição natural aos microrganismos no período pós-natal (Costa et al., 2017).

O colostro atua também como um probiótico natural, devido à presença de bactérias comensais/simbióticas. A abundância, diversidade e estabilidade da população bacteriana no intestino são indicativos de saúde, ao passo que a redução na diversidade das bactérias intestinais está associada a um maior risco de alergias, enterites necrosantes e doença de Crohn (Hollister et al., 2014).

A alimentação com colostro reduz a presença de agentes patogênicos como a *E. coli*, coronavírus e rotavírus, nas primeiras 2 semanas após o nascimento (Abuelo et al., 2021), diminuindo, conseqüentemente, a incidência de diarreia nos animais jovens além de prevenir também a ocorrência de infecções do trato respiratório superior (Zwierzchowski et al., 2020). Assim, o colostro proporciona proteção sistêmica e local ao nível do TGI, tem propriedades anti-inflamatórias e imunomoduladoras com a capacidade de prevenir os casos de diarreia e doenças respiratórias (Kargar et al., 2020; Sienkiewicz et al., 2021) o que por sua vez, contribui para a redução da utilização de antimicrobianos.

Quando a formação, ingestão ou absorção de fatores imunológicos provenientes do colostro é inadequada, pode ocorrer uma FTIP. Considera-se a ocorrência de uma FTIP quando existe uma concentração sérica de IgG inferior a 10 g/L às 24h de vida do vitelo (Godden et al., 2019; Hue et al., 2021). Segundo Beam et al. (2009) a FTIP pode chegar a afetar cerca de 20 a 40% dos vitelos recém-nascidos e está associada a um aumento na incidência de doenças, das taxas de mortalidade e morbidade, das despesas veterinárias e a uma diminuição da produtividade e longevidade na vida adulta (Lombard et al., 2020; Abuelo et al., 2021; Hue et al., 2021). Uma análise de Raboisson et al. (2016) revelou que no caso de ocorrência de FTIP, este animal apresenta uma probabilidade 2,12 vezes superior de morrer, 1,75 vezes superior de contrair pneumonia e de ter a necessidade de tratamento para doenças respiratórias, 1,51 vezes superior de necessitar de tratamento para diarreia e uma morbidade geral 1,91 vezes superior, comparativamente a um animal com sucesso na TIP.

### 2.1.2.1. Fatores que influenciam a TIP

Apesar da sua importância, existem vários fatores que podem comprometer a TIP. A dificuldade do parto e a saúde da vaca são exemplos destes fatores, uma vez que o stresse durante o pré-parto pode afetar a produção e a qualidade do colostro e que os partos distócicos, por norma, provocam um desequilíbrio no balanço ácido-base do vitelo que pode afetar a absorção de IgG (Barrier et al., 2013). No que diz respeito à saúde, vacas com um plano de vacinação controlado e que se encontram livres de doenças, têm maior probabilidade de produzir colostro de alta qualidade com níveis mais elevados de anticorpos (Santos et al., 2019). Assim, a gestão realizada em cada exploração a nível das fêmeas adultas, seja em parâmetros de manejo alimentar, protocolos de vacinação e/ou manejo reprodutivo, apresenta um impacto direto na performance da TIP e na consequente saúde e vigor dos vitelos.

Vitelos com um menor vigor/vitalidade e/ou nascidos prematuramente apresentam uma menor capacidade de ingestão de colostro e uma maior dificuldade na absorção dos anticorpos do mesmo, prejudicando consequentemente o sucesso da TIP (Barrier et al., 2013). Além disso, também o sexo dos mesmos influencia a TIP, uma vez que as fêmeas geralmente apresentam uma maior concentração de anticorpos do que os machos, pois nas explorações leiteiras as fêmeas têm um valor económico acrescido, comparativamente aos machos, o que se reflete na forma como ambos são tratados (Barry et al., 2019). Vários estudos comprovaram a existência de diferenças significativas no fornecimento do colostro entre machos e fêmeas, onde as fêmeas recebem um tratamento preferencial com quantidades superiores de colostro de melhor qualidade e com uma contaminação bacteriana inferior (Fecteau et al., 2002; Shivley et al., 2019).

Uma elevada concentração de imunoglobulinas no colostro, apesar de determinar a qualidade do mesmo, não leva automaticamente a uma elevada concentração de imunoglobulinas no soro sanguíneo do vitelo. Desta forma, o fator que se mostra mais determinante para o sucesso da TIP, aliado a uma boa gestão da vacaria, é a gestão do colostro.

## 2.2. Gestão do colostro

A gestão do colostro consiste na tomada de decisões referentes às práticas adotadas pelos produtores para o processo de administração do colostro, e tem como principal objetivo a potencialização máxima do sucesso da TIP, tornando-se assim o fator mais importante para determinar a sobrevivência, o desenvolvimento e a saúde dos vitelos (Godden et al., 2019).

Uma má gestão do colostro e a consequente FTIP por ela provocada, resulta em perdas económicas significativas para o produtor. Segundo Ahmann et al. (2021) os valores podem variar entre 60 e 80 euros de custos adicionais por vitelo e se a prevalência de uma FTIP for elevada podem aumentar para cerca de 95 euros. Já Raboisson et al. (2016), afirmam que o custo total relacionado com a FTIP é de cerca de 60 euros por vitelo nos sistemas leiteiros europeus.

Doenças neonatais como diarreia, pneumonia e infeções umbilicais acarretam despesas associadas não só através dos custos de tratamentos e intervenções médico-veterinárias, mas também através dos custos provocados pela perda de animais jovens e dos efeitos negativos a longo prazo no desempenho produtivo dos animais adultos, afetando fortemente a viabilidade económica das explorações leiteiras (Borchardt et al., 2022). Os casos de diarreia representam 56,5% das causas de mortalidade em vitelos, já para os quadros de pneumonia a percentagem é de 22,5%, sendo então estas duas patologias responsáveis pela maioria das perdas de vitelos antes do desmame (USDA, 2007).

Uma gestão ótima do colostro na exploração é o primeiro passo para a redução da incidência destas patologias e das taxas de mortalidade (Lora et al., 2018) e para a sua simplificação os agricultores, os veterinários e os técnicos adotaram a política dos "Três Q's" como orientação geral para o fornecimento de colostro (Robbers et al., 2021). Os 3Q's compreendem (1) quantidade e métodos de administração, (2) qualidade do colostro (3) intervalo entre o nascimento e a toma. No entanto, estes três fatores não englobam tudo o que é necessário para uma gestão eficiente do colostro e nesse sentido são usualmente adicionados mais dois fatores: (4) controlo higio-sanitário e (5) avaliação da TIP (Figura 1) (Godden et al., 2019; Robbers et al., 2021). Esta terminologia provém do inglês "*quality, quickness, quantity, quite clean e Quantifying passive transfer*" (Palczynski et al., 2020).





*Figura 1: Os cinco pilares da gestão do colostro*

Na prática, os produtores leiteiros devem ter o objetivo de fornecer uma quantidade suficiente de colostro de alta qualidade o mais rapidamente possível após o nascimento, para assegurar a eficiência da TIP. Além disso, a contaminação bacteriana deve ser minimizada e as concentrações séricas de IgG devem ser monitoradas entre 24 e 48h de idade de forma a garantir a absorção adequada por parte do recém-nascido (Robbers et al., 2021).

É importante desacatar, por fim, que um dos fatores que mais influencia a gestão do colostro é a eficiência laboral. A produção intensiva de bovinos leiteiros requer mão de obra eficiente devido às exigências dos cargos desempenhados pelos operadores (Durst, 2020). No estudo de Raboisson et al. (2018), os autores concluíram que idealmente os operadores devem dedicar 15 minutos por vitelo após o seu nascimento, sendo que, o aconselhável é que os colaboradores gastem o tempo necessário mesmo que ele seja elevado e nunca gastar uma quantidade insuficiente de tempo. No entanto, o estudo de Gleeson et al., (2008), obteve o resultado máximo de 2,1 minutos por dia para o tempo total despendido no cuidado dos vitelos, que se verificou na exploração de menores dimensões e com uma menor proporção de vacas por operador, sendo que um número elevado de vacas por operador influencia diretamente o tempo que o mesmo consegue disponibilizar para o cuidado dos vitelos. Assim sendo, para garantir uma boa gestão do colostro é importante assegurar que o tempo que os colaboradores gastam com a mesma é suficiente para prestar todos os cuidados necessários aos vitelos. Além de contribuir para uma boa gestão do colostro, existe uma relação positiva entre a eficiência da mão de obra e a rentabilidade da exploração (Deming et al., 2019).

### 2.2.1. Intervalo entre o nascimento - 1ª toma e tomas subsequentes

O intervalo entre o nascimento e a toma da primeira dose de colostro é muito importante uma vez que a alimentação oportuna com colostro assegura uma absorção adequada de IgG (Ahmann et al., 2021; Robbers et al., 2021). No entanto, é importante ressaltar que o sucesso da TIP só é garantido se além do colostro ser administrado num horário adequado a sua qualidade for boa ou muito boa, o que na atualidade consiste numa problemática cada vez mais significativa entre as explorações leiteiras (Puppel et al., 2019).

A permeabilidade da mucosa intestinal e, conseqüentemente, a capacidade de absorção de imunoglobulinas tem os seus valores mais elevados e ótimos durante as primeiras 6h de vida dos vitelos, no entanto, a sua diminuição progressiva apresenta-se na ordem de 1/3 logo às 6h após o nascimento, e em 2/3 após 12h, formando-se por fim a barreira intestinal e a conseqüente cessão da capacidade de absorção, após 24h (Lora et al., 2018; Godden et al., 2019; Puppel et al., 2019; Ahmann et al., 2021). Atrasar a primeira alimentação de colostro pode fazer com que o vitelo receba as imunoglobulinas provenientes do mesmo num momento em que o seu intestino já não tem capacidade para as absorver (Godden et al., 2019; Robbers et al., 2021). Assim, o recomendado é que os vitelos consumam o colostro o mais rapidamente possível após o nascimento. Idealmente, para maximizar o sucesso da TIP, deve-se alimentar todos os vitelos dentro de 1 a 2h após o nascimento (Fischer et al., 2018; Renaud et al., 2020; Hue et al., 2021). Alguns estudos como o realizado por Rajala & Castrén, (1995), afirmam que a concentração de IgG no soro do vitelo diminui 2 mg/mL por cada 30 minutos de atraso na ingestão de colostro, outros como o de Shivley et al. (2018), relatam uma diminuição de 0,32 mg/mL por cada hora de atraso na ingestão de colostro.

Quando um vitelo é deixado com a sua progenitora e se amamenta de forma natural ele experiencia um declínio gradual tanto da densidade de nutrientes, como das concentrações bioativas no leite durante os primeiros dias de vida (Fischer et al., 2019). O fornecimento prolongado de colostro, leite de transição ou de misturas nutritivas aos vitelos é uma tentativa de replicar este declínio natural e gradual de constituintes. Atualmente existem muitos produtores a implementar um programa prolongado de fornecimento de colostro ou leite de transição para vitelos (Abuelo et al., 2021; Robbers et al., 2021; Westhoff et al., 2024). Esta prática promove a saúde, o crescimento e o desenvolvimento pré-desmame dos animais (Costa et al., 2023).

O fornecimento contínuo de colostro aos animais jovens permite que ocorra um aumento da glutamina plasmática (Hammon & Blum, 1999), que tem diversos papéis no sistema destes animais, contribuindo significativamente para desenvolvimento pós-natal do TGI, para metabolismo dos macronutrientes, servindo como um precursor de componentes moleculares e intervindo nos processos de regulação celular e nas funções imunitárias (Zanker et al., 2000). No entanto, no que diz respeito a esta maturação do TGI, é possível obter resultados semelhantes através do fornecimento de uma mistura de colostro e leite inteiro (1:1) (Pyo et al., 2020; Silva et al., 2024b).

Mesmo após o fechamento do intestino e com uma atividade proteolítica teoricamente aumentada, vitelos alimentados com colostro ou uma mistura de colostro e leite inteiro apresentam uma área de superfície do TGI e uma da altura das vilosidades no jejuno proximal e distal superior, comparativamente a vitelos alimentados apenas com leite inteiro (Pyo et al., 2020).

No estudo de Hammon & Blum (1999), os vitelos alimentados com uma combinação de colostro e leite de transição durante 3 dias apresentaram uma concentração superior de aminoácidos essenciais no plasma, comparativamente aqueles que foram alimentados com colostro e substituto do leite.

O leite de transição pode ser recolhido entre a segunda e a sexta ordenha de cada vaca após o parto e pode ser fornecido fresco ou tratado termicamente (Westhoff et al., 2024). Após a sexta ordenha ocorre uma mudança gradual das suas propriedades físicas e químicas, passando a constituir o leite inteiro. A alimentação com leite de transição durante 1 a 3 dias após o nascimento do vitelo teve repercussões positivas no ganho de peso pré-desmame, aumentando-o (Van Soest et al., 2020). Apesar das imunoglobulinas presentes no leite de não serem absorvidas pelo TGI vitelo uma vez que o mesmo perde essa capacidade 24h após o nascimento, elas apresentam uma função protetora local no trato digestivo, reduzindo a incidência de diarreias, a taxa de morbidade e o uso de antimicrobianos nas explorações leiteiras (Berge et al., 2009).

No entanto, apesar de ser uma mais-valia para os vitelos, o fornecimento de leite de transição no contexto de uma exploração leiteira apresenta um desafio adicional de manejo, uma vez que necessita de trabalho adicional para o recolher e fornecer ao grupo certo de animais que já estejam aptos a consumi-lo (Westhoff et al., 2024). Assim, alguns produtores optam por utilizar uma mistura de suplementos de colostro com leite inteiro (Berge et al., 2009).

Atualmente, são necessárias mais pesquisas que ajudem a determinar a duração ideal do fornecimento de alimentações subsequentes destes alimentos aos vitelos e que identifiquem os benefícios a curto e longo prazo para a saúde, crescimento, desenvolvimento e produtividade futura dos animais, distinguindo as várias estratégias

de alimentação quer com colostro, leite de transição, com leite inteiro ou com suplementos de colostro.

### 2.2.2. Quantidade e métodos de administração

A quantidade de colostro que o vitelo consome na sua primeira alimentação é um fator crítico da gestão do colostro. O recomendado é que os vitelos recebam uma quantidade equivalente a cerca de 10 a 12% do seu peso vivo para que seja possível obter uma concentração suficiente de imunoglobulinas. Para vitelos da raça Holstein-Frísia este volume corresponde, em média, a aproximadamente 3 – 4 L de colostro (Godden et al., 2019; Ahmann et al., 2021). Contudo, uma vez que o peso de um vitelo à nascença é um valor muito variável, não se deve estipular um volume pré-determinado de colostro a ser fornecido (Conneely et al., 2014), sendo assim muito importante que os produtores pesem os vitelos à nascença, evitando o fornecimento de volumes excessivos ou insuficientes aos vitelos.

Além do peso vivo, a quantidade de colostro a ser fornecida depende da sua concentração de imunoglobulinas uma vez que, quanto maior for esta concentração menor será o volume necessário de ingestão para absorver uma quantidade de IgG suficiente que garanta o sucesso da TIP (Ahmann et al., 2021; Hechenberger et al., 2023).

Para que seja possível obter sucesso na TIP, a maioria da literatura refere que a quantidade ingerida de IgG deve ser no mínimo 200g durante as primeiras 12h de vida. Assim, se tivermos um colostro com uma concentração de 100g de IgG/L, o volume necessário para colmatar as 200g de IgG é de apenas 2L, já no caso de o colostro apresentar uma concentração de 50g/L, para que se atinga essa quantidade necessária de IgG, seriam precisos 4L (Godden et al., 2019). Segundo Hechenberger et al., (2023), vitelos alimentados em média com volumes superiores a 2,5L de colostro de qualidade (>50 g/L IgG) nas primeiras 3h de vida, apresentam uma probabilidade mais reduzida de sofrer uma FTIP.

Um estudo realizado por Morin et al. (1997) comparou a administração de 2L de colostro (que é considerado um volume baixo), com a administração de um elevado volume de colostro, 4L, ambos com alta concentração de imunoglobulinas, nas primeiras 3h de vida. Foi possível observar que com a administração de 4L ocorreu um aumento da concentração de IgG no soro sanguíneo do vitelo, não havendo nenhum desconforto notório após a ingestão dessa quantidade de colostro. Ainda no mesmo estudo aquando da administração de um colostro de baixa qualidade realizou-se a administração em

duas doses, a primeira de 2L ao nascimento e a segunda, com o mesmo volume, às 6h de vida, o que se demonstrou mais vantajoso do que administrar, de uma só vez, um volume de 4L de colostro de baixa qualidade ao nascimento.

Segundo o estudo Faber et al. (2005) vacas adultas que receberam à nascença 2L adicionais de colostro produziram mais 1349 L de leite na segunda lactação, comparativamente a vacas que receberam quantidades inferiores de colostro ( $9516 \pm 251$  L vs.  $7526 \pm 252$  L,  $P < 0,05$ ). Esta diferença mostrou-se menor durante a primeira lactação, mas ainda assim, animais que receberam mais colostro quando jovens produziram quantidades superiores de leite na primeira lactação ( $7848 \pm 253$  L vs.  $7526 \pm 252$  L).

Segundo Krijnen & Kołacz, (2016) citado por Puppel et al. (2019), o aconselhado é fornecer colostro três vezes por dia de forma a atingir um mínimo de 6 L/dia, durante os primeiros dois dias de vida do vitelo. Já Osaka et al. (2014) afirmam que a FTIP pode ser evitada através do consumo de um volume igual ou superior a 3L de colostro com concentração de Ig  $>40$  mg/mL dentro das primeiras 6h de vida do vitelo. Segundo Abuelo et al. (2021) e Borchardt et al. (2022) o fornecimento de uma segunda dose de colostro 6h após a primeira administração resulta num ganho médio diário superior e numa redução da taxa de mortalidade pré-desmame dos vitelos, além disso, também influencia a produção de leite na primeira lactação.

É importante ressaltar que, a ingestão voluntária máxima do recém-nascido pode criar um impedimento para o fornecimento de certos volumes uma vez que, nem todos os vitelos apresentam a mesma capacidade de ingestão. A alimentação forçada pode trazer consequências negativas como por exemplo a forte gaseificação do rúmen (Jeroch et al., 2008 citado por Ahmann et al., 2021). Besser et al. (1985) relataram uma correlação negativa entre a eficiência de absorção de imunoglobulinas e a massa de IgG fornecida à nascença. Neste estudo, sugeriram que existe uma limitação fisiológica para a massa de imunoglobulina capaz de ser absorvida pelos vitelos num dado volume de colostro, limitação esta provocada pela saturação de um mecanismo de transporte macromolecular através do epitélio intestinal do recém-nascido. O estudo de Stott et al. (1979) levantou a hipótese de que uma quantidade excessiva de colostro pode inibir a absorção de IgG pela mesma razão, e sugeriu que uma quantidade limitada de colostro contendo uma alta concentração de IgG pode resultar numa melhor absorção comparativamente ao fornecimento de uma grande quantidade de colostro contendo uma baixa concentração de IgG. Em todo o caso, estes mecanismos não estão totalmente compreendidos, pelo que estudos adicionais são necessários para comprovar este limite fisiológico.

O método utilizado para administrar o colostro ao vitelo vai influenciar o volume consumido, a hora de obtenção e conseqüentemente a eficiência de absorção de IgG. Desta forma, a sua escolha consiste num passo fulcral da gestão do colostro para garantir o sucesso da TIP e conseqüentemente, uma boa saúde e desempenho do vitelo. Os métodos disponíveis podem se dividir em duas tipologias, o método natural, que corresponde ao mamar instintivo do vitelo diretamente na mãe, e os métodos artificiais, onde a administração do colostro é feita pelo tratador (Godden et al., 2019). Por serem os métodos artificiais mais utilizados em bovinos de leite atualmente, o biberão e a sonda esofágica, serão aqueles discutidos na presente dissertação.

### 2.2.2.1. Método natural

Permitir ao recém-nascido ter proximidade com a sua progenitora influencia positivamente a eficiência de absorção de imunoglobulinas (Besser et al., 1991). A amamentação direta possibilita a ocorrência de uma transferência mais eficiente de anticorpos e outros componentes imunológicos do colostro (Quigley & Drewry, 1998). No estudo realizado por Besser et al. (1991), foi possível observar que vitelos que consumiram colostro através de um biberão apresentam uma concentração inferior de IgG sérica comparativamente aqueles que foram deixados com as suas mães e mamaram naturalmente. Além disso, o colostro produzido pelas progenitoras é adaptado especificamente para responder às necessidades das suas crias e contém uma combinação única de nutrientes, anticorpos e outros constituintes (Hurley & Theil, 2011).

O método natural permite que haja um correto reflexo da goteira esofágica e uma grande redução do stress provocado pela separação dos recém-nascidos das suas progenitoras (Quigley & Drewry, 1998). Em alguns casos, especialmente em efetivos mais reduzidos, permitir que os vitelos mamem diretamente das suas mães pode ser benéfico em termos económicos, uma vez que deixa de existir necessidade de investir em alojamentos e equipamentos para proceder à separação e alimentação por métodos artificiais dos vitelos, e também por requerer menos mão-de-obra associada ao manejo de um vitleiro.

No estudo realizado por Selman et al. (1971) citado por Rodrigues, (1991) com a raça Holstein-Frísia, observou-se que os vitelos deixados com a mãe durante as primeiras 6 a 12h após o seu nascimento consumiram em média 3,6L de colostro, ou seja aproximadamente 10,4% do seu peso vivo. No entanto, sendo que não é possível aferir a qualidade desse colostro, não é correto assumir que a TIP foi um sucesso.

A abordagem do consumidor beneficia o método natural. A remoção do vitelo de perto das suas mães logo após o nascimento é vista como um ato cruel e potencialmente desnecessário, como demonstrado no estudo de Ritter et al. (2022), onde algumas pessoas comparam os vitelos aos bebês humanos afirmando não ser admissível separar uma mãe de um filho. No entanto, a sucção do vitelo diretamente na progenitora é a abordagem menos preferida entre os produtores de bovinos leiteiros, porque a probabilidade de ocorrerem atrasos na sucção e um consumo insuficiente de colostro são muito elevadas resultando conseqüentemente em taxas mais elevadas de FTIP (Godden et al., 2019).

No estudo de Besser et al., (1991), os vitelos apresentaram uma maior taxa de FTIP quando deixados a consumir o colostro diretamente da sua progenitora (61,4%), comparativamente com o fornecimento do mesmo através de um biberão (19,3%) e através de uma sonda esofágica (10,8%). Outro fator que mostra ser benéfica a retirada do vitelo de perto da sua progenitora é a prevenção de transmissão fecal-oral de microrganismos, quer na altura de se tentar levantar, quer durante a procura pelos tetos, quer durante o processo de mamar, prevenindo desta forma, a ocorrência de doenças neonatais (McGuirk & Collins, 2004). Por exemplo, a paratuberculose pode ser transmitida de bovinos adultos infetados para os vitelos através da ingestão de matéria fecal ou de colostro contaminado, sendo uma das principais razões para remover o recém-nascido de perto da sua mãe logo após o seu nascimento (Windsor & Whittington, 2010).

#### 2.2.2.2. Biberão

O biberão é um método eficiente para a administração de colostro, embora seja falível, principalmente se o tratador responsável não for paciente e não tiver prática.

A ingestão voluntária de colostro numa só toma por parte vitelo, aquando da utilização do biberão, apresenta valores médios de apenas 2,2 L, havendo indivíduos que consomem desde 1 até 4 L de colostro (Godden et al., 2019). No estudo de Urdy et al. (2008), ao utilizar-se o biberão, 31% dos vitelos consumiram 2 L ou menos e 44% consumiram 3 L de colostro. Visto que grande parte dos colostros não contêm num volume de 2 L a massa de imunoglobulinas necessária para garantir o sucesso da TIP (Quigley & Drewry, 1998), a eficácia deste método de alimentação fica dependente do uso de pelo menos duas administrações. Em alternativa, os tratadores também podem fornecer o colostro remanescente utilizando uma sonda esofágica, desde que devidamente treinados e preparados para tal (Godden et al., 2019). No entanto, tal como o método natural, a administração do colostro com um biberão apresenta uma grande

vantagem relativamente à sonda esofágica, por permitir o correto reflexo da goteira esofágica do vitelo (Godden et al., 2019). Este correto reflexo obtém-se devido à inclinação do pescoço do animal e à liberdade da execução do movimento de deglutir, que por sua vez, vai provocar a ativação de um reflexo nervoso que estimula a contração da musculatura formando a goteira esofágica que irá transportar o colostro para o abomaso, evitando o direcionamento do mesmo para o rúmen (Elizondo-Salazar et al., 2010).

### 2.2.2.3. Sonda esofágica

O fornecimento de colostro através de um biberão pode ser muito demorado e de dificuldade acrescida nos casos em que os vitelos não estão motivados a beber. Este gasto de tempo e limitações podem representar um risco acrescido para a ocorrência de uma FTIP, e por isso, várias explorações adotaram a utilização de uma sonda esofágica para a primeira alimentação dos recém-nascidos com colostro. Este equipamento permite uma administração rápida e torna mais fácil assegurar que todos os vitelos recebem uma quantidade adequada de colostro na sua primeira refeição (Desjardins-Morrisette et al., 2018). No entanto, a sonda permite esta administração mais rápida e com volumes superiores, por forçar o consumo de colostro, contrariamente àquilo que acontece com o biberão, onde o volume consumido depende da vontade e capacidade de ingestão do vitelo. Neste sentido, é importante considerar que a utilização deste método impede que o reflexo da goteira esofágica seja acionado. Assim, a administração através da sonda esofágica de um volume reduzido, por exemplo de 2 L de colostro, não promove uma boa TIP uma vez que, por não ocorrer o fecho da goteira esofágica, a maior parte do colostro fica retido no retículo e no rúmen, levando a um atraso de cerca de 3 h para o colostro chegar ao abomaso, o que torna este equipamento fortemente desaconselhado para fornecer volumes reduzidos de colostro (Lorenz et al., 2011). Para se contornar este problema é aconselhável administrar no mínimo uma dose de 3 L de colostro através da sonda (Godden et al., 2009; Lorenz et al., 2011). Desjardins-Morrisette et al. (2018), concluíram que, ao fornecer 3 L de colostro de boa qualidade não se verificam diferenças entre a utilização da sonda esofágica e o biberão, uma vez que esta escolha não influenciou a absorção de IgG. No mesmo estudo, observou-se que vitelos alimentados com a sonda apresentaram concentrações superiores de glicose e insulina antes da primeira refeição de leite, possivelmente justificado pela rapidez em consumir a primeira refeição de colostro. Além disso, estes animais consumiram mais  $0,5 \pm 0,13$  L na sua primeira refeição de leite comparativamente àqueles alimentados com um biberão.



Existe alguma contradição entre autores no que diz respeito à utilização da sonda esofágica *versus* do biberão, onde alguns relatam que a sonda deve ser usada apenas em animais que não consumam voluntariamente o colostro no biberão (Urday et al., 2008; Laestander, 2016) e outros defendem que, se for bem utilizada, é possível adquirir resultados quase idênticos em comparação com o biberão mas com a enorme vantagem de reduzir o tempo de consumo e poder aumentar o volume ingerido, recomendando-a (Lorenz et al., 2011; Desjardins-Morrisette et al., 2018; Godden et al., 2019).

É também importante ter em conta a natureza invasiva deste método que, quando utilizado indevidamente, pode causar danos físicos com laringites e esofagites, aspiração para os pulmões, acidose ruminal ou o estabelecimento de condições de anaerobiose nos compartimentos gástricos anteriores (Anderson & Ontario, 2011).

### 2.2.3. Qualidade

A qualidade do colostro é um fator crítico e fundamental para a saúde e desenvolvimento do vitelo, tendo implicações tanto a curto como a longo prazo, e depende fortemente da composição do mesmo, descrita no subcapítulo 2.2.3.1. Essencialmente, a qualidade do colostro varia em função da sua concentração em imunoglobulinas, em especial IgG, cujo valor pode variar consideravelmente de vaca para vaca (Lorenz et al., 2011; Robbers et al., 2021; Ahmann et al., 2021).

A quantificação de IgG é tradicionalmente utilizada na avaliação da qualidade do colostro por ser aquela mais abundante na sua composição (Godden et al., 2019), devido à sua concentração crescente durante a colostrogénese (Zentrich et al., 2019).

Em termos práticos, o colostro é classificado como sendo de boa qualidade quando apresenta concentrações IgG superiores a 50 g/L, estando concentrações menores associadas a uma qualidade inferior (Weiller et al., 2019; Renaud et al., 2020; Robbers et al., 2021). Para cada aumento de 10 g/L na IgG colostrálica, foi demonstrado que a IgG sérica aumenta 1,1 g/L (Shivley et al., 2018; Godden et al., 2019).

O fornecimento de colostro com uma boa qualidade traz imensos benefícios para os produtores, pois além de assegurar a TIP e fazer face às necessidades energéticas elevadas durante as primeiras horas de vida dos animais, também terá repercussões positivas na saúde e produtividade futura dos animais adultos (Ahmann et al., 2021).

### 2.2.3.1. Composição do colostro bovino

Da composição do colostro fazem parte imunoglobulinas, leucócitos, fatores de crescimento, hormonas, fatores antimicrobianos inespecíficos e nutrientes (Godden et al., 2019; Mehra et al., 2020; Ariton et al., 2023).

As concentrações de muitos dos constituintes do colostro são superiores nas primeiras secreções recolhidas após o parto, ou seja, na primeira ordenha que corresponde ao colostro, e diminuem continuamente nas próximas seis ordenhas, correspondentes primeiramente ao leite de transição e posteriormente ao leite inteiro (Godden et al., 2019). Na Tabela 1, é possível comparar as concentrações dos diferentes constituintes do colostro, do leite de transição e do leite inteiro de vacas da raça Holstein.

Tabela 1: Composição do colostro, do leite de transição e do leite inteiro de vacas Holstein (Adaptado de Godden et al., 2019)

Parâmetro	Colostro	Leite de Transição		Leite
	1 d	2 d	3 d	≥ 4 d
Gravidade específica	1,056	1,040	1,035	1,032
Sólidos Totais (%)	23,9	17,9	14,1	12,9
Gordura (%)	6,7	5,4	3,9	4,0
Proteína Total (%)	14,0	8,4	5,1	3,1
Caseína (%)	4,8	4,3	3,8	2,5
Albumina (%)	6,0	4,2	2,4	0,5
Imunoglobulinas (%)	6,0	4,2	2,4	0,09
IgG (g/100mL)	3,2	2,5	1,5	0,06
Lactose (%)	2,7	3,9	4,4	5,0
IgGF-I (g/L)	341	242	144	15
Insulina (g/L)	65,9	34,8	15,8	1,1
Cinza (%)	1,11	0,95	0,87	0,74
Cálcio (%)	0,26	0,15	0,15	0,13
Magnésio (%)	0,04	0,01	0,01	0,01
Potássio (%)	0,14	0,13	0,14	0,15
Sódio (%)	0,07	0,05	0,05	0,04
Cloretos (%)	0,12	0,1	0,1	0,07
Zinco (mg/100mL)	1,22	-	0,62	0,3
Manganês (mg/100mL)	0,02	-	0,01	0,004
Ferro (mg/100g)	0,20	-	-	0,05
Cobre (mg/100g)	0,06	-	-	0,01
Cobalto (g/100g)	0,5	-	-	0,10
Vitamina A (g/100mL)	295	190	113	34
Vitamina D (IU/g fat)	0,89-1,81	-	-	0,41
Vitamina E (g/g fat)	84	76	56	15
Tiamina (g/mL)	0,58	-	0,59	0,38
Riboflavina (g/mL)	4,83	2,71	1,85	1,47
Biotina (g/100mL)	1,0-2,7	-	-	2,0
Vitamina B12 (g/100mL)	4,9	-	2,5	0,6
Ácido Fólico (g/100 mL)	0,8	-	0,2	0,2
Colina (mg/100mL)	0,7	0,34	0,23	0,13
Ácido ascórbico (mg/100mL)	2,5	-	2,3	2,2

A composição do colostro difere significativamente da composição do leite. O colostro apresenta um valor nutricional muito elevado devido à sua concentração de hidratos de carbono, lípidos, minerais, vitaminas, proteínas, componentes imunorreativos, hormonas das células maternas, enzimas e de microRNAs além de contar com uma comunidade microbiana muito rica e diversificada, tornando-o extremamente nutritivo (Abdelsattar et al., 2022). Esta composição e as suas propriedades físicas são altamente variáveis devido a uma série de fatores, incluindo a individualidade, a raça, a paridade, a nutrição durante o pré-parto e a duração do período seco das vacas (McGrath et al., 2016; Puppel et al., 2019).

O colostro é um alimento complexo e abundante em diversos constituintes, no entanto, na literatura, os constituintes com maior relevância são os nutrientes, destacando-se as proteínas e as imunoglobulinas, e os leucócitos.

O colostro apresenta também propriedades antioxidantes (Sandomirsky et al., 2003), anti-inflamatórias (Sienkiewicz et al., 2021) e antimicrobianas (Martin et al., 2021).

## i. Lactose e gordura

O colostro contém grandes quantidades de nutrientes, que estimulam a maturação e a função TGI (Mills et al., 2011; Mehra et al., 2020).

A fonte de fornecimento de nutrientes para um ruminante recém-nascido sofre uma alteração após o parto, passando da glucose transmitida pela placenta para a lactose proveniente do colostro (Hammon et al., 2013). À semelhança da lactose, também a gordura do colostro se mostra indispensável para a regulação da temperatura corporal e a combinação destas duas componentes forma a principal fonte de energia para os recém-nascidos (Szyndler-Nędza et al., 2020). Assim sendo, é possível observar no colostro bovino, valores mais elevados do teor de gordura, comparativamente ao leite, devido à elevada necessidade que os vitelos recém-nascidos têm de energia para manutenção e regulação da temperatura corporal nos seus primeiros dias de vida (Abdelsattar et al., 2022) e ao facto da lactose ter funções osmorreguladoras, o que faz com que haja uma entrada de água proveniente do citoplasma do epitélio mamário para o lúmen dos alvéolos, e de seguida para o colostro, fazendo com que o mesmo se torne mais diluído (McGrath et al., 2016).

## ii. Proteínas

A concentração proteica do colostro é significativamente mais elevada do que aquela presente no leite (Wang et al., 2020; Playford & Weiser, 2021), e por isso, ele fornece uma defesa natural acrescida para os recém-nascidos (Hernández-Castellano et al., 2014).

As proteínas e enzimas presentes no colostro participam ativamente no crescimento e desenvolvimento dos vitelos. Enzimas como a lisozima e a lactoperoxidase, têm capacidades antioxidantes que ajudam na manutenção da homeostase da microbiota intestinal, além de fornecerem imunidade passiva e proteção contra infecções, contribuindo assim para o desenvolvimento das funções imunitárias e digestivas (Puppel et al., 2020; Martin et al., 2021). Além da lisozima, é possível encontrar no colostro vários outros componentes como a lactoferrina e a lactoperoxidase que além da atividade antimicrobiana apresentam também atividades imunomoduladoras (Haiwen et al., 2019; Mehra et al., 2020).

Quanto às imunoglobulinas, a IgM apresenta uma baixa especificidade. No entanto, desempenha um papel muito importante contra as infecções primárias, uma vez que fornece uma resposta imediata contra os agentes patogénicos, aparecendo em primeiro lugar aquando da primeira exposição do organismo a um antigénio. A IgA atua contra as infecções das mucosas através da aglomeração de micróbios, prevenindo-a. A IgG, como referido anteriormente, é a que apresenta uma concentração mais elevada no colostro (Hurley & Theil, 2011), e uma vez que é mais pequena que as restantes, a IgG consegue sair da corrente sanguínea e chegar a outras partes do corpo onde ajuda na identificação de organismos patogénicos (Gomes et al., 2017).

Da sua constituição fazem também parte os fatores de crescimento, como a hormona de crescimento (GH) e a insulina. É de destacar o IGF-I que promove o desenvolvimento gastrointestinal nos vitelos (Mehra et al., 2020). Devido à presença de uma elevada concentração de GH e de hormonas peptídicas da superfamília da insulina-relaxina (Fischer-Tlustos et al., 2021), o colostro tem um impacto positivo no desenvolvimento do TGI, no metabolismo e no sistema endócrino dos vitelos (Blum, 2006). Este impacto deve-se ao aumento das concentrações sanguíneas destes compostos provocado pela ingestão de colostro (Zhu et al., 2021), o que, segundo Abdelsattar et al. (2022) pode dever-se a um consumo mais eficiente de nutrientes como a glucose.

Estão também presentes no colostro inibidores de tripsina, que atuam como protetores para as proteínas colostrais por terem a função de impedir a clivagem proteolítica das substâncias imunorreativas no intestino (Godden et al., 2019; Fahey et al., 2020) e citocinas em elevada concentração, que promovem o desenvolvimento do sistema imunitário do vitelo (Mehra et al., 2020).

Por fim, segundo Hernández-Castellano et al. (2014) e Qureshi et al. (2020) o colostro apresenta valores mais elevados de  $\beta$ -lactoglobulina e de  $\alpha$ -lactalbumina do que o leite, o que aumenta a capacidade antimicrobiana e antioxidante do intestino dos recém-nascidos.

### iii. Leucócitos

O colostro contém células vitais, tais como leucócitos, que desempenham um papel importante no desenvolvimento da imunidade neonatal para proteção contra agentes patogénicos. No que diz respeito aos leucócitos maternos, podemos quantificá-los em  $10^6$  leucócitos/mL dos quais 20 a 30% irão ser absorvidos para a circulação sanguínea do vitelo (Martin et al., 2021). Dentro desta categoria incluem-se células como os macrófagos, linfócitos T e B, e neutrófilos. Estas, serão absorvidas preferencialmente nas secções do intestino delgado que apresentam placas de Peyer, presentes no íleo e nos gânglios linfáticos mesentéricos, 24h após a ingestão do colostro (Reber et al., 2006; Godden et al., 2019).

Colostros que apresentem células maternas viáveis encontram-se associados a uma colonização bacteriana adequada do intestino, seguida de baixas populações de agentes patogénicos como a *Escherichia coli* e o *Clostridium perfringens* (Martin et al., 2021).

### 2.2.3.2. Métodos de avaliação da qualidade do colostro

De forma a evitar a FTIP, a concentração de imunoglobulinas no colostro deverá ser quantificada. A qualidade do colostro pode ser medida através da quantificação direta ou indireta da concentração de IgG. No entanto, apenas alguns destes métodos são acessíveis, práticos e aplicáveis às condições de uma exploração leiteira (Elsohaby et al., 2017; Ahmann et al., 2021).

Um fator muito importante no que diz respeito a estes métodos é a sua precisão, e nesse sentido, o ensaio de imunodifusão radial (RID) é considerado o método de referência mais preciso para medir diretamente o teor de IgG do colostro, assim como o ELISA, cuja utilização tem aumentado no meio académico. No entanto, apesar da sua precisão, a RID ou o ELISA consistem em métodos laboratoriais, acarretando muitos obstáculos para os produtores pois o período entre a recolha da amostra e a obtenção dos seus resultados é muito longo, variando entre 18 a 24h, e o seu custo é elevado por carecer de automatização e utilizar reagentes com prazos de validade reduzidos (Puppel et al., 2019; Weiller et al., 2019). Desta forma, tanto a RID como o ELISA são pouco práticos para a monitorização oportuna e rotineira da qualidade do colostro em contexto de exploração.

A avaliação das características externas, como a viscosidade ou a cor, permitem uma avaliação inicial da qualidade do colostro, mas esta é extremamente imprecisa e não deve ser a única metodologia adotada por nenhum produtor. Como alternativa, temos o colostrómetro e o refratómetro de Brix em que consistem instrumentos práticos com capacidade para estimar a concentração de IgG. Apesar de serem métodos de quantificação indireta, de não serem os mais precisos e de se basearem em métodos físicos distintos, atualmente o refratómetro de Brix e o colostrómetro são os mais utilizados para avaliar a qualidade do colostro na própria exploração (Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019; Ahmann et al., 2021).

O colostrómetro é um aparelho que avalia a qualidade do colostro através da sua densidade, é um equipamento frágil que necessita de uma amostra grande e de uma limpeza cuidadosa antes da sua utilização. Os resultados do colostrómetro são influenciados pela temperatura a que se encontra a amostra e pelo conteúdo de sólidos totais, e não apenas pela concentração de IgG, e assim, um cuidado a ter aquando da utilização do colostrómetro é manter a temperatura do colostro entre 20 e 25 °C, caso contrário, pode ocorrer uma superestimação ou subestimação da concentração de IgG (Elsohaby et al., 2017). No que diz respeito à precisão deste método, segundo Puppel et al. (2019) o colostrómetro apresenta uma menor correlação entre a gravidade específica do colostro e a sua concentração em IgG precisão comparativamente a um

o refratômetro de Brix com valores de  $R^2 = 0,38$  e  $R^2 = 0,60-0,70$ , respectivamente. Estatisticamente, quanto mais próximo o valor de R-Square for de 1, mais precisa será a previsão de resultados.

Na ausência de um colostrômetro, o mesmo pode ser substituído pelo cálculo padrão da densidade que consiste em medir a massa e dividi-la pelo volume do líquido.

O refratômetro de Brix, permite avaliar a concentração de sacarose em soluções aquosas tendo por base o índice de refração da luz, que por sua vez é processado através da escala de Brix estimando os valores de IgG no colostro. Colostros com uma percentagem de Brix igual ou superior a 22% contém no mínimo 50 g/L de anticorpos, e são então considerados de boa qualidade e adequados para o fornecimento. Um colostro que apresente uma percentagem de Brix igual ou inferior a 18% não deve ser fornecido como primeira toma (Quigley et al., 2013).

Segundo Morrill et al. (2015), a correlação entre a RID e refratometria digital varia entre 0,64 e 0,87, e segundo Zentrich et al. (2019) o refratômetro de Brix apresenta uma variação na sua sensibilidade de 79,0 a 97,2%, e de especificidade de 62,5 a 86,0%.

Além de apresentarem a vantagem de serem mais precisos e fáceis de utilizar comparativamente ao colostrômetro, a maioria dos refratômetros encontram-se equipados com um sistema de compensação automática de temperatura, não apresentando qualquer tipo de sensibilidade à temperatura ambiente, são menos frágeis e necessitam de uma quantidade reduzida para análise, cujos resultados são obtidos de forma imediata (Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019).

### 2.2.3.3. Fatores que afetam a qualidade do colostro

Existe uma grande variedade de fatores que afetam a concentração de imunoglobulinas e conseqüentemente, a qualidade do colostro, podendo alguns ser geridos pelo produtor com o objetivo de obter uma TIP mais eficaz (Godden et al., 2019; Zentrich et al., 2019).



## i. Raça

O estudo de Muller & Ellinger, (1981) concluiu que existem diferenças na concentração de imunoglobulinas de colostros provenientes de bovinos de diferentes raças. A raça Ayrshire apresentou uma concentração de 80,8 g/L de IgG, seguida da raça Brown Swiss com 65,7 g/L de IgG, a raça Guernsey com 63,1 g/L de IgG a Jersey com 90,4 g/L de IgG e por fim a Holstein-Frísia com 55,9 g/L de IgG. É notório que raças com aptidão leiteira apresentam um colostro com uma quantidade inferior de IgG. Os autores sugerem que o mesmo pode ser justificado pela variabilidade genética presente. Já Chuck et al. (2017) citado por (Zentrich et al., 2019) afirmam existir uma correlação negativa entre o volume produzido e a concentração de imunoglobulinas do colostro, assim, as vacas de raça Holstein-Frísia apresentam os valores mais reduzidos de IgG devido a serem a raça com maior capacidade de produção.

## ii. Número de lactações

A concentração de IgG presente no colostro aumenta progressivamente de acordo com o aumento da paridade até à quarta lactação (Gulliksen et al., 2008). Assim, o colostro produzido por vacas de primeira e segunda lactação praticamente não difere em termos de qualidade, no entanto, vacas com três ou mais lactações apresentam um colostro com concentrações de IgG significativamente superiores (Gulliksen et al., 2008; Weiller et al., 2019; Zentrich et al., 2019).

Esta relação entre a qualidade de colostro e a idade da vaca da qual provém pode ser explicada pelo facto de que animais mais velhos apresentam um tempo de exposição superior aos agentes patogénicos presentes no ambiente em comparação com os animais mais jovens (Conneely et al., 2013; Zentrich et al., 2019). Além disso, a transferência de IgG para o úbere pode estar ligada a uma maturação mais avançada da glândula mamária (Borchardt et al., 2022). No entanto, é incorreto descartar automaticamente o colostro das novilhas de primeira lactação sem primeiro o avaliar, uma vez que pode ser de boa qualidade.

Alguns estudos que descrevem esta tendência, são por exemplo o estudo realizado por Shivley et al. (2018), onde o colostro de vacas em primeira e segunda lactação apresentou uma qualidade semelhante com concentrações de IgG de 73,2 e 71,7 g/L, respetivamente, enquanto o colostro de vacas na terceira lactação continha 83,3 g/L de IgG. Também Denholm et al. (2018) observaram concentrações mais elevadas de IgG em vacas com idade superior a 6 anos comparativamente a vacas de 2 anos.

### iii. Volume de colostro produzido

A relação entre o volume de colostro produzido e a sua qualidade deve-se, possivelmente, ao aumento da secreção e efeitos osmóticos da lactose, que podem levar à diluição do mesmo (Denholm et al., 2018; Zentrich et al., 2019). Assim, quanto maior for o volume de colostro produzido, menor será a sua concentração em imunoglobulinas (Godden et al., 2019; Ahmann et al., 2021).

### iv. Mastite

A mastite consiste numa infeção intra-mamária e a sua presença altera a composição do colostro podendo inclusive prejudicar a sua qualidade ao diminuir a sua concentração de imunoglobulinas. Estas alterações são provocadas pela supressão da síntese de componentes do colostro, pelo aumento da atividade enzimática e pelo aumento da permeabilidade da barreira existente entre o sangue e o colostro (Shuster et al., 1991; Le Roux et al., 2003). O estudo de Maunsell et al. (1998) concluiu que o processo inflamatório despertado pela mastite provoca uma rutura da barreira sangue-leite, o que resulta na movimentação da IgG1 do colostro para o soro, diminuindo a sua concentração no colostro.

A mastite é rapidamente seguida por um aumento na concentração de células somáticas (CCS), que por sua vez, também afetam negativamente a qualidade do colostro. Segundo Gulliksen et al. (2008), vacas com CCS > 50.000 células/mL, após o parto, apresentam concentrações mais baixas de IgG (< 30 mg/mL) comparativamente a vacas com CCS inferior. No estudo de Puppel et al. (2020) comparou-se a concentração de IgG no colostro de vacas com CCS < 400,000 células/mL, e de vacas com CCS > 400,000 células/mL, os animais com um valor inferior de CCS apresentaram uma concentração de IgG de 82,45 g/L, enquanto vacas com elevados valores de CCS apresentaram apenas 41,11 g/L de IgG no seu colostro. Os seus resultados demonstraram também que as concentrações de proteína e de gordura presentes no colostro foram significativamente influenciadas pela CCS. Além disso, foi também observado um aumento da lisozima com a presença de mastite, que está associada a uma diminuição na concentração de imunoglobulinas.

## v. O período seco

A glândula mamária da vaca leiteira necessita de um período de inatividade no que diz respeito à produção de leite. O período seco corresponde ao intervalo de tempo de repouso entre duas lactações. Durante este intervalo, a glândula mamária encontra-se em “descanso” de uma lactação e a preparar-se para a seguinte (Terto et al., 2012).

A duração do período seco irá influenciar a secreção de imunoglobulinas e consequentemente a qualidade do colostro. Mayasari et al. (2015), compararam três situações diferentes referentes à duração do período seco para avaliar a concentração de IgG e IgM no colostro produzido, analisando colostro de vacas que não foram submetidas a qualquer período seco (inexistente), submetidas a 40 dias e por fim, a 60 dias de período seco, e concluíram que quanto maior for a duração do mesmo, maior será a concentração de IgG e IgM no colostro produzido. No entanto, segundo o estudo de Rastani et al. (2005) vacas com um período seco de  $30\pm 5$  dias, não apresentavam diferenças na concentração de imunoglobulinas, comparativamente a vacas que apresentavam um período seco de  $57\pm 7$  dias. Ainda no mesmo estudo, foi possível observar que em vacas onde não se realizou um plano de secagem adequado, correspondendo o seu período seco a  $57\pm 6$  dias, ocorreu uma diminuição na concentração de imunoglobulinas no colostro, tendo em conta o grupo de vacas com um período seco de  $30\pm 5$  dias (49,8g/L vs. 77,9 g/L de IgG). Resultados semelhantes foram obtidos por Mayasari et al. (2015) onde não foram observadas diferenças nas concentrações de IgG quando o período seco foi de 30 ou 60 dias.

Segundo Dunn et al. (2018), é provável que a duração do período seco não tenha um efeito importante na concentração de IgG, a menos que a vaca não tenha tempo suficiente para permitir a colostrogênese. Em todo o caso, a duração do período seco não deve ser inferior a 4 semanas, tendo idealmente uma duração de aproximadamente 60 dias, que corresponde ao tempo necessário para assegurar as reservas corporais, a renovação e regeneração normal das células epiteliais mamárias de forma a preparar o úbere para a lactação seguinte (Godden et al., 2019).

Além da qualidade, a duração do período seco influencia também a quantidade de colostro produzido. No estudo de Mayasari et al. (2015) foi possível observar uma diminuição do volume de colostro produzido como consequência de uma diminuição da duração do período seco, onde a uma duração de 60 dias correspondeu uma produção de 8,9 kg de colostro em comparação com uma duração de 40 dias com 6,8 kg de produção de colostro.

O tipo de dieta fornecido às vacas durante o período seco também apresenta repercussões na qualidade do colostro (Mann et al., 2016). Vacas leiteiras que se

aproximem do parto apresentam necessidades energéticas e proteicas superiores para dar resposta à síntese de tecido mamário e de colostro, bem como às necessidades de desenvolvimento uterino e fetal (Van Saun & Sniffen, 2014).

A concentração de energia e proteína no colostro é constante, no entanto, a quantidade de minerais nele presente resulta do atendimento das necessidades da vaca relativamente a vários elementos durante o pré-parto, destacando-se o selênio e o iodo. A deficiência destes dois componentes pode resultar num crescimento reduzido, distrofias musculares e aumentar a probabilidade de ocorrência de diarreias (Kowalski, 2010 citado por Puppel et al., 2019). Sob algumas condições, a deficiência energética pode prejudicar a concentração de imunoglobulinas no colostro (Ahmann et al., 2021).

A suplementação com concentrado durante o período seco resulta numa maior produção média de leite nas primeiras 8 ordenhas das vacas e num menor número de casos de enterite durante os primeiros 56 dias de vida das suas crias (Dunn et al., 2017).

Outro fator importante é a vacinação das progenitoras durante o período seco, pois além de permitir ao animal o desenvolvimento de imunidade específica contra determinados agentes infecciosos, também vai estimular a produção materna de anticorpos, os quais poderão estar disponíveis para serem transferidos via colostro ao vitelo recém-nascido (Heinrichs & Jones, 2003).

## vi. Época de parto

A estação do ano em que ocorre o parto também pode influenciar a concentração de imunoglobulinas no colostro. Gulliksen et al. (2008), observaram que as concentrações de IgG eram significativamente menores no colostro de vacas que pariram no inverno em comparação com outras estações. Mais especificamente, as vacas que pariram em agosto, setembro e outubro produziram colostro com maiores concentrações de IgG do que as vacas que pariram nos restantes meses.

## vii. Stress térmico

A exposição das vacas a altas temperaturas durante a gestação diminui a qualidade do colostro produzido pelas mesmas. Para auxiliar na definição das condições ambientais ideais que não comprometam o bem-estar dos animais, é usualmente utilizado o índice de temperatura-humidade (THI) (Figura 2).

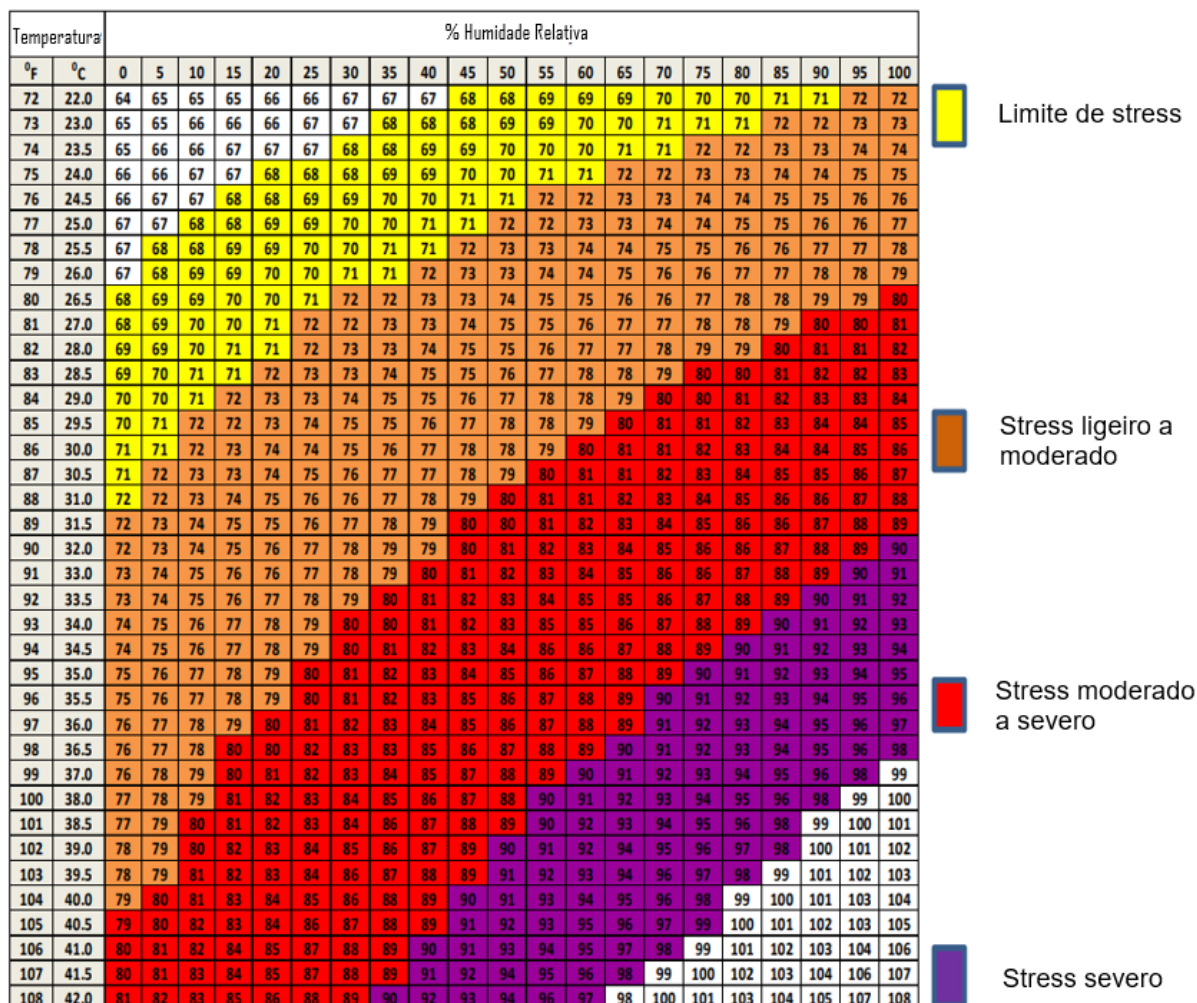


Figura 2: Índice de temperatura - humidade para vacas de leite (Adaptado de: Collier et al., 2012)

Um THI < 68 é considerado o ideal para garantir o conforto e bem-estar das vacas de leite (Collier et al., 2012; Schüller et al., 2013; Silva et al., 2024a). Apesar do THI ser uma ferramenta prática de avaliação de um potencial stress térmico, é sempre preferível e mais preciso, avaliá-lo através de indicadores do próprio animal como a temperatura retal e a frequência respiratória (Ricci et al., 2013).

Sendo um assunto um pouco controverso, existem vários estudos que retiram conclusões contraditórias, como é o caso do estudo de Morin et al. (2001) que sugere que a exposição a altas temperaturas ambientais em gestações avançadas resulta em colostros com uma qualidade inferior, mais especificamente, com concentrações inferiores de IgG e IgA, e o estudo de Shivley et al. (2018), que contraria esta afirmação, dizendo que a exposição a altas temperaturas não se encontra associada a uma diminuição na concentração de IgG no colostro.

O estudo de Nardone et al. (1997) comprovou que qualquer efeito negativo resultante do stress térmico sobre a qualidade do colostro encontra-se associado com a redução na ingestão de matéria seca ou com uma redução do fluxo sanguíneo

mamário, resultando numa transferência deficitária de IgG e nutrientes para o úbere. Ou seja, no decorrer das últimas 3 semanas de gestação, caso a progenitora seja exposta a temperaturas elevadas ela poderá ingerir menos matéria seca, o que leva a um decréscimo no aporte sanguíneo ao útero e à placenta, a transferência de imunoglobulinas do soro sanguíneo para a glândula mamária efetua-se em concentrações mais baixas, levando a que o colostro diminua a sua qualidade (Godden et al., 2019).

Mais recentemente no estudo de Ouellet et al. (2020), observou-se uma redução na proliferação de células epiteliais da glândula mamária em vacas secas sob stress térmico, e também uma redução significativa no consumo de matéria seca na ordem 1,4 kg/d provocada pelo stress térmico e resultando numa quantidade inferior de nutrientes disponíveis para a síntese do colostro.

### viii. Primeira ordenha

O horário de realização da primeira ordenha também é importante para garantir uma boa qualidade no colostro uma vez que quanto maior for o intervalo de tempo entre o parto e a realização da mesma, menor será a concentração de IgG presente no colostro (Ahmann et al., 2021).

Morin et al. (2010), relataram uma diminuição da concentração de IgG de 3,7% por cada hora pós-parto. Já no estudo de Moore et al., (2005), após realizar a primeira ordenha a 6, 10 e 14h pós-parto, observou-se uma diminuição na concentração de imunoglobulinas de 17, 27 e 33%, respetivamente. Noutro estudo de Conneely et al. (2013) foi possível observar que vacas ordenhadas entre as 9 e as 12h pós-parto apresentavam uma diminuição da concentração de IgG no colostro de 86%, comparativamente ao colostro ordenhado às 3h pós-parto, demonstrando assim que a concentração de IgG diminuiu a um ritmo de 1,1% por cada hora pós-parto. Consequentemente, existe também uma correlação negativa entre o tempo decorrido entre o parto e o valor de Brix, onde em média, por cada hora pós-parto o mesmo diminui 25% (Ahmann et al., 2021).

## 2.2.4. Controlo higio-sanitário

Apesar de ser uma fonte importante de nutrientes e fatores imunológicos, o colostro também pode representar uma das primeiras exposições dos vitelos a agentes patogénicos (Godden et al., 2019). Assim, de forma a assegurar uma boa gestão do colostro é importante garantir a limpeza e desinfeção de todos os equipamentos utilizados aquando da ordenha, da manipulação, do fornecimento e do armazenamento do colostro, com o objetivo de evitar a contaminação por microrganismos como a *Salmonella* e coliformes fecais (Godden et al., 2019). A contaminação bacteriana do colostro, que pode ocorrer de diversas formas, transforma-o num veículo de agentes patogénicos para o vitelo, contribuindo para a ocorrência de uma FTIP (Abuelo et al., 2019).

Uma associação negativa entre os níveis de bactérias no colostro e a absorção de imunoglobulinas tem sido descrita em vários estudos, comprovando que níveis bacterianos elevados interferem na absorção de imunoglobulinas (Godden et al., 2019). As bactérias presentes no colostro vão competir com as imunoglobulinas nos recetores inespecíficos que são necessários para a absorção das mesmas (Hechenberger et al., 2023), e assim, a presença destes microrganismos reduz a eficiência da absorção aparente de IgG no intestino, quer por ocorrer uma ligação dos mesmos às imunoglobulinas, quer por bloquearem diretamente a absorção de IgG pelas células intestinais (Godden et al., 2019; Hechenberger et al., 2023). Para além disso, a presença destes microrganismos pode vir a provocar, no caso de serem patogénicos, várias doenças como diarreias e septicemia (Maunsell, 2014).

Para evitar a introdução destes agentes e a contaminação durante a recolha, armazenamento ou fornecimento do colostro, as explorações devem ser detentoras de um plano de higiene definido, que por sua vez deve ser seguido e cumprido rigorosamente por todos os funcionários envolvidos na gestão do colostro. Este plano deve incluir um bom asseio dos ordenhadores, o que inclui práticas como a lavagem das mãos antes de começar a ordenha, a limpeza e a higienização adequada dos úberes antes da recolha do colostro, ordenhar o colostro para um recipiente limpo e higienizado, não realizar misturas de colostros provenientes de vacas diferentes, administrar ou armazenar o colostro em equipamentos limpos e higienizados e por fim não administrar colostro proveniente de vacas doentes (Godden et al., 2019).

As regras de boas práticas estabelecem que o colostro disponibilizado aos vitelos deve conter no máximo 100.000 ufc/mL de bactérias totais e não ultrapassar os 10.000 ufc/mL de bactérias coliformes. No entanto, apesar destas preocupações, os níveis de bactérias no colostro frequentemente excedem estes valores nas explorações,

onde ainda existe uma grande percentagem de colostros nos quais se pode observar uma grande quantidade de bactérias (> 100.000 ufc/mL), sendo estes valores uma preocupação (Doepel & Bartier, 2014; Godden et al., 2019).

Devido à variabilidade individual e sazonal da produção e composição do colostro, manter um fornecimento adequado do mesmo durante todo o ano representa um grande desafio para os produtores leiteiros (Westhoff et al., 2024). Para que se torne possível garantir o fornecimento oportuno de volumes adequados de colostro com concentrações de imunoglobulinas suficientes, recomenda-se a formação de um banco de colostro onde sejam mantidas reservas do mesmo na exploração, reservas estas, que podem ser utilizadas se não existir colostro fresco disponível nas primeiras horas após o nascimento do vitelo ou se o colostro da sua progenitora não for de boa qualidade (Ahmann et al., 2021).

É de grande importância e interesse para os produtores a minimização do crescimento bacteriano no colostro armazenado. As bactérias podem multiplicar-se rapidamente se o colostro for armazenado a temperatura ambiente, assim sendo, a não ser que o colostro seja fornecido imediatamente, ele deve ser congelado ou refrigerado (Godden et al., 2019). Nesta sequência é também importante que durante o seu armazenamento, o colostro não fique exposto por longos períodos de tempo à temperatura ambiente. A literatura aconselha que este período de exposição não exceda as 2h, tendo em conta a velocidade de multiplicação das bactérias a estas temperaturas (McGuirk & Collins, 2004).

O colostro pode permanecer refrigerado, com a conservação total das suas características até uma semana após a sua recolha, quando a refrigeração é realizada de forma correta a 4°C e em recipientes de plástico (McGuirk & Collins, 2004; Godden et al., 2019). Para conservar o colostro durante períodos mais prolongados deve utilizar-se a congelação, no entanto, o maior inconveniente deste método de conservação é a possível destruição dos componentes celulares (McGuirk & Collins, 2004). O colostro pode permanecer congelado por um período de até um ano, desde que não ocorram ciclos múltiplos e repetidos de congelamento/descongelamento. Se o colostro for congelado apenas uma vez, não haverá influência na concentração de IgG, no entanto após dois ciclos de congelamento já é possível verificar uma diminuição significativa na mesma (Ahmann et al., 2021). Ao descongelar o colostro, o que normalmente é feito através de banhos-maria, os produtores devem evitar o sobreaquecimento do mesmo, ou seja, evitar temperaturas superiores a 60°C, para que não fiquem sujeitos a uma possível desnaturação das imunoglobulinas (Godden et al., 2019).



Outro método útil para controlar a contaminação do colostro é a pasteurização. Tradicionalmente esta é atingida com o aquecimento até aos 60°C durante 30 minutos, ou então 72°C durante 15 segundos, no entanto, embora uma temperatura tão elevada seja útil para o controlo de microrganismos, a sua utilização não é recomendada no colostro uma vez que diminui significativamente a concentração de imunoglobulinas e altera a consistência do mesmo (McGuirk & Collins, 2004). A pasteurização do colostro reduz significativamente a presença de vários agentes patogénicos, de entre os quais o "*Mycobacterium avium*" subespécie *paratuberculosis*, agente causador da paratuberculose (Godden et al., 2019).

No estudo de Elizondo-Salazar et al. (2010), foi possível observar uma relação linear entre a diminuição na concentração de IgG e o aumento da temperatura ao longo do tempo de aquecimento do colostro. Mesmo com tratamentos térmicos de 60°C com duração de 30 minutos, registaram-se diminuições de IgG no colostro. A diminuição mais significativa ocorreu a uma temperatura de 63°C. Elsohaby et al. (2017) obtiveram resultados semelhantes, onde, através de medições pelo método de imunodifusão radial (RID) a concentração média de IgG em colostro fresco foi de 45,6 mg/mL. Quando o colostro foi aquecido a 63°C durante 30 min, a concentração média de IgG diminuiu para 31,1 mg/mL, correspondendo a uma diminuição de 27%.

Vitelos alimentados com colostro tratado termicamente, apresentam uma melhor eficiência de absorção de IgG, presumivelmente causada pela redução da interferência bacteriana na absorção de IgG (Godden et al., 2019). O estudo de Kryzer et al. (2015) afirma que a absorção de imunoglobulinas foi significativamente melhorada, tornando-se mais eficiente e resultando em concentrações séricas de IgG superiores em vitelos alimentados com colostro tratado termicamente.

Outra contribuição do tratamento térmico do colostro para a saúde dos vitelos foi comprovada no estudo de Malmuthuge et al. (2015), que constatou que alimentar os vitelos com colostro tratado termicamente aumentou a colonização do TGI com *Bifidobacterium* e reduziu a colonização com *E.coli* nas primeiras 12h de vida.

### 2.2.5. Avaliação da TIP

Devido à importância da imunidade passiva adquirida após ingestão do colostro, é comum realizar-se uma monitorização da mesma através da quantificação, direta ou indireta, das imunoglobulinas no soro sanguíneo dos vitelos recém-nascidos, com o objetivo de pôr em prática medidas preventivas em indivíduos em risco, ou corrigir defeitos na gestão e manejo do colostro, minimizando a incidência de doenças.

Existem vários testes laboratoriais para averiguar o estado de imunidade dos vitelos, dividindo-se em duas categorias (Doepel & Bartier, 2014): testes diretos que quantificam a concentração de IgG no soro, e testes indiretos que se baseiam na estimativa de IgG através da concentração de proteínas totais presentes no soro.

Na primeira categoria podemos encontrar testes como a imunodifusão radial (RID), o imunoensaio turbidimétrico (TIA) e o ensaio ELISA – *Enzyme-Linked immunosorbent assay*. Na segunda categoria incluem-se o teste de precipitação por sulfato de sódio, o teste de precipitação por sulfato de zinco, a atividade da gama glutamiltransferase (GGT), o teste de coagulação do glutaraldeído no sangue total e a medição de proteínas totais no soro por refratometria (Godden et al., 2019). De todos estes testes, o método de referência para determinar a concentração de IgG no soro dos vitelos é a RID. No entanto, testes como a RID, o TIA e o ELISA, apesar de serem de elevada fiabilidade, baseados no pressuposto da interação entre anticorpo-antígeno, não são considerados práticos, por serem testes laboratoriais caros demais para a maior parte dos produtores poderem utilizar de forma rotineira (Godden et al., 2019). O método de refratometria é então o mais utilizado e é aplicado com o recurso a refratômetros que medem a concentração das proteínas séricas totais, e a refratômetros que medem o valor de Brix, os quais apresentam uma correlação de 0,71 a 0,93 com o RID (Elsohaby et al., 2015), corroborando a sua utilização com um método de avaliação da TIP com bons índices de fiabilidade e exequibilidade. De uma forma geral, os refratômetros são instrumentos precisos, de fácil utilização e relativamente baratos, pelo que é recorrentemente recomendada a sua utilização nas explorações (Elsohaby et al., 2015).

A concentração de proteína total no soro até aos 7 dias de idade pode ser utilizada para indicar como foi realizada a gestão do colostro. Concentrações maiores do que 5,5 g/dL indicam sucesso na TIP, de 5,0 a 5,4 g/dL, sucesso moderado, e menor do que 5,0 g/dL, representam FTIP (Coelho, 2005 citado por Pereira et al., 2011).

A escolha do método de avaliação depende das necessidades específicas do produtor e dos recursos disponíveis para a realização dos testes. Num contexto de exploração, a medição das proteínas séricas com um refratómetro é o método preferencial (Buczinski et al., 2018). Para fins académicos, os testes diretos como a RID ou o ELISA são mais apropriados, devido à sua elevada fiabilidade e reprodutibilidade (Dunn et al., 2018).

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Recolha de dados

Na presente dissertação, contámos com a participação de 15 explorações de bovinos leiteiros, entre maio de 2023 e julho de 2024. Estas explorações foram selecionadas de acordo com a sua localização geográfica e por serem aderentes ao programa de melhoramento da raça através do contraste leiteiro, sendo a sua proximidade ao polo da Mitra da Universidade de Évora o principal critério de seleção. Para garantir o conforto e confiança dos produtores, o nome das explorações será mantido em anonimato. Na Figura 3 é possível observar a distribuição geográfica das explorações.

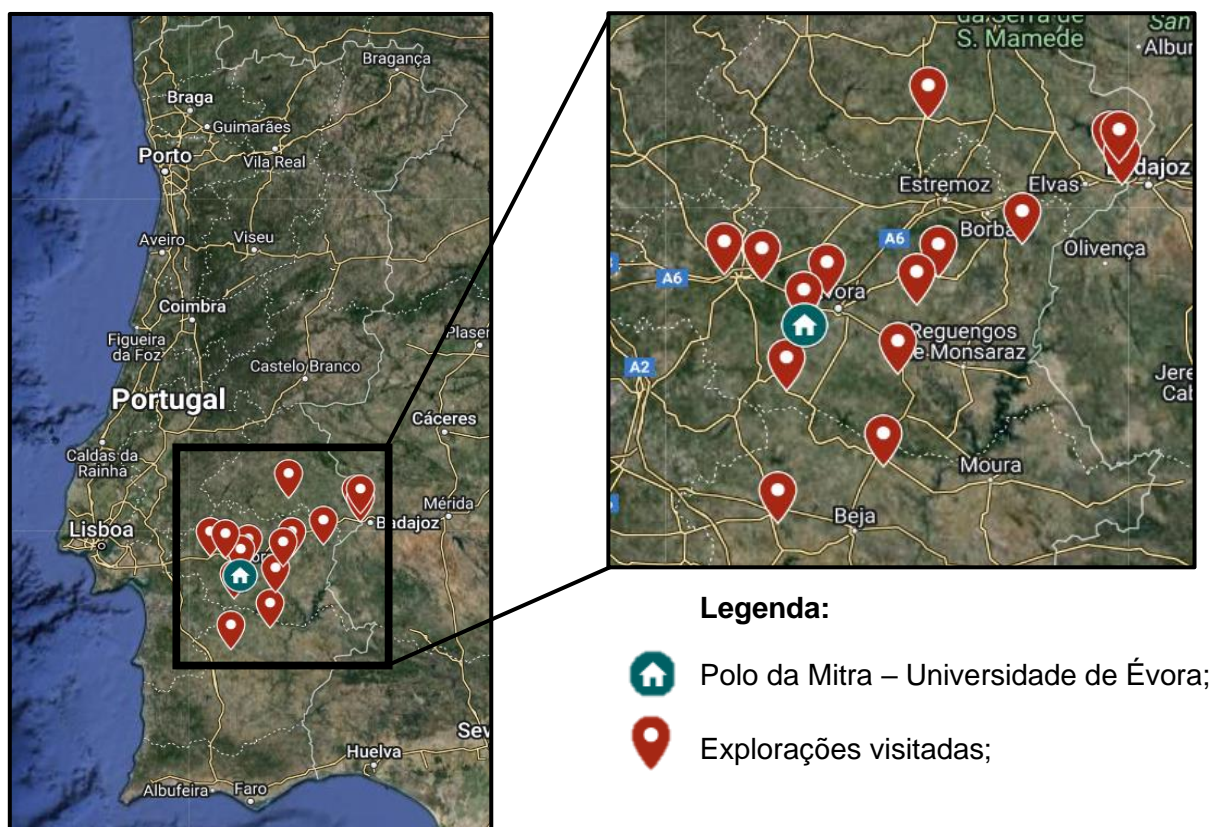


Figura 3: Distribuição geográfica das explorações visitadas

Foi realizado um questionário aos produtores e recolhidas amostras de colostro, tendo todos dado um consentimento informado para que os animais fossem incluídos neste estudo.

Cada exploração foi visitada entre duas a cinco vezes. Na primeira visita foi feito um resumo do estudo e um esclarecimento do objetivo e caso o responsável pela exploração aceitasse participar eram fornecidos copos para a recolha do colostro e um questionário, nela foi solicitado a cada produtor que recolhesse amostras de colostro de vacas da raça Holstein-Frísia primíparas e/ou múltíparas logo após o parto e que de seguida fossem armazenadas a - 20 °C. A segunda visita foi realizada aquando do contacto por parte da exploração para a recolha das amostras. Durante esta visita foi realizada uma breve conversação para esclarecer qualquer dúvida no preenchimento do questionário ou do estudo em questão. Por vezes houve a necessidade de realizar mais visitas para esclarecimento de dúvidas e/ou por obstáculos na recolha de amostras, como por exemplo a perda de copos ou a incorreta identificação das mesmas.

Os dados de temperatura e humidade para o cálculo do THI foram obtidos através da plataforma Climate Data (2024) referentes aos período de tempo em que as amostras foram recolhidas e aos concelhos e freguesias das explorações. O período de tempo específico para cada uma das explorações foi determinado através dos dias em que as vacas amostradas pariam, dando-se neles a consequente recolha das amostras de colostros.

### 3.1.1. Questionário

Os métodos de investigação qualitativa comumente utilizados pelas áreas de ciências sociais são cada vez mais aplicados na investigação das questões de saúde e bem-estar animal a partir das perspetivas dos produtores e operadores das explorações, sendo esta abordagem interdisciplinar apoiada por vários autores (Whay, 2007; Escobar & Buller, 2014; Brennan et al., 2016; Bourély et al., 2018).

Para cada exploração alvo de estudo foi disponibilizado um questionário subdividido em três secções (Anexo I), que permitiu obter informações sobre a sua estrutura organizacional, dimensão, capacidade produtiva e práticas de gestão do colostro aplicadas. Este tinha duas versões, uma em português e outra em inglês e cada produtor pôde escolher a versão pretendida de forma a facilitar a comunicação.

Todas as secções foram testadas no contexto das explorações com o objetivo de eliminar possíveis redundâncias e questões pouco claras. Desta forma, o questionário final e formatado foi de fácil percepção, requerendo cerca de 15 minutos para ser preenchido. Apesar de terem sido visitadas e recolhidas amostras de colostro de 15 explorações, apenas 14 responderam ao questionário. Assim, os resultados apresentados para o mesmo dizem respeito a 14 explorações e, portanto, 84 vacas.

No total, a pesquisa incluiu 33 questões que por sua vez foram divididas pelas seguintes secções:

- Secção 1: Características gerais da exploração, incluindo a sua estrutura organizacional e a sua dimensão;
- Secção 2: Práticas de gestão do colostro;
- Secção 3: Informações individualizadas sobre as vacas amostradas e o seu maneio.

Estas questões foram formuladas tendo por base a bibliografia existente referente aos fatores associados à qualidade do colostro, ou seja, posteriormente à leitura e comparação de vários artigos científicos selecionaram-se os aspetos que no geral apresentaram maior influência sobre a qualidade do colostro. Na Tabela 2 é possível visualizar todas as questões integrantes do questionário e para qual dos objetivos da presente dissertação contribuíram (1 - avaliar os fatores associados com a qualidade do colostro, medida através do grau Brix e da densidade; 2 - desenvolver um índice de avaliação da gestão do colostro para as explorações de bovinos leiteiros) bem como a secção a que pertencem. No total foram trabalhadas 462 questões.

Tabela 2: Questões colocadas aos produtores, respetivos objetivos e secções

Questão	Objetivo	Secção do questionário
Nível produtivo da exploração (L/d)	1	I
Nº de ordenhas por dia	1	I
Nº de vacas	1	I
Nº de operadores	1	I
Método utilizado na secagem	1	I
Duração média do período seco	1	I
Duração média do pré – parto	1	I
Vacinação aos animais adultos	1	I
Composição do alimento do pré- parto	1	I
Composição do alimento período seco	1	I
Volume administrado – quantos litros?	2	II
Qual o método de administração de colostro utilizado?	2	II
Qual o tempo médio entre o nascimento e a toma?	2	II
O colostro é tratado termicamente?	2	II
Monitorizam a qualidade do colostro?	2	II
Qual o método utilizado para monitorizar a qualidade do colostro?	2	II
Avaliam a transferência de imunidade passiva nos vitelos? Se sim, quando?	2	II
Fornecem uma segunda dose de colostro aos vitelos? Se sim, quantas horas após a primeira toma?	2	II
Fornecem leite de transição aos vitelos?	2	II
Pesam os vitelos à nascença?	2	II
Têm um banco de colostro?	2	II
Realizam algum controlo de doenças transmissíveis através do colostro? (ex. paratuberculose)	2	II
Número da Vaca	1	III
Idade	1	III
Número de lactações	1	III
Apresenta mastite?	1	III
Duração do período seco	1	III
Quantas horas após o parto foi recolhida a amostra?	1	III
Total de litros de colostro ordenhado	1	III

1 - Avaliar os fatores associados com a qualidade do colostro, medida através do grau Brix e da densidade;

2 - Desenvolver um índice de avaliação da gestão do colostro para as explorações de bovinos leiteiros;

L/d: Litros por dia;

Período seco: Fase de preparação para a próxima lactação;

Pré-parto: Três últimas semanas de gestação.

Através da informação obtida sobre as dietas praticadas durante o período seco e durante o pré-parto (matérias-primas e respetivas percentagens de inclusão) foram construídas tabelas com a composição química estimada para cada exploração para o período seco e pré-parto, respetivamente (FEDNA, 2024; Feedipedia, 2024; INRAE, 2024). Os valores obtidos foram comparados a valores de referência (Erickson & Kalscheur, 2019; Husnain & Santos, 2019; Hare et al., 2023; Santos et al., 2024).

### 3.1.2. Recolha de amostras de colostro

Um operador de cada exploração recolheu 6 amostras de colostro fresco em duplicado, proveniente da primeira ordenha pós-parto de vacas da raça Holstein-Frísia, incluindo primíparas e múltíparas. Cada uma das amostras encontrava-se dividida em dois copos com capacidade de 80 mL cada, resultando num total de 160 mL por cada amostra e 960 mL totais de colostro recolhido por exploração. O número de amostras por exploração selecionado (n = 6) teve por base a metodologia proposta noutros estudos (Kehoe et al., 2007; Morrill et al., 2012; Barry et al., 2019).

Para que esta amostragem fosse possível, foi fornecido a cada uma das explorações um conjunto de 12 copos previamente identificados com o código referente à exploração (letra do alfabeto A-M) e referente à amostra (número 1-6) e com uma etiqueta para registo do número de identificação do animal aquando da recolha do seu colostro (Figuras 4 e 5).

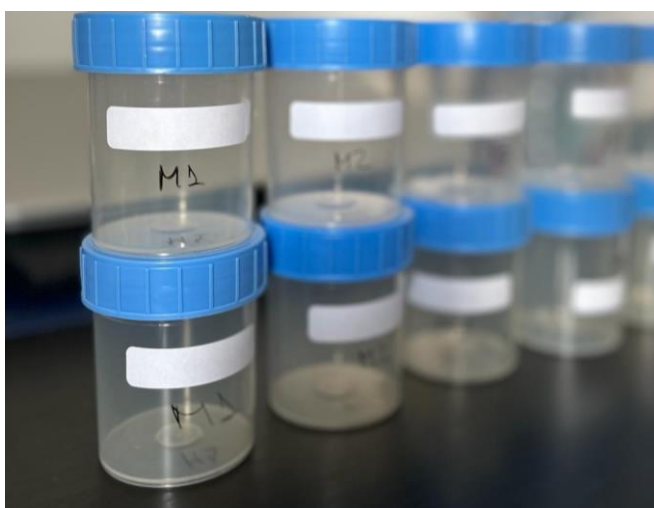


Figura 4: Conjuntos de copos para a amostragem (Fonte própria)



Figura 5: Conjuntos de copos para a amostragem (Fonte própria)



Todas as amostras foram congeladas e armazenadas na própria exploração até à sua recolha e posteriormente foram transportadas numa atmosfera fria até ao laboratório de tecnologia dos alimentos localizado no Polo da Mitra da Universidade de Évora onde foram armazenadas numa arca congeladora até à sua análise. Foi garantido que todas as amostras chegavam congeladas e em perfeito estado.

### 3.2. Análises laboratoriais

As amostras de colostro foram descongeladas num banho-maria de aproximadamente 30°C (Figuras 6 e 7). De forma a garantir uma homogeneização e distribuição uniforme dos seus compostos, cada copo foi invertido e agitado repetidamente para misturar completamente o colostro. Todos os instrumentos foram previamente calibrados e todas as medições foram realizadas a uma temperatura de 20°C e em duplicado. A qualidade do colostro foi determinada através do Brix e densidade uma vez que estes são os métodos mais utilizados atualmente em contexto de exploração. Avaliou-se também o pH.



Figura 6: Preparação das amostras para análises laboratoriais (fonte: Própria)

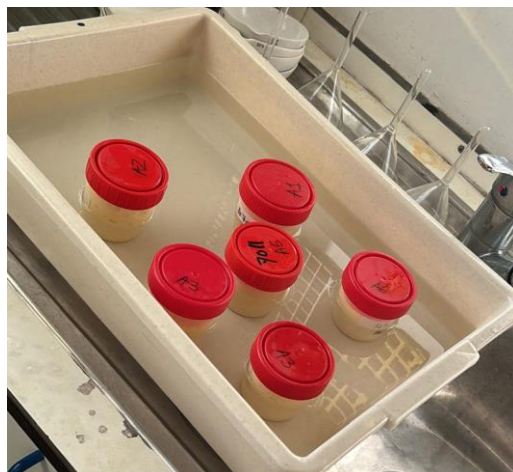


Figura 7: Preparação das amostras para análises laboratoriais (fonte: Própria)

Foram depositadas cerca de 5 gotas de colostro num refratómetro digital de grau **Brix** onde o parâmetro é apresentado sob a forma de percentagem (%) (ATAGO™ PR-32α, precisão de 0,2% e compensação automática de temperatura, Omaeda, Japão) e o valor devolvido foi registado (Figuras 8 e 9).





Figura 8: Medição do valor de Brix (Fonte própria)



Figura 9: Medição do valor de Brix (Fonte própria)

A **densidade** foi determinada matematicamente através da fórmula (Jibson & Wordeman, 2024):

$$\text{Densidade } (D) = \frac{\text{massa } (m)}{\text{volume } (v)}$$

Para tal cada amostra foi transferida do copo de 80 mL em que foi recolhida para um tubo volumétrico de 45 mL. Cada um destes tubos foi previamente pesado e o seu peso foi registado. De seguida procedeu-se à pesagem destas amostras (Figuras 10 e 11), retirando ao valor o peso do respetivo tubo com o objetivo de determinar a massa do colostro de cada amostra. Dada a obtenção deste valor, o mesmo foi dividido pelos 45 mL de volume, resultando assim na densidade de cada colostro.



Figura 10: Pesagens para a determinação da densidade (Fonte própria)



Figura 11: Pesagens para a determinação da densidade (Fonte própria)

Por fim, o **pH** foi medido diretamente no copo onde foi recolhida a amostra através de um medidor de pH (Hanna Instruments - HI 931400, Limena, Itália) (Figuras 12 e 13), agitando a amostra durante a leitura e monitorizando a sua temperatura, para que a mesma fosse o mais correta possível.



Figura 13: Medição do pH (Fonte própria)



Figura 12: Medição do pH (Fonte própria)

No total foram analisadas 90 amostras de colostro, quanto ao seu valor de Brix, à sua densidade e ao seu pH. Para todos os parâmetros foram realizadas duas medições, entre as quais posteriormente se calculou a média para que houvesse uma maior precisão. Assim, no total, o presente estudo contou com 180 determinações para cada parâmetro, totalizando 540 determinações.

### 3.3. Análise estatística

Os procedimentos estatísticos foram realizados com recurso ao software R Studio versão 1.4.555 (Posit Team, 2024), um ambiente de desenvolvimento integrado para o R (R Core Team, 2024). As variáveis dependentes Brix e densidade foram analisadas graficamente para o despiste de eventuais *outliers*, que foram confirmados através do teste de Grubbs. A normalidade dos resíduos foi averiguada através de histogramas e gráficos Q-Q e do teste de Shapiro-Wilk. As variáveis independentes contínuas foram usadas na sua forma original ou agrupadas em categorias.

A relação entre o Brix e a densidade foi analisada através de uma regressão linear simples. O efeito dos fatores no Brix e na densidade do colostro foi testado para cada uma das variáveis através de dois modelos univariados. O primeiro modelo consistiu num Modelo de Efeitos Mistos com estimativas de variância realizadas pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML), utilizando cada variável independente como fator fixo e a exploração como fator aleatório. O segundo modelo

consistiu numa Regressão Logística, dividindo para tal em duas classes o Brix (Brix < 22 % e Brix ≥ 22) e a densidade (densidade < 1,050 g/mL e densidade ≥ 1,050 g/mL). Estes limites foram definidos com base na literatura (McGrath et al., 2016; Ariton et al., 2023; Lichtmannsperger et al., 2023). Através da análise unifatorial foram selecionadas as variáveis com maior grau de associação com o Brix e a densidade ( $P < 0.15$ ). As variáveis selecionadas foram incorporadas em modelos multivariados utilizando a mesma abordagem definida anteriormente. Foi utilizada o método de *backward elimination*, onde todas as variáveis com  $P < 0,15$  na análise unifatorial foram inicialmente incluídas em cada modelo multivariado e gradualmente foram removidas as variáveis menos significativas até obter um modelo final com apenas as variáveis significativas a 10% ( $P < 0,1$ ).

### 3.3.1. Tratamento dos dados

De forma a facilitar a análise e interpretação dos dados, os mesmos foram agrupados consoante o recomendado pela bibliografia ou consoante a média dos valores obtidos.

No que diz respeito às características das explorações, os dados obtidos para a variável nível produtivo foram divididos em três grupos: alto (> 20 000 L), médio (10 000 – 20 000 L) e baixo (< 10 000 L). A dimensão do efetivo foi dividida em alta (> 150), média (51-100) e baixa (< 51) e o número de vacas por operador foi também dividido em alto (> 95), médio (60-95) e baixo (<60).

Quanto às características individuais das vacas, a secagem das mesmas foi dividida em seletiva e não seletiva. Na secagem seletiva recorre-se à utilização de antibiótico apenas quando as vacas apresentam um risco elevado de contrair infeções intramamárias, enquanto que nas vacas consideradas saudáveis o tratamento é feito somente com recurso a um selante de tetos. Na secagem não seletiva é aplicado antibiótico a todos os animais sem exceção.

As vacas foram divididas entre múltiparas e primíparas e quanto ao seu número de lactações, podendo o mesmo corresponder a 1, 2 ou ≥3. O volume de colostro ordenhado foi dividido em três grupos: alto (> 10 L), médio (5-10 L) e baixo (≤ 4 L). Para todas as variáveis mencionadas, a formação dos grupos teve por base os valores obtidos aquando da recolha de dados, para tal foram utilizadas médias, quartis e proporções para que a distribuição fosse o mais homogénea possível.

Para as restantes variáveis foram utilizados valores referência. A duração do período seco foi dividida < 60 dias e ≥ 60 dias (Mayasari et al., 2015; Godden et al., 2019), o mesmo foi feito para a duração do pré-parto onde uma duração adequada correspondia a 21 dias ou mais, e uma duração inadequada correspondia a menos de 21 dias (Albani & Silva, 2017).

Para os fatores relacionados com a alimentação tanto para os componentes do período seco como para os do pré-parto, foram feitos agrupamentos dos dados com base na bibliográfica e nos valores obtidos para a matéria seca, proteína bruta, fibra de detergente neutro (NDF), concentração energética e percentagem de alimento concentrado.

Para a vacinação, a distribuição dos dados foi organizada por agente infeccioso, com o objetivo de visualizar quantas das vacas foram vacinadas contra cada um dos agentes infecciosos.

O THI foi calculado através dos dados de temperatura e HR e da seguinte fórmula (Schüller et al., 2013):

$$THI = (1,8 \times TM + 32) - (0,55 - 0,0055 \times HR) \times (1,8 \times TM - 26)$$

*TM = Temperatura média*

*HR = Humidade relativa*

Os valores de THI foram agrupados em termo-neutralidade: THI < 68 e stresse térmico: THI ≥ 68 (Schüller et al., 2013; Silva et al., 2024b).

## 4. Resultados

### 4.1. Caracterização das explorações e dos animais amostrados

Na amostra de explorações estudadas o tamanho do efetivo variou entre 19 e 830 vacas em ordenha, e além de 90 amostras de colostro, foram recolhidas as temperaturas e humidade das zonas das explorações referentes aos dias em que se recolheu as amostras. Através da humidade e temperatura foi calculado o THI, que obteve uma média de 63,3, um desvio padrão de 7,0 um valor mínimo de 52,5 e um valor máximo de 73,3.

Na Tabela 3 é possível observar a distribuição dos dados obtidos relativamente às explorações e às vacas que fizeram parte do estudo. Os valores médios obtidos encontram-se dentro do previsto com base na bibliografia para cada um dos fatores, com exceção da duração do pré-parto onde 64% dos animais em estudo foram submetidos a intervalos inferiores a 21 dias e do período seco, onde 33% das vacas foram submetidas a intervalos inferiores a 60 dias.

*Tabela 3: Distribuição dos resultados obtidos em relação às características das explorações e das vacas em estudo com exceção da variável alimentação e da variável vacinação*

	Variável	Média	DP	Mínimo	1º Q	Mediana	3º Q	Máximo
Características das explorações (n = 14)	Nível Produtivo (L/dia)	17056	9134	500	8300	16200	21600	33200
	Número total de vacas na exploração	647	351	23	300	671	900	1200
	Número de vacas em ordenha	496	227	19	304	481	576	830
	Número de novilhas	252	127	25	148	285	350	441
	Número total de vacas por operador	61,0	34,0	1,0	50,0	56,0	71,0	126,0
	Número de ordenhas por dia	2,7	0,5	2	2	3	3	3
	Duração média do período seco	56	5,6	45	54	60	60	60
	Duração média do pré-parto	16	6,8	7	11	15	21	30

Características das vacas (n = 84)	Número de lactações	2,0	1,5	1,0	1,0	2,0	3,0	9,0
	Duração do período seco (dias)	59,0	15,3	35,0	49,0	59,5	63,8	110,0
	Duração do pré-parto (dias)	17,0	6,8	7,0	14,0	17,0	21,0	30,0
	Horário de ordenha do colostro pós-parto (min)	179,0	207,6	0,0	60,0	90,0	180,0	720,0
	Litros totais de colostro	4,86	3,34	0,2	3,0	4,0	6,0	22,0

DP – desvio padrão;

No que diz respeito à alimentação é possível observar na Tabela 4 os componentes presentes nos arraçoamentos fornecidos durante o período seco e durante o pré-parto. Através da comparação dos mesmos com os valores de referência utilizados é possível observar a percentagem de explorações que fornecem as quantidades recomendadas de cada componente. Por questões de confidencialidade e proteção de dados duas das explorações participantes não forneceram informações em relação aos arraçoamentos fornecidos sendo os resultados apresentados referentes a 12 explorações.

Tabela 4: Composição dos arraçoamentos fornecidos durante o pré-parto e o período seco nas diferentes explorações

		REF	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	M	% EXP
PERÍODO SECO	MS (Kg)	14,4 <sup>1</sup>	13,3	12,6	13,6	10,5	11,4	12,1	11,4	13,9	9,2	10,7	9,4	0
	PB (%)	14 <sup>2</sup>	9,3	11,7	9,4	11,4	9,2	15,1	9,8	14,4	8,1	13,2	13,6	18
	NDF (Kg)	33 <sup>1</sup>	51,0	51,2	53,5	53,4	54,0	53,5	54,3	48,2	56,9	55,0	42,7	100
	Energia (Mcal/KgMs)	1,25 <sup>2</sup>	1,41	1,39	1,29	1,27	1,47	1,28	1,25	1,33	1,18	1,14	1,34	81
	Concentrado (%)	9,54*	11,4	13,3	10,3	6,35	20,0	11,1	4,48	5,29	8,33	8,26	4,94	45
PRÉ-PARTO	MS (Kg)	10,1 <sup>1</sup>	16,9	10,3	13,0	10,5	11,4	12,3	12,3	14,0	13,7	11,8	11,8	100
	PB (%)	14 <sup>2</sup>	10,3	14,7	9,8	11,4	9,2	15,0	16,7	14,4	7,1	16,6	14,1	55
	NDF (Kg)	33 <sup>1</sup>	42,3	48,7	50,4	53,5	54,0	53,6	46,2	48,4	65,8	49,4	58,6	100
	Energia (Mcal/KgMs)	1,44 <sup>1</sup>	1,68	1,37	1,41	1,26	1,47	1,28	1,44	1,33	1,12	1,41	1,16	27
	Concentrado (%)	13,8*	23,1	8,8	16,6	6,4	20,0	11,1	11,1	5,3	24,1	12,5	12,7	36

Mcal/KgMs – Megacalorias por quilograma de matéria seca; NDF –Neutral Detergent Fiber (Fibra de detergente neutro); PB – Proteína bruta; MS – Matéria seca; Concentrado – Percentagem de alimento concentrado face ao alimento completo; Ref – Valor de referência; % EXP – percentagem de explorações a atingir ou a ultrapassar o valor de referência, e portanto, o recomendado: <sup>1</sup> – Erickson & Kalscheur (2019)  
<sup>2</sup>- Husnain e Santos (2019)

\*Não foram encontrados valores recomendados na literatura, e como tal, utilizou-se a média dos valores obtidos

A quantidade de matéria seca fornecida durante o pré-parto foi superior ao valor de referência em todas as explorações, contrariamente, durante o período seco, nenhuma das explorações atingiu o valor de referência. Quanto à proteína bruta fornecida, durante o pré-parto 55% das explorações atingiram ou ultrapassaram o valor de referência enquanto durante o período seco esta percentagem foi de 18%. A fibra fornecida (NDF) foi de acordo com o recomendado em todas as explorações e em ambas as fases produtivas. As concentrações energéticas dos arraçoamentos foram de acordo com o recomendado em 27% das explorações durante o pré-parto e em 81% das explorações durante o período seco. Por fim, a quantidade de alimento concentrado fornecido foi igual ou superior à média em 36% de explorações durante o pré-parto e em 45% das explorações durante o período seco.

Já quanto à vacinação, é possível observar quantas das vacas amostradas foram vacinadas contra cada um dos agentes infecciosos na Figura 14. A vacina aplicada num maior número de vacas foi contra a rinotraqueíte infecciosa bovina, com 42 dos 84 animais vacinados e a vacina aplicada num menor número de vacas foi contra parasitas internos e externos com 4 dos 84 animais vacinados.

As vacinas contra parasitas internos e externos, campilobacterioses, PI3 e mastite não foram incluídas na análise de inferência estatística por serem aplicadas num número reduzido de animais, tornando-se assim os grupos muito desequilibrados.

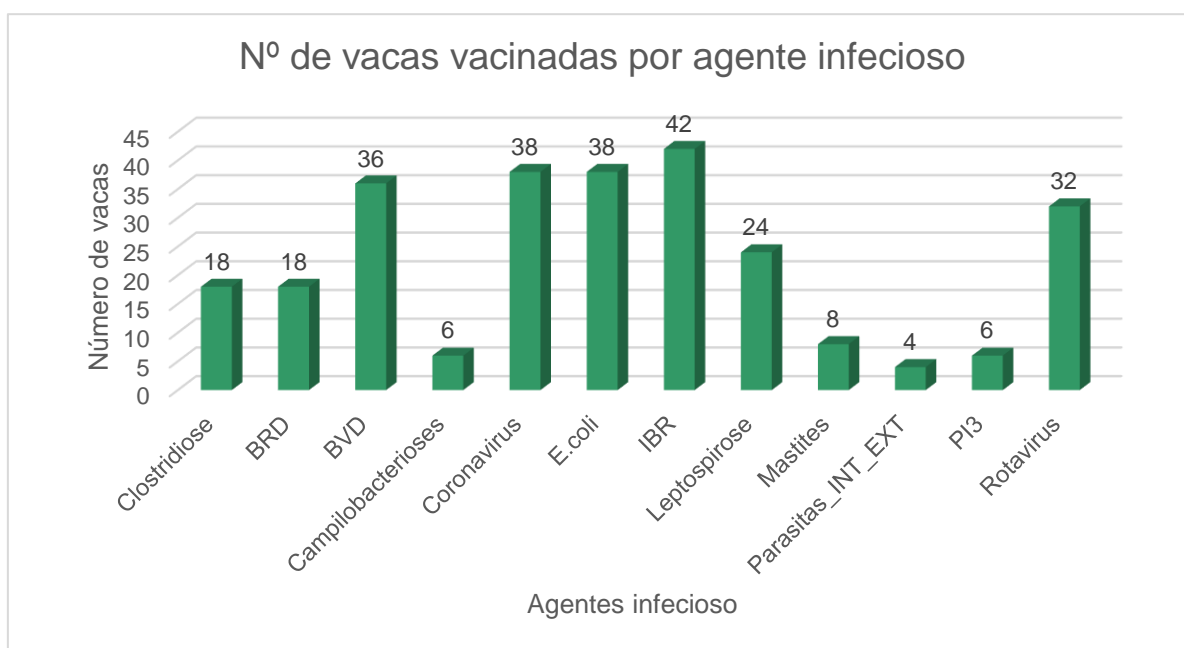


Figura 14: Quantidade de vacas vacinadas por agente infeccioso.  
BRD – Bovine Respiratory Disease (doença respiratória bovina); BVD - Bovine Viral Diarrhea (diarreia viral bovina); Ecoli - Escherichia coli; IBR - Infectious bovine rhinotracheitis (rinotraqueíte infecciosa bovina); Parasitas\_INT\_EXT – Parasitas internos e externos; PI3 - Bovine parainfluenza-3 virus (vírus Parainfluenza-3 bovino)



## 4.2. Brix

Os valores de Brix obtidos tiveram uma média de 23,79%, onde o valor mínimo obtido foi de 12,75% e o valor máximo obtido foi de 34,8%. O Brix seguiu uma distribuição normal, que pode ser observada pela análise gráfica do histograma (Figura 15).

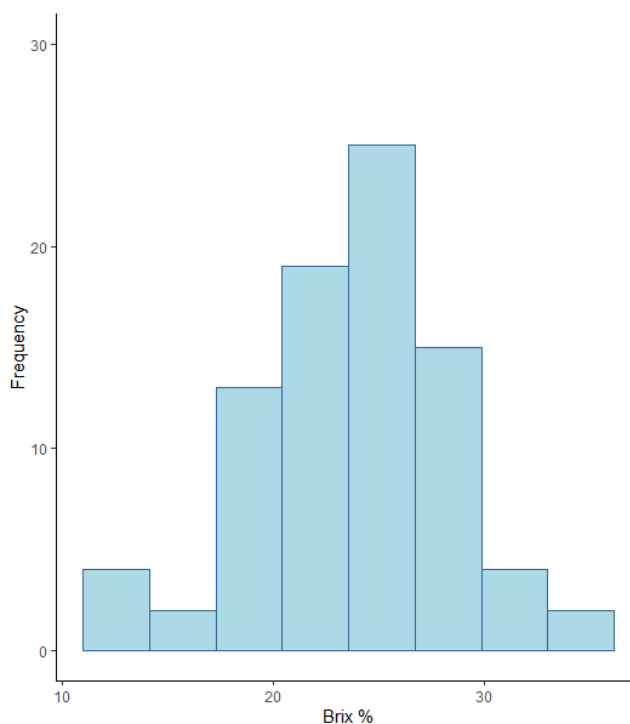


Figura 15: Distribuição dos resultados obtidos para a variável Brix

Para avaliar a influência que cada uma das variáveis independentes apresenta sobre o nível de Brix foi executado um **modelo de efeitos mistos (análise unifatorial)** sobre as mesmas, onde  $H_0 =$  o Brix não varia de acordo com o fator analisado, resultando na Tabela 5. Para que a interpretação fosse mais clara as variáveis foram agrupadas em cinco parâmetros: fatores referentes à exploração, fatores individuais da vaca, fatores sanitários: vacinação, fatores ambientais e fatores nutricionais (Tabela 5).

Tabela 5: Modelo de efeitos mistos realizada para a variável Brix utilizando uma análise unifatorial

	Variável	Categoria Ref*	Coefficiente	Erro padrão	Valor P
<i>Fatores referentes à exploração</i>	Nível produtivo <sup>1</sup> (10 000 -20 000 L)	10 000 L	-2,521	1,657	0,151
	Nível produtivo <sup>1</sup> (>20 000 L)	10 000 L	-0,429	1,741	0,808
	Dimensão do efetivo (51-100)	< 51	-2,414	1,610	0,152
	Dimensão efetivo (>150)	< 51	-1,862	1,764	0,308
	Tempo da ordenha pós-parto (min)		-0,005	0,003	0,107
	Vacas por operador (60-95)	<60	1,455	1,998	0,483
	Vacas por operador (>95)	<60	-2,772	1,486	0,084
	Número ordenhas (3)	2	0,858	1,377	0,541
<i>Fatores individuais da vaca</i>	Paridade - Multípara	Primípara	1,672	0,877	0,060
	Número de lactações (2)	1	2,551	1,013	<b>0,014</b>
	Número de lactações (>2)	1	0,783	1,020	0,445
	Secagem seletiva (Sim)	Não	2,109	1,330	0,134
	Período Seco, dias	-	0,084	0,037	<b>0,027</b>
	Pré parto (≥21 dias)	≤ 21 dias	-0,764	1,576	0,637
	Litros de colostro ordenhado (volume médio – 5-10 L)	Volume baixo ≤ 4	-2,396	1,609	0,142
	Litros de colostro ordenhado (volume elevado - > 10L)	Volume baixo ≤ 4	-1,977	1,899	0,302
	pH		-1,009	3,083	0,744
<i>Fatores sanitários: Vacinação</i>	Clostridiose (Sim)	Não	3,680	1,524	<b>0,033</b>
	BRD (Sim)	Não	1,502	1,806	0,422
	BVD (Sim)	Não	1,074	1,509	0,490
	Coronavírus (Sim)	Não	-1,807	1,286	0,174
	Ecoli (Sim)	Não	-1,807	1,286	0,174
	IBR (Sim)	Não	0,810	1,507	0,601
	Leptospirose (Sim)	Não	0,810	1,507	0,601
	Rotavírus (Sim)	Não	1,580	1,333	0,248
<i>Fatores ambientais</i>	THI		0,062	0,108	0,579
<i>Fatores nutricionais</i>	Concentrado %, Pré-parto		-0,350	1,695	0,840
	Proteína bruta %, pré-parto		1,590	1,731	0,380
	Energia MCal/Kg.MS, pré-parto		3,002	1,820	0,130
	Proteína bruta período seco		0,344	1,882	0,859
	Energia MCal/Kg.MS, período seco		1,605	2,330	0,507

\* Análises de comparação de medias com base na categoria de referência

<sup>1</sup>: Nível produtivo por dia

Secagem seletiva: Utilização de antibiótico apenas quando as vacas apresentam um risco elevado de contrair infecções intra-mamárias.

A maioria dos fatores apresenta um valor P superior a 0,05, não sendo a sua influência na percentagem Brix do colostro estatisticamente significativa. No entanto, os fatores número de lactações, vacinação contra a clostridiose e duração do período seco mostraram uma influência significativa, onde vacas na segunda lactação apresentaram um aumento significativo ( $P = 0,014$ ) de 2,6% de Brix em comparação com vacas da primeira lactação, no entanto, vacas com três ou mais lactações não apresentaram nenhum aumento significativo ( $P = 0,445$ ), a vacinação contra a clostridiose aumenta o valor de Brix em 3,7% e um aumento de dez dias de período seco corresponde a um aumento de 0,8% de Brix.

Apesar dos resultados para os restantes fatores não serem considerados significativos, os valores P obtidos para os fatores paridade, vacas por operador, horário de ordenha pós-parto, composição energética no arraçoamento fornecido durante o pré-parto, realização de secagem seletiva, volume total de colostro ordenhado, nível produtivo e dimensão do efetivo das explorações, não foram muito elevados, representando probabilidades de rejeitar  $H_0$  inferiores a 16%. Assim, estes fatores permitem-nos observar possíveis tendências, onde colostros provenientes de explorações com um nível produtivo médio (entre 10000 e 20000 L/dia), uma dimensão do efetivo média (entre 51 e 100 vacas) e um número de vacas por operador superior ( $> 95$ ), tendem a apresentar um valor Brix mais elevado, assim como colostros provenientes de vacas multíparas, ordenhadas rapidamente após o parto, em volumes médios, alimentadas com uma concentração energética elevada durante o pré-parto e secas de forma seletiva (administração de antimicrobianos no momento da secagem apenas a vacas com indícios de infeção intra-mamária).

De seguida, foi realizado um **modelo de efeitos mistos**, utilizando uma **análise multifatorial**, que teve como objetivo perceber quais os fatores em conjunto que melhor explicaram a variação do Brix do colostro (Tabela 6). O conjunto de fatores que melhor explicaram o efeito das práticas exercidas pela exploração no valor de Brix foi o horário de ordenha do colostro após o parto, o volume de colostro ordenhado, a concentração energética do arraçoamento fornecido durante o pré-parto e a vacinação contra a clostridiose.

Tabela 6: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Brix utilizando uma análise multifatorial

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Valor P
(Intercept)	26,475	0,994	< 0,001 ***
Tempo da ordenha pós-parto (minutos)	-0,011	0,003	< 0,001 ***
Litros de colostro ordenhado (volume médio - 5-10 L) <sup>1</sup>	-2,755	1,378	0,052
Litros de colostro ordenhado (volume elevado - >10 L) <sup>1</sup>	-2,488	1,719	0,155
Energia MCal/Kg.MS, pré-parto	6,765	1,649	< 0,001 ***
Clostridiose (Sim) <sup>2</sup>	3,636476	1,368554	0,023 *

<sup>1</sup> Em comparação com volume baixo  $\leq 4$  L de colostro; <sup>2</sup> em comparação com vacas **não** vacinadas

AIC: 279,45

R<sup>2</sup> condicional = 0,42

Uma vez que ao nível da exploração é usado um valor de referência para identificar colostros de boa ou má qualidade (ex. Brix = 22%), foi realizada uma abordagem estatística binomial, com base neste valor de referência. Além disso, esta abordagem pode permitir identificar fatores que não eram possíveis identificar com uma abordagem contínua, devido ao tamanho da amostra. Para estudar o efeito que cada fator exerce na possibilidade de se obter um colostro com um valor de Brix igual ou superior a 22%, ou seja, de boa qualidade foi realizado um **modelo de regressão logística** utilizando *odds ratio* (OR) (Tabela 7).

Tabela 7: Modelo de regressão logística realizado para a variável Brix através de uma análise unifatorial

\* Análises de comparação de medias com base na categoria de referência

	Variável	Cat. Ref. *	Coefficiente (intercept)	Coefficiente ( $\beta$ )	ORs	IC a 95 %	Valor P
<i>Fatores referentes à exploração</i>	Nível produtivo <sup>1</sup> (10 000 – 20 000 L)	< 10 000 L	0,262	-0,759	0,470	0,16 – 1,35	0,160
	Nível produtivo <sup>1</sup> (>20 000 L)	< 10 000 L	0,262	0,625	1,870	0,56 – 6,24	0,310
	Dimensão do efetivo (51-100)	< 51	0,348	-0,154	0,860	0,31 – 2,38	0,768
	Dimensão efetivo (>150)	< 51	0,348	-0,685	0,500	0,17 – 1,51	0,221
	Tempo da ordenha pós-parto (minutos)		0,391	-0,002	1,000	1,00 – 1,00	0,107
	Número de vacas por operador		0,951	-0,014	0,990	0,97 – 1,00	<b>0,054</b>
	Número ordenhas (3)	2	-0,337	0,759	2,140	0,89 – 5,15	0,091
<i>Fatores individuais da vaca</i>	Número de lactações		-0,556	0,294	1,340	0,97 – 1,86	0,078
	Paridade - Multípara	Novilha	-0,251	0,562	1,750	0,72 – 4,27	0,216
	Litros de colostro ordenhado (volume médio – 5-10 L)	Volume baixo $\leq$ 4	0,245	-0,533	0,590	0,17 – 2,00	0,394
	Litros de colostro ordenhado (volume elevado - >10L)	Volume baixo $\leq$ 4	0,245	0,448	1,570	0,26 – 9,53	0,627
	Litros de colostro ordenhado		-0,077	0,050	1,050	0,90 – 1,24	0,542
	Secagem seletiva (Sim)	Não	-0,329	0,879	2,410	1,00 – 5,79	<b>0,050</b>
	Período Seco ( $\geq$ 60 dias)	$\leq$ 60 dias	0,163	-0,120	0,890	0,37 – 2,10	0,785
	Duração do período seco		-1,860	0,036	1,040	0,99 – 1,08	0,091
	Pré parto ( $\geq$ 21 dias)	$\leq$ 21 dias	0,074	0,059	1,060	0,43 – 2,59	0,896
	pH		3,761	-0,588	0,560	0,05 – 6,32	0,636
<i>Fatores sanitários: Vacinação</i>	Clostridiose (Sim)	Não	-0,121	1,077	2,940	0,94 – 9,17	0,064
	BRD (Sim)	Não	0,061	0,163	1,180	0,41 – 3,35	0,761
	BVD (Sim)	Não	0,000	0,223	1,250	0,53 – 2,98	0,614
	Coronavírus (Sim)	Não	0,351	-0,563	0,570	0,24 – 1,36	0,204
	Ecoli (Sim)	Não	0,351	-0,563	0,570	0,24 – 1,36	0,204
	IBR (Sim)	Não	0,000	0,191	1,210	0,51 – 2,85	0,662
	Leptospirose (Sim)	Não	0,000	0,337	1,400	0,54 – 3,64	0,490
Rotavírus (Sim)	Não	0,310	-0,562	0,570	0,23 – 1,39	0,216	
<i>Fatores ambientais</i>	THI		-1,352	0,023	1,020	0,96 – 1,09	0,469
<i>Fatores nutricionais</i>	Concentrado %, Pré-parto		0,251	-0,385	0,680	0,27 – 1,70	0,410
	Proteína bruta %, pré-parto		-0,547	1,032	2,810	1,06 – 7,40	<b>0,037</b>
	Energia MCal/Kg.MS, pré-parto		-0,223	1,179	3,250	1,02 – 10,40	<b>0,047</b>
	Concentrado %, Período seco		-0,191	0,643	1,900	0,77 – 4,70	0,164
	Proteína bruta %, período seco		0,167	-0,334	0,720	0,27 – 1,91	0,505
	Energia MCal/Kg.MS, período seco		-0,337	0,470	1,600	0,46 – 5,61	0,463

<sup>1</sup>: Nível produtivo por dia

Secagem seletiva: Utilização de antibiótico apenas quando as vacas apresentam um risco elevado de contrair infecções intra-mamárias.

Observou-se uma tendência da possibilidade de obter um colostro de boa qualidade (Brix  $\geq$  22%) aumentar 34% com o aumento do número de lactações (OR = 1,34, IC 0,97 – 1,86, P = 0,08), 4% com o aumento de cada dia de período seco (OR = 1,04, IC 0,99 – 1,08, P = 0,09) e 114 % com a realização de três ordenhas diárias (OR = 2,14, IC 0,89 – 5,15 P = 0,09). O aumento do número de vacas por operador provoca uma diminuição de 1% da possibilidade de obter um colostro de qualidade (OR = 0,99, IC 0,97 – 1,00, P = 0,05), já a realização de secagem seletiva aumenta 141% da possibilidade de obter um colostro de qualidade (OR = 2,41, IC 1,00 – 5,79, P = 0,05).

Vacas alimentadas durante o pré-parto com concentração elevada de proteína bruta (PB  $\geq$  14 %) (OR = 2,81, IC 1,06 – 7,40, P = 0,04) apresentam uma possibilidade superior de produzirem colostro de boa qualidade comparativamente a vacas alimentadas com concentrações reduzidas em 181% (PB < 14 %). O mesmo acontece para a concentração energética dos arraçoamentos onde vacas alimentadas com concentrações superiores durante o pré-parto ( $\geq$  1,25 Mcal/kgMS) (OR = 3,25, IC 1,02 – 10,40, P = 0,05) apresentam uma possibilidade superior de produzir um colostro de qualidade comparativamente a vacas alimentadas com concentrações energéticas inferiores a 1,25 Mcal/kgMS durante o pré-parto em 225%. O mesmo não se verificou para o período seco.

### 4.3. Densidade

A densidade não seguiu uma distribuição normal. Foram analisados possíveis *outliers* com gráficos de caixa de bigodes e a sua confirmação através do teste de Grubbs levou à remoção de dois *outliers* o que levou a uma distribuição aproximadamente normal. A média dos valores obtidos foi de 1,056 g/mL, sendo o valor mínimo obtido de 0,96 g/mL e o valor máximo obtido foi de 1,14 g/mL (Figura 16).

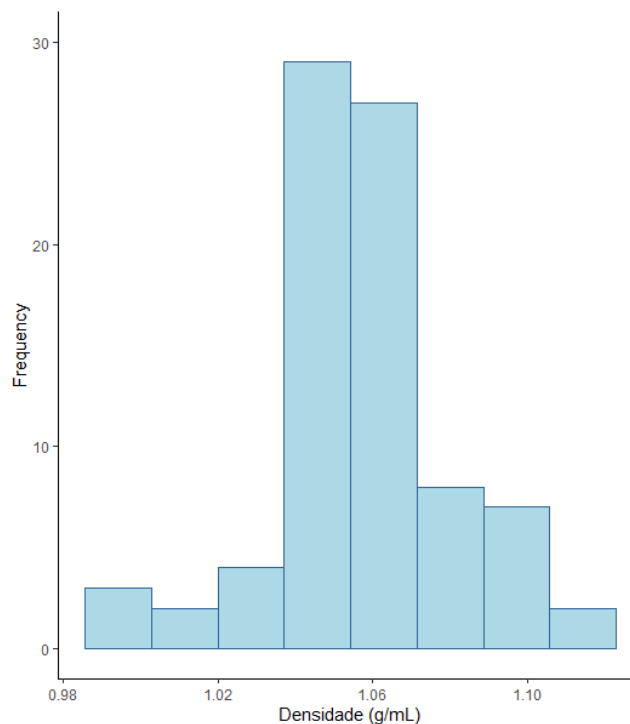


Figura 16: Distribuição dos resultados obtidos para a variável Densidade

Foi realizado um **modelo de efeitos mistos (análise unifatorial)** para a variável densidade, onde  $H_0$  = a densidade não varia de acordo com o fator analisado, resultando na Tabela 8. Através da mesma é possível observar que apenas três dos fatores estudados demonstram uma influência estatisticamente significativa na densidade do colostro sendo eles o número de lactações, a duração do período seco e o volume de colostro ordenhado.

Vacas na segunda lactação apresentaram um aumento de 0,01 g/mL de densidade em comparação com vacas da primeira lactação, no entanto, vacas com três ou mais lactações não apresentaram nenhum aumento significativo. O aumento de dez dias de período seco corresponde a um aumento de 0,01 g/mL. Inversamente, o aumento do volume de colostro ordenhado corresponde a uma diminuição da

densidade, onde vacas com um volume ordenhado médio (entre 5 e 10 L) apresentam uma diminuição de 0,02 g/mL comparativamente com vacas com um volume ordenhado baixo ( $\leq 4$  L).

Tabela 8: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Densidade utilizando uma análise unifatorial

	Variável	Valor Ref *	Coefficiente	Erro padrão	Valor P
<i>Fatores referentes à exploração</i>	Nível produtivo <sup>1</sup> (10 000 – 20 000 L)	10 000 L	-0,020	0,011	0,071
	Nível produtivo <sup>1</sup> (>20 000 L)	10 000 L	-0,007	0,011	0,498
	Dimensão do efetivo (51-100)	< 51	-0,012	0,010	0,220
	Dimensão efetivo (> 150)	< 51	-0,015	0,011	0,167
	Tempo da ordenha pós-parto (minutos)		0,000	0,000	0,468
	Vacas por operador		0,000	0,000	0,188
<i>Fatores individuais da vaca</i>	Número ordenhas (3)	2	0,005	0,008	0,544
	Paridade - Múltipara	Primípara	0,008	0,004	0,059
	Número de lactações (2)	1	0,013	0,005	<b>0,014</b>
	Número de lactações (> 2)	1	0,004	0,005	0,426
	Secagem seletiva (Sim)	Não	0,007	0,009	0,475
	Período Seco		0,001	0,000	<b>0,006</b>
	Período Seco ( $\geq 60$ dias)	$\leq 60$ dias	-0,008	0,009	0,408
	Pré parto ( $\geq 21$ dias)	$\leq 21$ dias	0,000	0,010	0,989
	Litros de colostro ordenhado (volume médio – 5-10 L)	Volume baixo $\leq 4$	-0,022	0,008	<b>0,007</b>
	Litros de colostro ordenhado (volume elevado - < 10L)	Volume baixo $\leq 4$	-0,005	0,009	0,557
	pH		0,017	0,016	0,274
<i>Fatores sanitários: Vacinação</i>	Clostridiose (Sim)	Não	-0,003	0,012	0,835
	BRD (Sim)	Não	0,014	0,011	0,220
	BVD (Sim)	Não	-0,004	0,010	0,694
	Coronavírus (Sim)	Não	-0,003	0,008	0,740
	Ecoli (Sim)	Não	-0,003	0,008	0,740
	IBR (Sim)	Não	-0,004	0,010	0,690
	Leptospirose (Sim)	Não	-0,006	0,011	0,568
Rotavírus (Sim)	Não	0,000	0,008	0,972	
<i>Fatores ambientais</i>	THI		0,001	0,001	0,359
<i>Fatores nutricionais</i>	Concentrado %, Pré-parto		-0,004	0,009	0,693
	Proteína bruta %, pré-parto		0,011	0,009	0,257
	Energia MCal/Kg.MS, pré-parto		0,003	0,011	0,813
	Proteína bruta %, período seco		0,011	0,009	0,276
	Energia MCal/Kg.MS, período seco		0,011	0,012	0,373

\* Análises de comparação de medias com base no valor de referência

<sup>1</sup>: Nível produtivo por dia

Secagem seletiva: Utilização de antimicrobianos apenas quando as vacas apresentam um risco elevado de contrair infecções intra-mamárias



Para determinar o conjunto de variáveis que melhor explicam o efeito que as práticas de gestão e manejo exercidas pela exploração têm sobre a densidade do colostro obtido foi realizado um **modelo de efeitos mistos** utilizando uma **análise multifatorial** (Tabela 9). A duração do período seco, o volume de colostro ordenhado e o nível produtivo da exploração são as variáveis que melhor explicam este efeito, com um R<sup>2</sup> condicional relativamente elevado.

Tabela 9: Modelo de efeitos mistos realizado para a variável Densidade utilizando uma análise multifatorial

Variável	Coefficiente	Erro padrão	Valor P
(Intercept)	1,054	0,016	< 0,001 ***
Duração do período seco	0,001	0,000	0,006 **
Litros de colostro ordenhado <sup>1</sup> (volume médio – 5 – 10L)	-0,020	0,011	0,071
Litros de colostro ordenhado <sup>1</sup> (volume elevado - >10 L)	-0,016	0,011	0,147
Nível produtivo <sup>2</sup> (10 000 – 20 000 L)	-0,034	0,015	0,047 *
Nível produtivo <sup>2</sup> (>20 000 L)	-0,011	0,015	0,481

<sup>2</sup>: Nível produtivo por dia

<sup>1</sup> Em comparação com volume baixo ≤ 4 L de colostro;

AIC: -144,09

R<sup>2</sup> condicional= 0,72

Para estudar o efeito que cada fator exerce na possibilidade de se obter um colostro com uma densidade igual ou superior a 1,05 g/mL, ou seja, de boa qualidade foi realizado um **modelo de regressão logística** utilizando *odds ratio* (OR) (Tabela 10). Observa-se que, vacas na sua segunda lactação têm uma tendência em obter uma possibilidade superior de produzir um colostro de qualidade, comparativamente a vacas na primeira lactação em 172 % (OR = 2,72, IC 0,87 – 8,55, P = 0,09), o mesmo não se verifica para vacas na terceira ou mais lactações) (P = 0,75) e vacas submetidas a períodos secos de duração igual ou superior a 60 dias têm uma tendência em obter possibilidades menores de produzir colostro de boa qualidade comparativamente a vacas sujeitas a períodos secos inferiores a 60 dias em 58% (OR = 0,42, IC 0,17 – 1,06, P = 0,07).

Explorações com níveis produtivos médios (entre 10 000 e 20 000 L) têm possibilidades inferiores em obter colostros de qualidade comparativamente a explorações com níveis produtivos inferiores (<10 000 L) em 79% (OR = 0,21, IC 0,06 – 0,69, P = 0,01), o mesmo não acontece para explorações com níveis produtivos superiores (>20 000 L) (P=0,79). Explorações com efetivos de maior dimensão (> 150) apresentam também menor possibilidade de obter um colostro de qualidade comparativamente a explorações com o efetivo mais reduzido (<51) em 73 % (OR = 0,27, IC 0,09 – 0,86, P = 0,03), o mesmo não se verifica para explorações com uma dimensão média do efetivo (51-150) (P=0,69). Por fim o aumento do número de vacas por operador conduz a uma diminuição da possibilidade em 1% de obter um colostro de qualidade (OR = 0,99, IC 0,97 – 1,00, P = 0,06).

Tabela 10: Modelo de regressão logística realizado para a variável Densidade através de uma análise unifatorial

	Variável	Valor Ref *	Coefficiente (intercept)	Coefficiente (β)	ORs	IC a 95 %	Valor P
<i>Fatores referentes à exploração</i>	Nível produtivo <sup>1</sup> (10 000 – 20 000 L)	< 10 000 L	1,281	-1,553	0,21	0,06 – 0,69	<b>0,010</b>
	Nível produtivo <sup>1</sup> (>20 000 L)	< 10 000 L	1,281	-0,182	0,83	0,22 – 3,23	0,792
	Dimensão do efetivo (51-100)	< 51	0,965	-0,223	0,80	0,26 – 2,43	0,693
	Dimensão efetivo (>150)	< 51	0,965	-1,302	0,27	0,09 – 0,86	<b>0,027</b>
	Tempo da ordenha pós-parto (minutos)		0,679	-0,001	1,00	1,00 – 1,00	0,200
	Número de vacas por operador		1,520	-0,014	0,99	0,97 – 1,00	0,060
	Número ordenhas (3)	2	0,223	0,470	1,60	0,66 – 3,90	0,301
<i>Fatores individuais da vaca</i>	Paridade - Multípara	Primípara	0,251	0,385	1,47	0,60 – 3,62	0,403
	Número de lactações (2)	1	0,251	1,001	2,72	0,87 – 8,55	0,087
	Número de lactações (>2)	1	0,251	-0,171	0,84	0,29 – 2,41	0,749
	Secagem seletiva (Sim)	Não	0,425	0,125	1,13	0,47 – 2,74	0,781
	Período Seco (≥60 dias)	≤ 60 dias	0,993	-0,865	0,42	0,17 – 1,06	0,067
	Duração do período seco		-0,690	0,022	1,02	0,98 – 1,06	0,281
	Pré parto (≥21 dias)	≤ 21 dias	0,531	-0,125	0,88	0,35 – 2,20	0,789
	pH	-	-4,674	0,828	2,29	0,19 – 27,47	0,514
	Litros de colostro ordenhado (volume médio – 5-10 L)	Volume baixo ≤ 4	0,550	0,038	1,04	0,29 – 3,68	0,953
	Litros de colostro ordenhado (volume elevado - >10L)	Volume baixo ≤ 4	0,550	0,143	1,15	0,19 – 7,07	0,877
<i>Fatores sanitários: Vacinação</i>	Clostridiose (Sim)	Não	0,560	-0,337	0,71	0,25 – 2,05	0,532
	BRD (Sim)	Não	0,305	0,947	2,58	0,77 – 8,68	0,126
	BVD (Sim)	Não	0,423	0,148	1,16	0,47 – 2,83	0,746
	Coronavírus (Sim)	Não	0,726	-0,515	0,60	0,25 – 1,45	0,256
	Ecoli (Sim)	Não	0,726	-0,515	0,60	0,25 – 1,45	0,256
	IBR (Sim)	Não	0,386	0,202	1,22	0,51 – 2,96	0,653
	Leptospirose (Sim)	Não	0,406	0,288	1,33	0,49 – 3,60	0,570
Rotavírus (Sim)	Não	0,470	0,041	1,04	0,42 – 2,58	0,930	
<i>Fatores ambientais</i>	THI		-2,466	0,047	1,05	0,98 – 1,12	0,152
<i>Fatores nutricionais</i>	Concentrado %, Pré-parto		0,693	-0,147	0,86	0,33 – 2,24	0,763
	Proteína bruta %, pré-parto		0,134	0,783	2,19	0,82 – 5,84	0,118
	Energia MCal/Kg.MS, pré-parto		0,375	0,878	2,41	0,70 – 8,29	0,164
	Concentrado %, Período seco		0,486	0,336	1,40	0,54 – 3,59	0,486
	Proteína bruta período seco		0,511	0,182	1,20	0,43 – 3,36	0,729
	Energia MCal/Kg.MS, período seco		0,000	0,693	2,00	0,57 – 7,00	0,278

\*Análises de comparação de médias com base no valor de referência

1: Nível produtivo por dia

Secagem seletiva: Utilização de antibiótico apenas quando as vacas apresentam um risco elevado de contrair infecções intra-mamárias.

#### 4.4. Relação entre o Brix e a densidade do colostro

Como é possível observar na Figura 17, as variáveis Brix e densidade correlacionam-se significativamente entre si ( $R^2 = 0,52$ ,  $P < 0,001$ ). No entanto, estas concordam em cerca de 52% da variação dos resultados, existindo assim uma grande parte da variação que não é explicada por cada uma das variáveis.

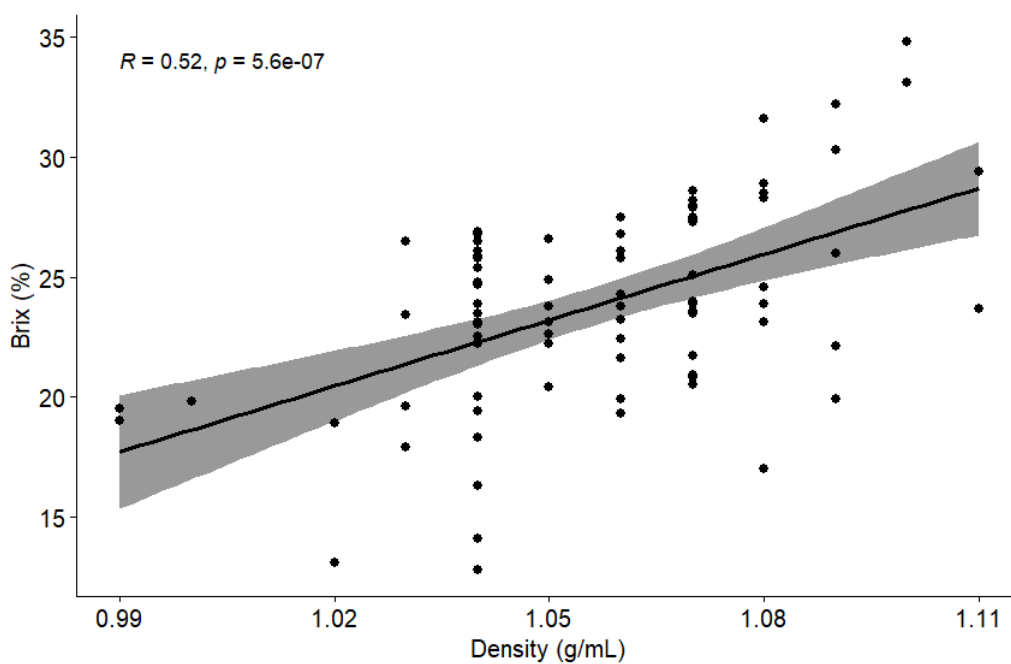


Figura 17: Interação entre as variáveis dependentes Brix e Densidade do colostro

## 4.5. Gestão do colostro

Vários estudos como os de Robinson (2017) e Adam et al. (2017) comprovaram a importância de conhecer e compreender o contexto em que os produtores operam e os vários fatores que influenciam intrínseca e extrinsecamente o manejo dos animais. Através das respostas ao questionário e das conversações tidas com os produtores, tornou-se notório que a forma como a gestão do colostro foi realizada nas explorações variou de acordo com as opiniões pessoais e conhecimentos que os responsáveis tinham sobre o colostro e as práticas de gestão atualmente recomendadas.

### 4.5.1. Desenvolvimento do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

Com base na política dos 5 Q's desenvolveu-se um índice que permitisse avaliar a gestão do colostro que cada exploração pratica. Para que a sua interpretação fosse fácil e clara, foram consideradas todas as questões que a gestão do colostro engloba e foi atribuída, para cada uma delas uma pontuação, que poderia variar entre 0 e 4. A categorização e atribuição de pontos para as diferentes questões foi fundamentada pela literatura existente.

O índice encontra-se dividido em cinco pilares: horário de administração do colostro (7 pontos) (Figura 19), quantidade fornecida (14 pontos) (Figura 18), qualidade do colostro (8 pontos) (Figura 20), higiene e segurança (9 pontos) (Figura 21) e avaliação da TIP (4 pontos) (Figura 22). A gestão do colostro de cada exploração foi avaliada de forma linear, através do somatório da pontuação de todos os pilares, resultando numa pontuação final que poderia variar entre 5 e 42 pontos (Figura 23).

A pontuação máxima de 42 pontos corresponde ao que se considera ser uma gestão ideal do colostro.

## Quando é administrado o colostro

1. Em média, quantas horas passam entre o nascimento e a 1ª toma?

< 2h	2-3h	4-5 h	≥6 h	Vitelo deixado com a mãe ou na próxima ordenha	Referência
4	3	2	1	1	(Rodrigues, 1991; Fischer et al., 2018; Lora et al., 2018; Puppel et al., 2019; Renaud et al., 2020; Hue et al., 2021).

2. Quando após a primeira toma de colostro fornecem a segunda?

6h – 12h	> 12h e < 24h	>24h	Não fornecem 2 dose	Referência
3	2	1	0	(Abuelo et al., 2021; Ahmann et al., 2021; Robbers et al., 2021; Borchardt et al., 2022)

Figura 18: Horário de administração: Primeiro pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

## Quantidade de colostro

1. Qual o volume da primeira toma de colostro?

[3-4] L	[2,5-3] L	< 2,5L	Indeterminado (mama na mãe)	Referência
3	2	1	1	(Godden et al., 2019; Hechenberger et al., 2023)

2. Qual o volume total de colostro administrado nas primeiras 24h de vida?

6 L	4 L	< 4 ou > 6 L	Referência
3	2	1	(Renaud et al., 2020) Puppel et al., (2019)

3. Fornecem leite de transição (ou equivalente)?

Sim, durante 3-5 dias	Menos 3 dias	Apenas 2ª toma	Não	Referencia
4	3	2	0	(Westhoff et al., 2023; Silva et al., 2024)

4. Qual o método de administração utilizado?

Biberão ou equivalente	Sonda esofágica	Mamar diretamente da mãe	Referência
2	2	1	(Quigley & Drewry, 1998; Urdy et al., 2008; Hurley & Theil, 2011; Lorenz et al., 2011; Desjardins-Morrisette et al., 2018; Godden et al., 2019)

5. Pesam o vitelo à nascença?

Sim e contabilizamos na toma do colostro	Sim	Não	Referencia
2	1	0	(Godden et al., 2009; Conneely et al., 2014; Ahmann et al., 2021).

Figura 19: Quantidade de colostro: Segundo pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

### Qualidade do colostro

1. Quantas horas decorrem entre o parto e a 1ª ordenha?

< 3	3 – 9	> 9	Referência
3	2	1	Conneely et al., (2013) Godden et al., (2019) Ahmann et al., (2021)

2. Monitorizam a qualidade do colostro?

Sim	Não	Referência
2	0	(Elsohaby et al., 2017; Ahmann et al., 2021, Uyama et al., 2022).

3. Qual o método utilizado para avaliar a qualidade do colostro?

Brix	Densidade (colostrometro)	Características Visuais	Nenhum	Referência
3	2	1	0	(Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019; Borchardt et al., 2022)

Figura 20: Qualidade do colostro: Terceiro pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

### Higiene e Segurança

1. O material utilizado para fornecer colostro aos vitelos, após cada toma, é:

Lavado c/ água quente, detergente e desinfetante	Lavado c/ água quente, detergente ou desinfetante	Nenhuma das anteriores	Referencia
3	2	0	(ASAE, 2024)

2. Efetuam tratamento térmico ao colostro?

Sim	Não	Referência
2	0	(Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019; Ahmann et al., 2021)

3. Se respondeu “sim” na questão anterior: Como?

Máquina pasteurizadora	Deixado a 60° por 60 min	Outro. Qual?	Referencia
3	2	1	(McGuirk & Collins, 2004) Ahmann et al., 2021; (S. M. Godden et al., 2019) (Stabel, 2008)(Godden et al., 2003)

4. Se respondeu “não” na questão anterior: Fazem controlo de doenças transmissíveis através do colostro (ex. Para tuberculose)? Seja através de testes ou de vacinação

Sim	Não	Referência
1	0	(Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019;

5. Têm banco de colostro?

Sim	Não	Referencia
1	0	(Godden et al., 2019; Ahmann et al., 2021)

Figura 21 : Higiene e Segurança: Quarto pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

Avaliação da TIP		
1. Avaliam a TIP?		
Sim	Não	Referência
2	0	(Doepel & Bartier, 2014)
2. Quando avaliam a TIP?		
24-48h vida	24 – 72h	Referência
2	1	(Doepel & Bartier, 2014)

Figura 22 : Quinto pilar do Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

#### 4.5.2. Aplicação do Índice de Avaliação da Gestão do Colostro nas explorações

As pontuações obtidas através da aplicação do índice de gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, variaram entre 18 e 36 pontos, com uma mediana igual a 25 pontos (Figura 23).

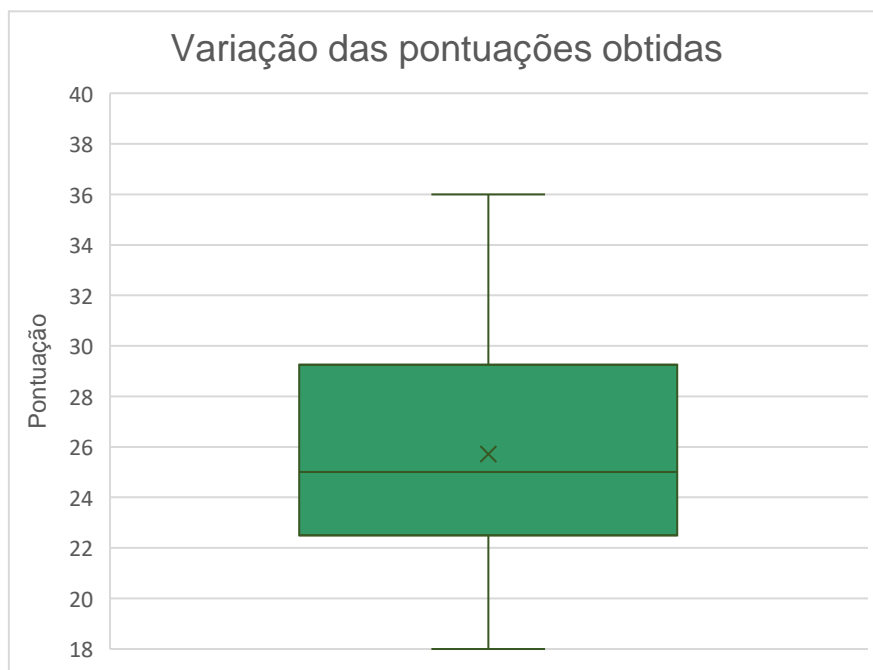


Figura 23: Variação da pontuação obtida no índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, de todas as explorações estudadas



Os critérios de maior falha na gestão do colostro entre as explorações compreendem primeiramente a testagem da TIP, sendo que treze das catorze explorações estudadas não o fazem (93%). Seguidamente é possível observar que a pesagem dos vitelos à nascença é realizada por apenas duas das catorze explorações (14%). Apenas sete explorações efetuam qualquer tipo de tratamento térmico no colostro (50%) e apesar de conhecida a importância de controlar e medir a qualidade do colostro, ainda cinco das explorações em estudo não o fazem (36%), sendo que das nove que a realizam, uma delas (7%), utiliza apenas a visualização a olho nu das características físicas do colostro. Cinco das explorações fornecem colostro aos vitelos apenas uma vez (36%), mas nove fornecem leite de transição (64%).

Relativamente ao momento de administração e ao volume de colostro administrado aos vitelos, quatro explorações (29%) fornecem o colostro em menos de duas horas após o nascimento do vitelo e sete entre duas e três horas após o nascimento (50%), doze das explorações (86%) fornecem entre 3 e 4 L de colostro e detêm um banco de colostro.

Foi utilizado um método de administração artificial (sonda esofágica ou biberão) em treze das explorações (93%) e a higienização do material utilizado para a mesma foi realizada através de lavagem com água quente, detergente e desinfetante em sete explorações (50%) e através de lavagem com água quente e detergente ou desinfetante nas restantes sete (50%). O horário de realização da ordenha após o parto foi inferior a 3h em dez das explorações (71%).

Na Figura 24 é possível observar detalhadamente a pontuação obtida por cada exploração, tendo em conta os diferentes pilares do índice.

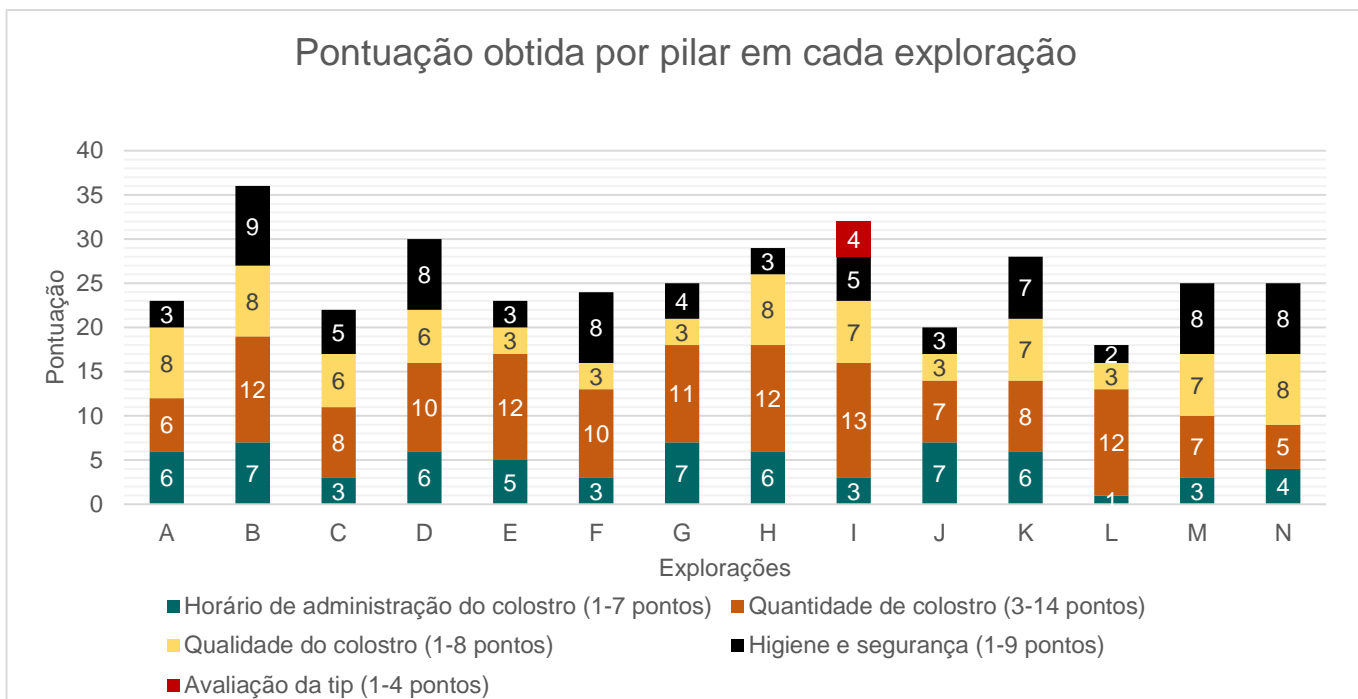


Figura 24: Pontuação obtida no Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, por cada um dos cinco pilares nele presentes, de cada uma das 14 explorações estudadas (A-N)

Por fim, de forma a sistematizar as pontuações obtidas, efetuou-se uma divisão por classes (Figura 25), divididas em intervalos de 8 pontos: **Pontuação 1** – 5 a 15, **Pontuação 2** - 16 a 24, **Pontuação 3** – 25 a 33 e **Pontuação 4** – 34 a 42 pontos.

Nenhuma das explorações foi classificada com Pontuação 1 (0%), seis das explorações foram classificadas com Pontuação 2 (43%), sete com Pontuação 3 (50%) e uma com Pontuação 4 (7%).

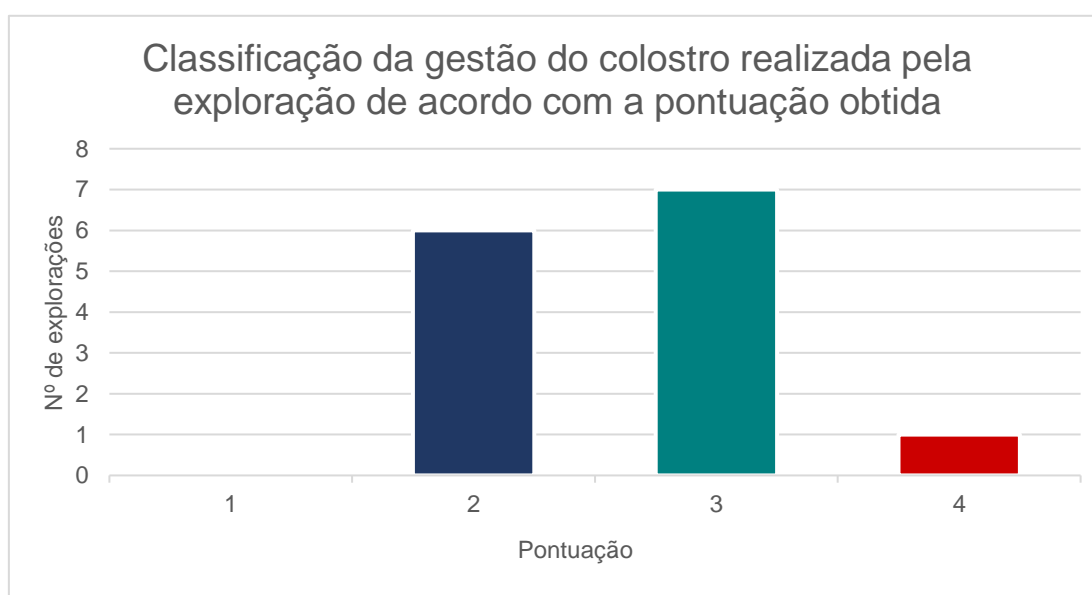


Figura 25: Avaliação obtida, através do índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros, por categoria, de todas as explorações estudadas

## 5. Discussão

### 5.1. Qualidade do colostro

Com o objetivo de estudar os fatores associados à qualidade do colostro, as amostras do mesmo foram analisadas quanto à densidade e quanto ao Brix. Ao comparar estes dois métodos de avaliação, observou-se uma correlação significativa entre eles, embora a concordância tenha sido moderada, explicando cerca de 52% da variação. Isso sugere que, embora ambos os métodos possam ser eficazes para avaliar a qualidade do colostro, existem fatores que influenciam cada parâmetro de forma independente, justificando a utilização de ambos os métodos a fim de obter uma análise mais completa.

**Tanto o Brix como a densidade** obtiveram como fatores de maior influência o volume de colostro ordenhado, o número de lactações da vaca, a duração do período seco, e o número de vacas por operador.

Observou-se que volumes elevados de colostro ordenhado correspondem a colostros de qualidade inferior (Denholm et al., 2018; Zentrich et al., 2019; Godden et al., 2019 e Ahmann et al., 2021). O mesmo deve-se aos efeitos osmóticos da lactose que juntamente com o aumento da percentagem de água levam à diluição do mesmo, diminuindo assim a sua densidade, a sua concentração em imunoglobulinas e conseqüentemente o seu valor Brix. Quanto ao número de lactações, embora seja frequente a observação de qualidade do colostro superior em vacas com um maior número de lactações (Gulliksen et al., 2008; Weiller et al., 2019; Zentrich et al., 2019), os resultados deste estudo indicaram que vacas na segunda lactação apresentaram efetivamente diferenças significativas em relação às primíparas, obtendo um colostro de qualidade superior, mas não se observou essa tendência em vacas com três ou mais lactações. O mesmo pode dever-se a uma influência de outros fatores, como a variação do tempo entre o parto e a primeira ordenha e/ou o volume total de colostro ordenhado na qualidade do colostro obtido por vacas múltiparas. Além disso, vacas mais velhas apresentam um tempo de exposição superior aos agentes patogênicos presentes no ambiente da exploração comparativamente com os animais mais novos, levando conseqüentemente a um aumento da qualidade do colostro (Weiller et al., 2019). Em todo o caso, não se deve assumir que colostros provenientes de vacas na sua primeira lactação são sempre de qualidade inferior, uma vez que o colostro de vacas na sua segunda lactação pode ter um valor Brix inferior (Silva et al., 2022). Assim, deve-se sempre proceder à avaliação da qualidade do colostro independentemente do número de lactações e da idade do animal.

Os resultados obtidos para a duração do período seco foram coerentes com os relatados por Mayasari et al. (2015), que afirmam que a duração do período seco influencia a secreção de imunoglobulinas, e que quanto maior for a mesma melhor será a qualidade do colostro produzido. Dentro da distribuição dos nossos dados, períodos secos muito reduzidos de por exemplo, 35 dias, influenciaram negativamente a qualidade do colostro, uma vez que houve uma conseqüente diminuição do tempo necessário para a regeneração da glândula mamária, para a acumulação de imunoglobulinas e para que o organismo do animal se prepare metabolicamente para o parto (Terto et al., 2012; Dunn et al., 2018)

No que diz respeito à proteína bruta, os resultados obtidos confirmaram a relação positiva com a qualidade do colostro relatada por Van Saun & Sniffen, (2014). Uma vez que com o aproximar do parto, as vacas apresentam necessidades proteicas superiores para dar resposta à síntese de colostro, influenciando assim, a sua qualidade. Por fim, foi possível verificar que, tendo em conta a distribuição dos dados do presente estudo, 17% das explorações estudadas apresentaram um número de vacas por operador possivelmente elevado, o que poderá colocar em causa a eficiência laboral e conseqüente bem-estar dos animais uma vez que se torna mais difícil dedicar todo o tempo necessário aos recém-nascidos (Raboisson et al., 2018). Estes resultados não carecem, no entanto, de mais estudos com o objetivo de perceber o efeito do número de vacas por operador na eficiência laboral e conseqüente bem-estar animal.

Os fatores que influenciaram **individualmente o Brix** foram a vacinação contra a clostridiose, o horário de ordenha pós-parto, o valor energético e proteico do arraçoamento fornecido durante o pré-parto e a realização de secagem seletiva.

Apesar da vacinação estimular a produção de anticorpos e a conseqüente disponibilidade dos mesmos para a TIP, não foi possível verificar eficazmente a influência da mesma no colostro, uma vez que não foram realizadas análises específicas da sua composição. Futuramente seria interessante realizá-las e aferir a existência ou não de relação entre a vacinação e a qualidade do colostro. No entanto, a obtenção do resultado para a vacinação contra a clostridiose é muito interessante, evidenciando o facto da vacinação poder afetar a qualidade do colostro. A diminuição da qualidade do colostro à medida que o intervalo entre o parto e a ordenha aumenta foi também observada nos estudos de Conneely et al. (2013) e de Morin et al. (2010). Isto acontece devido à concentração de IgG presente no colostro diminuir progressivamente com o aumento do intervalo de tempo decorrido entre o parto e a realização da primeira ordenha, uma vez que a quantidade de lactose e conseqüentemente água aumentam.

A influência que o valor energético e proteico fornecido na alimentação das vacas durante o pré-parto tem sobre a qualidade do colostro tem vindo a ser estudada (Puppel et al., 2019; Ahmann et al., 2021; Borchardt et al., 2022), e justificada pelo facto das necessidades energéticas e proteicas serem superiores durante esta fase, comparativamente ao período seco. A energia e a proteína são especialmente importantes para a colostrogénese que se inicia durante o pré-parto, por volta das últimas 3 semanas de gestação (Zentrich et al., 2019). Desta forma, e uma vez que o animal não apresenta necessidades tão elevadas deste componentes no período seco, é justificável o facto de não ter sido observada qualquer associação entre o valor energético fornecido na alimentação das vacas durante o período seco e a qualidade do colostro

O uso seletivo de antibióticos evita alterações desnecessárias para o sistema imunológico das vacas saudáveis, é possível que vacas secas de forma seletiva, particularmente vacas que não apresentam qualquer infeção ou CCS elevada, produzam colostro de melhor qualidade.

Os fatores que influenciaram **individualmente a densidade** foram o nível produtivo da exploração e a dimensão do efetivo da mesma.

Vacas com um maior nível produtivo de leite tendem a produzir também um volume de colostro superior (Murphy et al., 2005), justificando assim, o facto de no presente estudo ter sido verificada uma associação negativa entre o nível produtivo da exploração e a qualidade do colostro.

A obtenção de colostro de melhor qualidade em explorações com efetivos mais reduzidos poderia estar associada a níveis produtivos superiores ou à ideologia de que explorações mais pequenas conseguem proporcionar mais condições de bem-estar aos seus animais, no entanto no presente estudo foi possível observar que nem sempre explorações de dimensão inferior eram aquelas com níveis produtivos inferiores. Além disso, Lindena & Hess (2022) verificaram uma tendência para existir um nível de bem-estar superior em explorações de maior dimensão comparativamente a explorações mais pequenas. Assim, seria interessante no futuro aumentar o número de explorações amostradas a fim de perceber melhor a raiz desta interação.

A escolha dos fatores em estudo baseou-se na bibliografia atual, e assim, a interação entre a maioria deles e a qualidade do colostro foi confirmada neste estudo. No entanto, existiram fatores que não mostraram, no presente estudo, qualquer associação estatisticamente significativa com o valor Brix e/ou com a densidade do colostro, tais como a vacinação contra a BVD, a percentagem de concentrado fornecida tanto durante o período seco como durante o pré-parto e o pH.

Apesar das variáveis Brix e densidade não terem sido influenciadas pelos mesmos fatores, a medição da qualidade do colostro através de um refratômetro de Brix é mais aconselhada. Um colostrômetro baseia-se num método físico distinto daquele utilizado pelo refratômetro de Brix. A densidade varia consoante a concentração de sais e gordura presentes no colostro, por outro lado, o refratômetro de Brix é menos sensível a estas concentrações e varia essencialmente em função da proteína presente no colostro. Desta forma, a percentagem de Brix mostra-se mais eficaz para estimar a concentração de IgG presente no colostro comparativamente ao colostrômetro (Elsohaby et al., 2017; Puppel et al., 2019; Zentrich et al., 2019).

## 5.2. Índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros

O objetivo por detrás da criação do índice de avaliação da gestão do colostro para explorações de bovinos leiteiros consistiu na necessidade de resposta a uma problemática crítica atual do setor de produção de bovinos leiteiros. Apesar de já existirem vários estudos que investigam o sucesso da TIP e os fatores que contribuem para o mesmo, é notória uma lacuna significativa na bibliografia atual no que diz respeito à sistematização de práticas eficazes de gestão do colostro integrando nela uma compreensão do contexto em que os produtores operam.

Com a testagem deste índice em contexto de exploração, foram visíveis falhas consistentes nas explorações avaliadas, especialmente em aspetos como a testagem da TIP, a contabilização do peso dos vitelos no volume do colostro administrado e a realização de tratamentos térmicos ao colostro. Além disso, ainda um número significativo das explorações estudadas não realiza uma monitorização da qualidade do colostro ou realizam-na de forma inadequada, através apenas da observação da sua aparência (43%), mostrando um *déficit* no acompanhamento evolutivo e investimento na melhoria das práticas de gestão do mesmo, comparativamente a outros países, como o Reino Unido, onde se verificou que apenas 26% das explorações (n= 248) não testavam a qualidade do colostro através de um refratômetro de Brix (Denholm et al., 2023). Pode o mesmo dever-se a uma possível falta *networking* entre produtores e consequente falta de transmissão de conhecimento, tanto entre produtores como entre produtores e entidades de investigação.

Foi possível observar que existem ainda explorações que não realizam o fornecimento de uma segunda dose de colostro (36%), no entanto a maioria já o faz, indo de acordo com o relatado por Denholm et al. (2023). É possível que exista uma

falta de conhecimento sobre as vantagens de uma alimentação prolongada de colostro, justificando algumas explorações ainda não o implementarem. Contrariamente, os benefícios do fornecimento de leite de transição aos vitelos são conhecidos por grande parte dos produtores e o mesmo foi realizado na maioria das explorações em estudo.

Foram obtidos resultados muito positivos para a presença de um banco de colostro na exploração, para a higienização do material utilizado para fornecer o colostro, para o horário da realização da ordenha após o parto, para o momento de administração do colostro e para o volume de colostro administrado, onde a maioria das explorações demonstrou uma preocupação acrescida em cumprir com aquilo que é aconselhado atualmente. Resultados semelhantes foram obtidos por Denholm et al. (2023) e por Hechenberger et al. (2023), mostrando uma evolução na gestão do colostro praticada ao longo dos anos, uma vez que em estudos anteriores como o de Kehoe et al. (2007) eram referidas práticas inadequadas de gestão do colostro relativamente a estes parâmetros.

A grande maioria das explorações utilizam métodos artificiais para a administração do colostro. No entanto, o recomendado pelo painel da AHAW (Animal Health and Animal Welfare) (EFSA, 2024) é que os vitelos permaneçam com as suas mães durante um mínimo de aproximadamente 24 horas e que posteriormente sejam alojados em grupo. Esta prática traz algumas discordâncias por vários estudos afirmarem que, o stress provocado pela separação da mãe e do vitelo logo após o nascimento não é significativo o suficiente para colmatar todos os benefícios da mesma, aconselhando a realização da separação de forma mais imediata (Lorenz et al., 2011; Desjardins-Morrisette et al., 2018; Godden et al., 2019).

Embora tenham sido notórias algumas falhas nas práticas de gestão do colostro implementadas pelas explorações em estudo, nenhuma delas foi classificada com pontuação 1 (5 a 15 pontos), mostrando que várias das práticas aconselhadas e essenciais para o bem-estar dos recém nascidos estão a ser aplicadas. No entanto, o facto de apenas uma exploração ter sido classificada com pontuação 4 (34 a 41 pontos) e 43% das explorações terem sido classificadas com pontuação 2 (16 a 24 pontos) mostra que a gestão do colostro está ainda aquém do ideal .

Estes resultados sugerem que a transmissão de conhecimentos atualizados e a sensibilização sobre a importância da gestão do colostro são medidas essenciais para a evolução do setor leiteiro e melhoria não só do bem-estar animal como da consequente visão da sociedade sobre o setor. A criação deste índice é, portanto, um primeiro passo importante para aperfeiçoar a avaliação da gestão do colostro uma vez que ao oferecer uma avaliação objetiva e padronizada, o mesmo pode se tornar uma

ferramenta valiosa para a implementação de melhores práticas de gestão do colostro, permitindo aos produtores a identificação de áreas de melhoria e assim, o aumento dos seus padrões de produção e bem-estar animal.

Futuramente objetiva-se aplicar o índice a um número superior de explorações e recolher indicadores baseados no animal, como a avaliação da TIP de cada vitelo com o objetivo de validar o presente índice e criar categorias de avaliação baseadas numa soma ponderada, onde determinadas secções poderão ter pesos diferentes.



## 6. Conclusão

A presente dissertação contou com dois objetivos. Primeiramente, pretendeu-se investigar quais os fatores que influenciam diretamente a qualidade do colostro. Com este estudo conclui-se que, existe uma correlação moderada entre o valor de Brix do colostro e a sua densidade, e conseqüentemente, existem também algumas diferenças notórias entre os dois métodos de avaliação da qualidade do colostro uma vez que os mesmos apresentaram comportamentos distintos no que diz respeito à interação com os fatores estudados. Estes resultados realçam a complexidade da gestão da qualidade do colostro e comprovam a importância deste tipo de análises para aferir quais as estratégias de gestão de uma exploração e de manejo do efetivo que influenciam diretamente a qualidade do colostro obtido, reforçando a importância de um manejo preventivo e da sua implementação como estratégia de melhoria. Atualmente, a utilização de um refratômetro de Brix para avaliar a qualidade do colostro é a metodologia indireta mais aconselhada.

O segundo objetivo consistiu na criação de um índice de avaliação da gestão do colostro. O mesmo permitirá aos produtores a identificação de áreas a melhorar para otimizar a rentabilidade da exploração, a saúde e o bem-estar dos vitelos.

Os resultados obtidos indicam que, apesar de já existir a implementação de boas práticas de gestão do colostro, existem ainda algumas lacunas, especialmente em critérios como a avaliação da TIP, a pesagem dos vitelos à nascença, a monitorização correta da qualidade e a realização de tratamentos térmicos ao colostro.

A implementação de ferramentas como o índice de avaliação da gestão do colostro são fortes aliadas para a melhoria das práticas aplicadas em todo o setor leiteiro, além de promoverem um maior *networking* entre entidades de investigação e produtores, apostando na transmissão de conhecimentos, na formação e na visão mais holística daquilo que é a produção animal, tendo o potencial de elevar os padrões de produção atendendo, conseqüentemente, às crescentes exigências sociais por uma produção mais ética e responsável.

Ao dar a conhecer as estratégias que permitem obter um colostro de boa qualidade e, posteriormente geri-lo de maneira eficaz, resumimos um conjunto abrangente de estratégias eficientes para garantir uma TIP bem sucedida, diminuindo não só os custos financeiros associados a uma FTIP, mas também contribuindo para uma potencialização do bem-estar animal e conseqüente visão social mais justa para com a produção animal e o setor leiteiro em si.

## 7. Referências bibliográficas

- Abdelsattar, M. M., Rashwan, A. K., Younes, H. A., Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Mehanni, A. H. E., Vargas-Bello-Pérez, E., Chen, W., & Zhang, N. (2022). An updated and comprehensive review on the composition and preservation strategies of bovine colostrum and its contributions to animal health. In *Animal Feed Science and Technology*, 291, 1-15. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2022.115379>
- Abuelo, A., Cullens, F., Hanes, A., & Brester, J. L. (2021). Impact of 2 versus 1 colostrum meals on failure of transfer of passive immunity, pre-weaning morbidity and mortality, and performance of dairy calves in a large dairy herd. *Animals*, 11(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ani11030782>
- Abuelo, A., Havrlant, P., Wood, N., & Hernandez-Jover, M. (2019). An investigation of dairy calf management practices, colostrum quality, failure of transfer of passive immunity, and occurrence of enteropathogens among Australian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 8352–8366. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16578>
- Adam, C. J. M., Ducrot, C. P. M., Paul, M. C., & Fortané, N. (2017). Autonomy under contract: the case of traditional free-range poultry farmers. *Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*, 98(1–2), 55–74. <https://doi.org/10.1007/s41130-017-0044-7>
- Ahmann, J., Steinhoff-Wagner, J., & Büscher, W. (2021). Determining immunoglobulin content of bovine colostrum and factors affecting the outcome: A review. *Animals* 11(12), 1-29. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani11123587>
- Albani, K., & Silva, A. (2017). Dieta com restrição de cálcio. *Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia UNIPAR, Umuarama*, 20(2), 93–99. DOI: 10.25110/arqvet.v20i2.2017.5573
- Aldridge, B. M., Mcguirk, S. M., & Lunn, D. P. (1998). *Effect of colostrum ingestion on immunoglobulin-positive cells in calves. Elviser*, 62, 51-64. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9618868/>
- Anderson, N. G., & Ontario, M. (2011). Practical Aspects of Accelerated Feeding of Dairy Calves. *The AABP Proceedings*, 44, 88–100. <https://doi.org/10.21423/aabppro20114002>
- Ariton, A.-M., Neculai-Văleanu, A.-S., Poroşnicu, I., Ungureanu, E., & Trincă, L. C. (2023). Quality Assessment of Bovine Colostrum and Possible Applications in the Dairy Industry. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 56(1), 161–165. <https://www.researchgate.net/publication/371672723>
- ASAE (2024). *Autoridade de Segurança Alimentar e Económica*. <https://www.asae.gov.pt/>
- Barrier, A. C., Haskell, M. J., Birch, S., Bagnall, A., Bell, D. J., Dickinson, J., Macrae, A. I., & Dwyer, C. M. (2013). The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *Veterinary Journal*, 195(1), 86–90.

<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.07.031>

- Barry, J., Bokkers, E. A. M., Berry, D. P., de Boer, I. J. M., McClure, J., & Kennedy, E. (2019). Associations between colostrum management, passive immunity, calf-related hygiene practices, and rates of mortality in preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *102*(11), 10266–10276. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16815>
- Beam, A. L., Lombard, J. E., Koprak, C. A., Garber, L. P., Winter, A. L., Hicks, J. A., & Schlater, J. L. (2009). Prevalence of failure of passive transfer of immunity in newborn heifer calves and associated management practices on US dairy operations. *Journal of Dairy Science*, *92*(8), 3973–3980. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2225>
- Berge, A. C. B., Besser, T. E., Moore, D. A., & Sisco, W. M. (2009). Evaluation of the effects of oral colostrum supplementation during the first fourteen days on the health and performance of preweaned calves. *Journal of Dairy Science*, *92*(1), 286–295. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1433>
- Besser, T. E., Garmedia, A. E., McGuire, T. C., & Gay, C. C. (1985). Effect of Colostral Immunoglobulin G1 and Immunoglobulin M Concentrations on Immunoglobulin Absorption in Calves. *Journal of Dairy Science*, *68*(8), 2033–2037. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)81065-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)81065-1)
- Besser, T., Gay, C., & Pritchett, L. (1991). Comparison of three methods of feeding colostrum to dairy calves. *JAVMA*, *198*(3), 419-422. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1901305/>
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N. R., Skidmore, A. L., Godden, S., & Leslie, K. E. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, *93*(8), 3713–3721. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2943>
- Blum, J. W. (2006). Nutritional physiology of neonatal calves. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *90*(1–2), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00614>
- Borad, S. G., & Singh, A. K. (2018). Colostrum immunoglobulins: Processing, preservation and application aspects. *International Dairy Journal*, *85*, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.05.016>
- Borchardt, S., Sutter, F., Heuwieser, W., & Venjakob, P. (2022). Management-related factors in dry cows and their associations with colostrum quantity and quality on a large commercial dairy farm. *Journal of Dairy Science*, *105*(2), 1589–1602. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20671>
- Bourély, C., Fortané, N., Calavas, D., Leblond, A., & Gay, É. (2018). Why do veterinarians ask for antimicrobial susceptibility testing? A qualitative study exploring determinants and evaluating the impact of antibiotic reduction policy. *Preventive Veterinary Medicine*, *159*, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2018.09.009>

- Brennan, M. L., Wright, N., Wapenaar, W., Jarratt, S., Hobson-West, P., Richens, I. F., Kaler, J., Buchanan, H., Huxley, J. N., & O'Connor, H. M. (2016). Exploring attitudes and beliefs towards implementing cattle disease prevention and control measures: A qualitative study with dairy farmers in great britain. *Animals*, 6(61), 1-15. <https://doi.org/10.3390/ani6100061>
- Buczinski, S., Gicquel, E., Fecteau, G., Takwoingi, Y., Chigerwe, M., & Vandeweerd, J. M. (2018). Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Accuracy of Serum Refractometry and Brix Refractometry for the Diagnosis of Inadequate Transfer of Passive Immunity in Calves. *Journal of veterinary internal medicine*, 32(1), 474–483. <https://doi.org/10.1111/jvim.14893>
- Chase, C. C. L., Hurley, D. J., & Reber, A. J. (2008). Neonatal Immune Development in the Calf and Its Impact on Vaccine Response. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 24(1), 87–104. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2007.11.001>
- Climate Data. (2024). *Climate Data*. Climate Data. <https://en.climate-data.org/>
- Collier, R. J., Hall, L. W., Rungruang, S., & Burgos Zimbelman, R. (2012). Quantifying Heat Stress and Its Impact on Metabolism and Performance Tropically-adapted beef breed types for sub-tropical environments. *Department of Animal Sciences, University of Arizona*, 74-83. <https://www.researchgate.net/publication/267844201>
- Conneely, M., Berry, D. P., Murphy, J. P., Lorenz, I., Doherty, M. L., & Kennedy, E. (2014). Effect of feeding colostrum at different volumes and subsequent number of transition milk feeds on the serum immunoglobulin G concentration and health status of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 97(11), 6991–7000. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7494>
- Conneely, M., Berry, D. P., Sayers, R., Murphy, J. P., Lorenz, I., Doherty, M. L., & Kennedy, E. (2013). Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows. *Animal*, 7(11), 1824–1832. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001444>
- Cortese, V. S. (2009). Neonatal Immunology. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* 25(1), 221–227. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2008.10.003>
- Costa, A., Sneddon, N. W., Goi, A., Visentin, G., Mammi, L. M. E., Savarino, E. V., Zingone, F., Formigoni, A., Penasa, M., & De Marchi, M. (2023). Invited review: Bovine colostrum, a promising ingredient for humans and animals - Properties, processing technologies, and uses. *Journal of Dairy Science*, 106(8), 5197–5217. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-23013>
- Costa, J. F. D. R., Novo, S. M. F., Baccili, C. C., Sobreira, N. M., Hurley, D. J., & Gomes, V. (2017). Innate immune response in neonate Holstein heifer calves fed fresh or frozen colostrum. *Research in Veterinary Science*, 115, 54–60.

<https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.01.008>

- Deming, J., Kinsella, J., O'Brien, B., & Shalloo, L. (2019). An examination of the effects of labor efficiency on the profitability of grass-based, seasonal-calving dairy farms. *Journal of Dairy Science*, *102*(9), 8431–8440. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15299>
- Denholm, K., Baxter-Smith, K., Simpson, R., & Williams, P. (2023). A survey of colostrum management practices on UK dairy farms. *Livestock*, *28*(4), 150–159. <https://doi.org/10.12968/live.2023.28.4.150>
- Denholm, K., McDougall, S., Chambers, G., & Clough, W. (2018). Factors associated with colostrum quality in individual cows from dairy herds in the Waikato region of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal*, *66*(3), 115–120. <https://doi.org/10.1080/00480169.2017.1418684>
- Desjardins-Morrisette, M., van Niekerk, J. K., Haines, D., Sugino, T., Oba, M., & Steele, M. A. (2018). The effect of tube versus bottle feeding colostrum on immunoglobulin G absorption, abomasal emptying, and plasma hormone concentrations in newborn calves. *Journal of Dairy Science*, *101*(5), 4168–4179. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13904>
- Doepel, L., & Bartier, A. (2014). Colostrum Management and Factors Related to Poor Calf Immunity. *WCDS Advances in Dairy Technology*, *26*, 137–149. [https://wcds.ualberta.ca/wcds/wpcontent/uploads/sites/57/wcds\\_archive/Archive/2014/Manuscripts/p%20137%20-%20152%20Doepel.pdf](https://wcds.ualberta.ca/wcds/wpcontent/uploads/sites/57/wcds_archive/Archive/2014/Manuscripts/p%20137%20-%20152%20Doepel.pdf)
- Dunn, A., Ashfield, A., Earley, B., Welsh, M., Gordon, A., McGee, M., & Morrison, S. J. (2017). Effect of concentrate supplementation during the dry period on colostrum quality and effect of colostrum feeding regimen on passive transfer of immunity, calf health, and performance. *Journal of Dairy Science*, *100*(1), 357–370. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11334>
- Dunn, A., Duffy, C., Gordon, A., Morrison, S., Argüello, A., Welsh, M., & Earley, B. (2018). Comparison of single radial immunodiffusion and ELISA for the quantification of immunoglobulin G in bovine colostrum, milk and calf sera. *Journal of Applied Animal Research*, *46*(1), 523–528. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1394860>
- Durst, P. (2020). *Dairy farm labor efficiency*. Michigan State University Extension. <https://www.canr.msu.edu/news/dairy-farm-labor-efficiency>
- EFSA. (2024). *Animal Health and Welfare (AHAW)*. <https://www.efsa.europa.eu/pt>
- Elizondo-Salazar, J. A., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2010). Effect of heat treatment of bovine colostrum on bacterial counts, viscosity, and immunoglobulin G concentration. *Journal of Dairy Science*, *93*(3), 961–967. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2388>
- El-Loly, M. M., Hassan, L. K., & Farahat, E. S. A. (2019). Impact of heat treatments and some technological processing on immunoglobulins of Egyptian buffalo's milk. *International Journal of Biological Macromolecules*, *123*, 939–944.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.055>

- Elsohaby, I., McClure, J. T., Cameron, M., Heider, L. C., & Keefe, G. P. (2017). Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers?, *Journal of Dairy Science*, *100*(2), 1427–1435. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11824>
- Elsohaby, I., McClure, J. T., & Keefe, G. P. (2015). Evaluation of Digital and Optical Refractometers for Assessing Failure of Transfer of Passive Immunity in Dairy Calves. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, *29*(2), 721–726. <https://doi.org/10.1111/jvim.12560>
- Erickson, P. S., & Kalscheur, K. F. (2019). Nutrition and feeding of dairy cattle. *Elsevier: Animal Agriculture: Sustainability, Challenges and Innovations*, 157–180. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817052-6.00009-4>
- Escobar, M. P., & Buller, H. (2014). *Projecting Social Science into Defra's Animal Welfare Evidence Base A review of current research and evidence gaps on the issue of farmer behaviour with respect to animal welfare*. [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk)
- Faber, S. N., Faber, N. E., Mccauley, T. C., & Ax, R. L. (2005). Case Study: Effects Of Colostrum Ingestion on Lactational Performance. *Professional Animal Scientist*, *21*(5), 420–425. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31240-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31240-7)
- Fahey, M. J., Fischer, A. J., Steele, M. A., & Greenwood, S. L. (2020). Characterization of the colostrum and transition milk proteomes from primiparous and multiparous Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *103*(2), 1993–2005. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17094>
- Fecteau, G., Baillargeon, P., Higgins, R., Paré, J., & Fortin, M. (2002). Bacterial contamination of colostrum fed to newborn calves in Québec dairy herds. *Canadian Veterinary Journal*, *43*, 523–527. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12125183/>
- FEDNA. (2024). *FEDNA - Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*. <https://www.fundacionfedna.org/>
- Feedipedia. (2024). *Feedipedia - Animal feed resources information system*. <https://www.feedipedia.org/content/feeds?category=13593>
- Fischer, A. J., Song, Y., He, Z., Haines, D. M., Guan, L. L., & Steele, M. A. (2018). Effect of delaying colostrum feeding on passive transfer and intestinal bacterial colonization in neonatal male Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *101*(4), 3099–3109. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13397>
- Fischer-Tlustos, A. J., Lopez, A., Hare, K. S., Wood, K. M., & Steele, M. A. (2021). Effects of colostrum management on transfer of passive immunity and the potential role of colostrum bioactive components on neonatal calf development and metabolism. *Canadian Journal of Animal Science*, *101*(3), 405–426. <https://doi.org/10.1139/cjas-2020-0149>

- Geiger, A. J. (2020). Colostrum: Back to basics with immunoglobulins. *Journal of Animal Science*, 98, S126–S132. <https://doi.org/10.1093/JAS/SKAA142>
- Gleeson, D., O'Brien, B., & O'Donovan, K. (2008). The labour input associated with calf care on Irish dairy farms. *Livestock Science*, 116(1–3), 82–89. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.08.019>
- Godden, S. M., Smith, S., Feirtag, J. M., Green, L. R., Wells, S. J., & Fetrow, J. P. (2003). Effect of on-farm commercial batch pasteurization of colostrum on colostrum and serum immunoglobulin concentrations in dairy calves. *Journal of dairy science*, 86(4), 1503–1512. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73736-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73736-9)
- Godden, S. M., Haines, D. M., Konkol, K., & Peterson, J. (2009). Improving passive transfer of immunoglobulins in calves. II: Interaction between feeding method and volume of colostrum fed. *Journal of Dairy Science*, 92(4), 1758–1764. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1847>
- Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum Management for Dairy Calves. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 35(3), 535–556. W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005>
- Gomes, V., Costa Baccili, C., Martin, C. C., Silva Ramos, J., Sobreira Basqueira, N., Nascimento Silva, K., & Medici Madureira, K. (2017). Coloostro bovino: muito além das imunoglobulinas. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, 15(2), 99. <https://doi.org/10.7213/academica.15.s02.2017.a10>
- Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Sølverød, L., & Østerås, O. (2008). Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91(2), 704–712. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0450>
- Hagiwara, S.-I., Kawai, K., Anri, A., & Nagahata, H. (2003). Lactoferrin Concentrations in Milk from Normal and Subclinical Mastitic Cows. *Journal of Veterinary Medical Science*, 65(3), 319–323. DOI:10.1292/JVMS.65.319
- Haiwen, Z., Rui, H., Bingxi, Z., Qingfeng, G., Jifeng, Z., Xuemei, W., & Beibei, W. (2019). Oral Administration of Bovine Lactoferrin-Derived Lactoferricin (Lfcin) B Could Attenuate Enterohemorrhagic Escherichia coli O157:H7 Induced Intestinal Disease through Improving Intestinal Barrier Function and Microbiota. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(14), 3932–3945. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00861>
- Hammon, H. M., & Blum, J. W. (1999). Free amino acids in plasma of neonatal calves are influenced by feeding colostrum for different durations or by feeding only milk replacer. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 82(4), 193–204. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.1999.00229.x>
- Hammon, H. M., Liermann, W., Frieten, D., & Koch, C. (2020). Review: Importance of colostrum supply and milk feeding intensity on gastrointestinal and systemic

- development in calves. *Animal*, 14(S1), S133–S143.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731119003148>
- Hammon, H. M., Steinhoff-Wagner, J., Flor, J., Schönhusen, U., & Metges, C. C. (2013). LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: Role of colostrum and colostrum components on glucose metabolism in neonatal calves. *Journal of Animal Science*, 91(2), 685–695.  
<https://doi.org/10.2527/jas.2012-5758>
- Hammon, H. M., Steinhoff-Wagner, J., Schönhusen, U., Metges, C. C., & Blum, J. W. (2012). Energy metabolism in the newborn farm animal with emphasis on the calf: Endocrine changes and responses to milk-borne and systemic hormones. *Domestic Animal Endocrinology*, 43(2), 171–185. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2012.02.005>
- Hare, K. S., Fischer-Tlustos, A. J., Wood, K. M., Cant, J. P., & Steele, M. A. (2023). Prepartum nutrient intake and colostrum yield and composition in ruminants. *Animal Frontiers*, 13(3), 24–36. <https://doi.org/10.1093/af/vfad031>
- Hechenberger, N., Lichtmannsperger, K., Klein-Jöbstl, D., Tichy, A., & Wittek, T. (2023). Assessment of Herd, Calf, and Colostrum Management Practices on Austrian Dairy Farms Using a Scoring System. *Animals*, 13(17), 1 - 20.  
<https://doi.org/10.3390/ani13172758>
- Heinrichs, A., & Jones, C. (2003). Feeding the Newborn Dairy Calf. *Penn State College*.  
<https://extension.psu.edu/feeding-the-newborn-dairy-calf>
- Hernández-Castellano, L. E., Almeida, A. M., Ventosa, M., Coelho, A. V., Castro, N., & Argüello, A. (2014). The effect of colostrum intake on blood plasma proteome profile in newborn lambs: Low abundance proteins. *BMC Veterinary Research*, 10(85), 1-9.  
<https://doi.org/10.1186/1746-6148-10-85>
- Hollister, E. B., Gao, C., & Versalovic, J. (2014). Compositional and functional features of the gastrointestinal microbiome and their effects on human health. *Gastroenterology*, 146(6), 1449–1458. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2014.01.052>
- Hue, D. T., Skirving, R., Chen, T., Williams, J. L., Bottema, C. D. K., & Petrovski, K. (2021). Colostrum source and passive immunity transfer in dairy bull calves. *Journal of Dairy Science*, 104(7), 8164–8176. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19318>
- Hulbert, L. E., & Moisés, S. J. (2016). Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 3199–3216. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10198>
- Hurley, W. L., & Theil, P. K. (2011). Perspectives on immunoglobulins in colostrum and milk. In *Nutrients*, 3(4), 442–474. <https://doi.org/10.3390/nu3040442>
- Husnain, A., & Santos, J. E. P. (2019). Meta-analysis of the effects of prepartum dietary protein on performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 9791–9813.  
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-16043>



- INRAE. (2024). *INRAE-CIRAD-AFZ Feed tables*. INRAE. <https://feedtables.com/>
- Jibson, D., & Wordeman, K. (2024). *How to Calculate Density of a Liquid Substance*. Study.com. <https://study.com/skill/learn/how-to-calculate-density-of-a-liquid-substance-explanation.html>
- Kargar, S., Roshan, M., Ghoreishi, S. M., Akhlaghi, A., Kanani, M., Abedi Shams-Abadi, A. R., & Ghaffari, M. H. (2020). Extended colostrum feeding for 2 weeks improves growth performance and reduces the susceptibility to diarrhea and pneumonia in neonatal Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *103*(9), 8130–8142. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18355>
- Kehoe, S. I., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2007). A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal of Dairy Science*, *90*(9), 4108–4116. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0040>
- Kryzer, A. A., Godden, S. M., & Schell, R. (2015). Heat-treated (in single aliquot or batch) colostrum outperforms non-heat-treated colostrum in terms of quality and transfer of immunoglobulin G in neonatal Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, *98*(3), 1870–1877. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8387>
- Laestander, C. (2016). Comparison of three different colostrum feeding methods on passive transfer of immunity, growth and health in dairy calves Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science Department of Animal Nutrition and Management. *Animal Nutrition and Management*, *16*(2), 1-30. <http://stud.epsilon.slu.se>
- Le Dividich, J., Rooke, J. A., & Herpin, P. (2005). Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *Journal of Agricultural Science*, *143*(6), 469–485. <https://doi.org/10.1017/S0021859605005642>
- Le Roux, Y., Laurent, F., & Moussaoui, F. (2003). Polymorphonuclear proteolytic activity and milk composition change. *Veterinary Research* *34*(5), 629–645. <https://doi.org/10.1051/vetres:2003021>
- Lichtmannsperger, K., Hartsleben, C., Spöcker, M., Hechenberger, N., Tichy, A., & Wittek, T. (2023). Factors Associated with Colostrum Quality, the Failure of Transfer of Passive Immunity, and the Impact on Calf Health in the First Three Weeks of Life. *Animals*, *13*(11), 1-17. <https://doi.org/10.3390/ani13111740>
- Liebler-Tenorio, E. M., Riedel-Caspari, G., & Pohlenz, J. F. (2002). Uptake of colostral leukocytes in the intestinal tract of newborn calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, *85*, 33–40. DOI: 10.1016/s0165-2427(01)00404-4
- Lindena, T., & Hess, S. (2022). Is animal welfare better on smaller dairy farms? Evidence from 3,085 dairy farms in Germany. *Journal of Dairy Science*, *105*(11), 8924–8945. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-21906>

- Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., McGuirk, S., Moore, D., Branan, M., Chamorro, M., Smith, G., Shivley, C., Catherman, D., Haines, D., Heinrichs, A. J., James, R., Maas, J., & Sterner, K. (2020). Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States. *Journal of Dairy Science*, *103*(8), 7611–7624. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955>
- Lora, I., Barberio, A., Contiero, B., Paparella, P., Bonfanti, L., Brscic, M., Stefani, A. L., & Gottardo, F. (2018). Factors associated with passive immunity transfer in dairy calves: Combined effect of delivery time, amount and quality of the first colostrum meal. *Animal*, *12*(5), 1041–1049. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002579>
- Lorenz, I., Mee, J. F., Earley, B., & More, S. J. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal*, *64*(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-64-10>
- Malmuthuge, N., Chen, Y., Liang, G., Goonewardene, L. A., & Guan, L. L. (2015). Heat-treated colostrum feeding promotes beneficial bacteria colonization in the small intestine of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, *98*(11), 8044–8053. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9607>
- Mann, S., Curone, G., Chandler, T. L., Sipka, A., Cha, J., Bhawal, R., & Zhang, S. (2020). Heat treatment of bovine colostrum: II. Effects on calf serum immunoglobulin, insulin, and IGF-I concentrations, and the serum proteome. *Journal of Dairy Science*, *103*(10), 9384–9406. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18619>
- Mann, S., Leal Yepes, F. A., Overton, T. R., Lock, A. L., Lamb, S. V., Wakshlag, J. J., & Nydam, D. V. (2016). Effect of dry period dietary energy level in dairy cattle on volume, concentrations of immunoglobulin G, insulin, and fatty acid composition of colostrum. *Journal of Dairy Science*, *99*(2), 1515–1526. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9926>
- Martin, C. C., de Oliveira, S. M. F. N., Costa, J. F. dos R., Baccili, C. C., Silva, B. T., Hurley, D. J., & Gomes, V. (2021). Influence of feeding fresh colostrum from the dam or frozen colostrum from a pool on indicator gut microbes and the inflammatory response in neonatal calves. *Research in Veterinary Science*, *135*, 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.10.017>
- Maunsell, F. (2014). Cow Factors That Influence Colostrum Quality. *WCDS Advances in Dairy Technology*, *26*, 113-121. [https://wcds.ualberta.ca/wcds/wp-content/uploads/sites/57/wcds\\_archive/Archive/2014/Manuscripts/p%20113%20%2012%204%20Maunsell.pdf](https://wcds.ualberta.ca/wcds/wp-content/uploads/sites/57/wcds_archive/Archive/2014/Manuscripts/p%20113%20%2012%204%20Maunsell.pdf)
- Maunsell, F. P., Morin, D. E., Constable, P. D., Hurley, W. L., McCoy, G. C., Kakoma, I., & Isaacson, R. E. (1998). Effects of Mastitis on the Volume and Composition of Colostrum Produced by Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, *81*(5), 1291–1299. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75691-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75691-7)

- Mayasari, N., de Vries Reilingh, G., Nieuwland, M. G. B., Rummelink, G. J., Parmentier, H. K., Kemp, B., & van Knegsel, A. T. M. (2015). Effect of maternal dry period length on colostrum immunoglobulin content and on natural and specific antibody titers in calves. *Journal of Dairy Science*, *98*(6), 3969–3979. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8753>
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*, *96*(2), 133–158. <https://doi.org/10.1007/s13594-015-0258-x>
- McGuirk, S. M., & Collins, M. (2004). Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, *20*(3), 593–603. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2004.06.005>
- Mehra, R., Singh, R., Kumar, N., & Kumar, S. (2020). Composition, Properties, and Health Attributes of Bovine Colostrum. *UGC Sponsored National Conference on Food Safety, Nutritional Security and Sustainability*. <https://www.researchgate.net/publication/340161649>
- Mills, S., Ross, R. P., Hill, C., Fitzgerald, G. F., & Stanton, C. (2011). Milk intelligence: Mining milk for bioactive substances associated with human health. *International Dairy Journal*, *21*(6), 377–401. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2010.12.011>
- Moore, M., Tyler, J. W., Chigerwe, M., Dawes, M. E., & Middleton, J. R. (2005). Determination of colostral IgG content-Immuno-globulin G concentrations were determined via radial immun-Effect of delayed colostrum collection on colostral IgG concentration in dairy cows. *JAVMA*, *226*(8), 1375-1380. [www.avma.org](http://www.avma.org)
- Morin, D. E., Constable, P. D., Maunsell, F. P., & McCoy, G. C. (2001). Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *84*(4), 937–943. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74551-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74551-1)
- Morin, D. E., McCoy, G. C., & Hurley, W. L. (1997). Effects of Quality, Quantity, and Timing of Colostrum Feeding and Addition of a Dried Colostrum Supplement on Immunoglobulin G1 Absorption in Holstein Bull Calves. *Journal of Dairy Science*, *80*(4), 747–753. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)75994-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)75994-0)
- Morin, E., Nelson, S., Reid, E., Nagy, D., Dahl, G., & Constable, P. (2010). Effect of colostral volume, interval between calving and first milking, and photoperiod on colostral IgG concentrations in dairy cows. *JAVMA*, *237*(4), 420-428. DOI: 10.2460/javma.237.4.420
- Morrill, K. M., Robertson, K. E., Spring, M. M., Robinson, A. L., & Tyler, H. D. (2015). Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality. *Journal of Dairy Science*, *98*(1), 595–601. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730>
- Muller, L. D., & Ellinger, D. K. (1981). Colostral Immunoglobulin Concentrations Among Breeds of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, *64*(8), 1727–1730.

[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82754-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82754-3)

- Murphy, B. M., Drennan, M. J., O'Mara, F. P., & Earley, B. (2005). Cow serum and colostrum immunoglobulin (IgG1) concentration of five suckler cow breed types and subsequent immune status of their calves. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, *44*, 205–213. <https://t-stor.teagasc.ie/handle/11019/672>
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., & Ronchi, B. (1997). Composition of Colostrum from Dairy Heifers Exposed to High Air Temperatures during Late Pregnancy and the Early Postpartum Period. *Journal of Dairy Science*, *80*(5), 838–844. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76005-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76005-3)
- Osaka, I., Matsui, Y., & Terada, F. (2014). Effect of the mass of immunoglobulin (Ig)G intake and age at first colostrum feeding on serum IgG concentration in Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, *97*(10), 6608–6612. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7571>
- Ouellet, V., Laporta, J., & Dahl, G. E. (2020). Late gestation heat stress in dairy cows: Effects on dam and daughter. *Theriogenology*, *150*, 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.03.011>
- Palczynski, L. J., Bleach, E. C. L., Brennan, M. L., & Robinson, P. A. (2020). Giving calves “the best start”: Perceptions of colostrum management on dairy farms in England. *Animal Welfare*, *29*(1), 45–58. <https://doi.org/10.7120/09627286.29.1.045>
- Pereira, L., Martinele, D., Maria, L., Barbosa, P., da Silva, L., & Campos, A. (2011, Outubro, 6). *IMPORTÂNCIA DO COLOSTRO PARA OBTENÇÃO DE BEZERRAS SAUDÁVEIS*. IV Semana de Ciência e Tecnologia Do IFMG Campus Bambuí. [https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/images/PDF/2022/12\\_\\_Dezembro/Anais\\_da\\_4%C2%AA\\_Jornada\\_Cient%C3%ADfica\\_do\\_IFMG\\_2011.pdf](https://www.bambui.ifmg.edu.br/portal/images/PDF/2022/12__Dezembro/Anais_da_4%C2%AA_Jornada_Cient%C3%ADfica_do_IFMG_2011.pdf)
- Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2021). Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, *13*(1), 1–24. <https://doi.org/10.3390/nu13010265>
- Posit Team. (2024). *RStudio: Integrated Development Environment for R*. Posit. <https://posit.co/>
- Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Slósarz, J., Kunowska-Slósarz, M., Solarczyk, P., Łukasiewicz, M., Balcerak, M., & Przysucha, T. (2019). Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. *Animals*, *9*(12). <https://doi.org/10.3390/ani9121070>
- Puppel, K., Golebiewski, M., Grodkowski, G., Solarczyk, P., Kostusiak, P., Klopčić, M., & Sakowski, T. (2020). Use of somatic cell count as an indicator of colostrum quality. *PLOS ONE*, *15*(8), 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237615>
- Pyo, J., Hare, K., Pletts, S., Inabu, Y., Haines, D., Sugino, T., Guan, L. L., & Steele, M. (2020). Feeding colostrum or a 1:1 colostrum:milk mixture for 3 days postnatal increases small intestinal development and minimally influences plasma glucagon-like peptide-2 and

- serum insulin-like growth factor-1 concentrations in Holstein bull calves. *Journal of Dairy Science*, 103(5), 4236–4251. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17219>
- Quigley, J. D., & Drewry, J. J. (1998). Nutrient and Immunity Transfer from Cow to Calf Pre- and Postcalving. *Journal of Dairy Science*, 81(10), 2779–2790. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)75836-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)75836-9)
- Quigley, J. D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 1148–1155. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823>
- Qureshi, T. M., Yaseen, M., Nadeem, M., Murtaza, M. A., & Munir, M. (2020). Physico-chemical composition and antioxidant potential of buffalo colostrum, transition milk, and mature milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10), 1-9. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14763>
- R Core Team. (2024). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R. <https://www.r-project.org/>
- Raboisson, D., Trillat, P., & Cahuzac, C. (2016). Failure of passive immune transfer in calves: A meta-analysis on the consequences and assessment of the economic impact. *PLoS ONE*, 11(3), 1 - 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150452>
- Raboisson, D., Trillat, P., Dervillé, M., Cahuzac, C., & Maigné, E. (2018). Defining health standards through economic optimisation: The example of colostrum management in beef and dairy production. *PLoS ONE*, 13(5), 1-16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196377>
- Rajala, P., & Castrén, H. (1995). Serum Immunoglobulin Concentrations and Health of Dairy Calves in Two Management Systems from Birth to 12 Weeks of Age. *Journal of Dairy Science*, 78(12), 2737–2744. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(95\)76904-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(95)76904-1)
- Rastani, R. R., Grummer, R. R., Bertics, S. J., Gümen, A., Wiltbank, M. C., Mashek, D. G., & Schwab, M. C. (2005). Reducing dry period length to simplify feeding transition cows: Milk production, energy balance, and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1004–1014. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72768-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72768-5)
- Reber, A. J., Lockwood, A., Hippen, A. R., & Hurley, D. J. (2006). Colostrum induced phenotypic and trafficking changes in maternal mononuclear cells in a peripheral blood leukocyte model for study of leukocyte transfer to the neonatal calf. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 109(1–2), 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.vetimm.2005.08.014>
- Renaud, D. L., Steele, M. A., Genore, R., Roche, S. M., & Winder, C. B. (2020). Passive immunity and colostrum management practices on Ontario dairy farms and auction facilities: A cross-sectional study. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8369–8377. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18572>

- Ricci, G. D., Orsi, A. M., & Domingues, P. F. (2013). ESTRESSE CALÓRICO E SUAS INTERFERÊNCIAS NO CICLO DE PRODUÇÃO DE VACAS DE LEITE- REVISÃO. *Veterinária E Zootecnia*, 20(3), 381–390. <https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/1028>
- Ritter, C., Hötzel, M. J., & von Keyserlingk, M. A. G. (2022). Public attitudes toward different management scenarios for “surplus” dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 105(7), 5909–5925. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21425>
- Robbers, L., Jorritsma, R., Nielen, M., & Koets, A. (2021). A Scoping Review of On-Farm Colostrum Management Practices for Optimal Transfer of Immunity in Dairy Calves. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639>
- Robinson, P. A. (2017). Farmers and bovine tuberculosis: Contextualising statutory disease control within everyday farming lives. *Journal of Rural Studies*, 55, 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.08.009>
- Rodrigues, A. (1991, Abril, 3-6). Produção de colostro em vacas Holstein friesian. Congresso Internacional de Zootecnia, Évora. <https://repositorio.ipcb.pt/handle/10400.11/1060>
- Sandomirsky, B. P., Galchenko, S. E., & Galchenko, K. S. (2003). Antioxidative properties of lactoferrin from bovine colostrum before and after its lyophilization. *Cryo Letters*, 24(5), 275-280. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14566387/>
- Santos, M. G. S., Mion, B., & Ribeiro, E. S. (2024). Estimations of prepartum feed intake and its effects on transition metabolism and subsequent milk production. *Journal of Dairy Science*, 107(11), 9786-9802. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24619>
- Santos, R., Cachapa, A., Pacheco De Carvalho, G., Vala, H., Minas, M., Dotti, L., Costa, L., Hurtado, L. H., & Silva, C. (2019). *A falha na transferência da imunidade passiva em bovinos de carne*. Instituto Politécnico de Portalegre. <http://hdl.handle.net/10400.26/29003>
- Schüller, L. K., Burfeind, O., & Heuwieser, W. (2013). Short communication: Comparison of ambient temperature, relative humidity, and temperature-humidity index between on-farm measurements and official meteorological data. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7731–7738. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6736>
- Shivley, C. B., Lombard, J. E., Urie, N. J., Haines, D. M., Sargent, R., Koprak, C. A., Earleywine, T. J., Olson, J. D., & Garry, F. B. (2018). Preweaned heifer management on US dairy operations: Part II. Factors associated with colostrum quality and passive transfer status of dairy heifer calves. *Journal of Dairy Science*, 101(10), 9185–9198. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14008>
- Shivley, C. B., Lombard, J. E., Urie, N. J., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2019). Management of preweaned bull calves on dairy operations in the United States. *Journal of Dairy Science*, 102(5), 4489–4497. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15100>

- Shuster, D. E., Harmon, R. J., Jackson, J. A., & Hemken, R. W. (1991). Suppression of Milk Production During Endotoxin-Induced Mastitis. *Journal of Dairy Science*, *74*(11), 3763–3774. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78568-8](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78568-8)
- Sienkiewicz, M., Szymańska, P., & Fichna, J. (2021). Supplementation of Bovine Colostrum in Inflammatory Bowel Disease: Benefits and Contraindications. *Advances in Nutrition* *12*(2), 533–545. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa120>
- Silva, F., Castelo Branco, A., Conceição, C., Cerqueira, J., Silva, S., & Pereira, A. (2022). Effect of parity and age in dairy cows' colostrum quality. *International Scientific Meeting on Colostrum*.
- Silva, F., Paoé-ribeiro, J., Geraldo, A., Carreira, E., Cachuco, L., Conceição, C., Lamy, E., Capela e Silva, F., Pereira, A., & Rangel-Figueiredo, M. (2024a). O impacto das alterações climáticas no bem-estar e produtividade dos bovinos leiteiros - revisão bibliográfica. *Revista Portuguesa de Zootecnia*, *1*, 69–100.
- Silva, F., Silva, S. R., Pereira, A. M. F., Cerqueira, J. L., & Conceição, C. (2024b). A Comprehensive Review of Bovine Colostrum Components and Selected Aspects Regarding Their Impact on Neonatal Calf Physiology. *Animals*, *14*(7), 1130. <https://doi.org/10.3390/ani14071130>
- Stabel J. R. (2008). Pasteurization of colostrum reduces the incidence of paratuberculosis in neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*, *91*(9), 3600–3606. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1107>
- Steinhoff-Wagner, J., Zitnan, R., Schönhusen, U., Pfannkuche, H., Hudakova, M., Metges, C. C., & Hammon, H. M. (2014). Diet effects on glucose absorption in the small intestine of neonatal calves: Importance of intestinal mucosal growth, lactase activity, and glucose transporters. *Journal of Dairy Science*, *97*(10), 6358–6369. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8391>
- Stott, G. H., Marx, D. B., Menefee, B. E., & Nightengale, G. T. (1979). Colostral Immunoglobulin Transfer in Calves II. The Rate of Absorption. *Journal of Dairy Science*, *62*(11), 1766–1773. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(79\)83495-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(79)83495-5)
- Szyndler-Nędza, M., Mucha, A., & Tyra, M. (2020). The effect of colostrum lactose content on growth performance of piglets from Polish Large White and Polish Landrace sows. *Livestock Science*, *234*, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103997>
- Terto e Sousa, G. G., Magalhães, N., Gomes, L., Correia, H., Cavalcante De Sousa Júnior, S., Santos, K., & Guimarães, J. (2012). Intervalo de parto e período de serviço em bovinos de leite. *PUBVET, Publicações Em Medicina Veterinária e Zootecnia*, *6*(22), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v6n22.1398>
- Urday, K., Chigerwe, M., & Tyler, J. (2008). Voluntary Colostrum Intake in Holstein Heifer Calves. *The Bovine Practitioner*, *42*(2), 1-7. DOI:10.21423/bovine-vol42no2p198-200

- USDA (2007). Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations. U.S. Department of Agriculture. <http://nahms.aphis.usda.gov>
- Uyama T, Kelton DF, Winder CB, Dunn J, Goetz HM, LeBlanc SJ, et al. (2022) Colostrum management practices that improve the transfer of passive immunity in neonatal dairy calves: A scoping review. *PLoS ONE*, 17(6), 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269824>
- Van Saun, R., & Sniffen, C. (2014). Transition Cow Nutrition and Feeding Management for Disease Prevention. *Veterinary Clinic of North America: Food Animal Practice*, 30(3), 689–719. [https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720\(14\)00059-0/](https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720(14)00059-0/)
- Van Soest, B., Cullens, F., VandeHaar, M. J., & Nielsen, M. W. (2020). Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 103(12), 12104–12108. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18361>
- Wang, X. X., Han, R. W., Zhao, X. W., Huang, D. W., Zhu, H. L., Wu, T., Qi, Y. X., Yang, Y. X., & Cheng, G. L. (2020). Label-free quantitative proteomics analysis reveals the fate of colostrum proteins in the intestine of neonatal calves. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10823–10834. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18439>
- Weiller, M., Rabassa, V., Correa, N., & Del Pino, F. (2019). Aspectos relacionados à oferta de colostro na imunidade e saúde de bezerras leiteiras. *Science and Animal Health*, 7(2), 80–104. <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/veterinaria/article/view/14667>
- Westhoff, T. A., Borchardt, S., & Mann, S. (2024). INVITED REVIEW: Nutritional and management factors that influence colostrum production and composition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(7), 4109-4128. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24349>
- Whay, H. R. (2007). The journey to animal welfare improvement. *Animal Welfare*, 16(2), 117–122. <https://doi.org/10.1017/s0962728600031134>
- Windeyer, M. C., Leslie, K. E., Godden, S. M., Hodgins, D. C., Lissemore, K. D., & LeBlanc, S. J. (2014). Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. *Preventive Veterinary Medicine*, 113(2), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2013.10.019>
- Windsor, P. A., & Whittington, R. J. (2010). Evidence for age susceptibility of cattle to Johne's disease. *Veterinary Journal*, 184(1), 37–44. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.01.007>
- Yamanaka, H., Hagiwara, K., Kirisawa, R., & Iwai, H. (2003). Proinflammatory cytokines in bovine colostrum potentiate the mitogenic response of peripheral blood mononuclear cells from newborn calves through IL-2 and CD25 expression. *Microbiology and Immunology*, 47(6), 461–468. <https://doi.org/10.1111/j.1348-0421.2003.tb03371.x>
- Yang, M., Zou, Y., Wu, Z. H., Li, S. L., & Cao, Z. J. (2015). Colostrum quality affects immune system establishment and intestinal development of neonatal calves. *Journal of Dairy*



*Science*, 98(10), 7153–7163. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9238>

- Zanker, I. A., Hammon, H. M., & Blum, J. W. (2000). Plasma Amino Acid Pattern during the First Month of Life in Calves Fed the First Colostrum at 0–2 h or at 24–25 h after Birth. *Journal of Veterinary Medicine*, 47(2), 107–121. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2000.00271.x>
- Zentrich, E., Iwersen, M., Wiedrich, M. C., Drillich, M., & Klein-Jöbstl, D. (2019). Short communication: Effect of barn climate and management-related factors on bovine colostrum quality. *Journal of Dairy Science*, 102(8), 7453–7458. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15645>
- Zhu, H. L., Zhao, X. W., Chen, S., Tan, W., Han, R. W., Qi, Y. X., Huang, D. W., & Yang, Y. X. (2021). Evaluation of colostrum bioactive protein transfer and blood metabolic traits in neonatal lambs in the first 24 hours of life. *Journal of Dairy Science*, 104(1), 1164–1174. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18340>
- Zwierzchowski, G., Miciński, J., Wójcik, R., & Nowakowski, J. (2020). Colostrum-supplemented transition milk positively affects serum biochemical parameters, humoral immunity indicators and the growth performance of calves. *Livestock Science*, 234, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103976>

## 8. Anexos

### I. Questionário

# Secção I

Nível produtivo da exploração (L/d)	
Nº de ordenhas por dia	
Nº de vacas: - Total - Ordenha - Novilhas	
Nº de operadores	
Método utilizado na secagem	
Duração média do período seco	
Duração média do pré – parto	
Vacinação aos animais adultos	
Composição do alimento do pré- parto	<i>Ex: X kg de silagem de milho + Y kg de palha aveia + Z kg bagaço de soja, etc.</i>
Composição do alimento período seco	

## Secção II

Volume administrado – quantos litros?	
Método de administração: (1) Mamam diretamente da mão (2) Biberão (3) Sonda (4) Outro. Qual?	
Tempo médio entre o nascimento e a toma	
O colostro é tratado termicamente? (sim ou não)	
Monitorizam a qualidade do colostro?	
Método utilizado para monitorizar a qualidade do colostro: (1) Brix; (2) Colostrómetro (Densidade); (3) Outro. Qual?	
Avaliam a transferência de imunidade passiva nos vitelos? (sim ou não)  Se sim, quando?	
Fornecem uma segunda dose de colostro aos vitelos? (sim ou não)  Se sim, quantas horas após a primeira toma?	
Fornecem leite de transição aos vitelos? (sim ou não)	
Pesam os vitelos à nascença?  (1) Sim e contabilizam o peso para a quantidade de colostro fornecida (2) Sim (3) Não	
Têm um banco de colostro? (sim ou não)	
Realizam algum controlo de doenças transmissíveis através do colostro? (p.e. paratuberculose) (sim ou não)	

# Secção III

Variáveis (da mãe)	Amostra de colostro					
	1	2	3	4	5	6
Número da Vaca						
Idade						
Número de lactações						
Apresenta mastite? (Sim ou não)						
Duração do período seco						
Alimentação durante o período seco						
Vacinação						
Quantas horas após o parto foi recolhida a amostra?						
Total de litros de colostro ordenhado						

# Section I

Production level of the farm (L/d)	
Number of milkings per day	
Number of cows: - Total - Milking - Heifers	
No. of operators	
Method used in drying	
Average duration of the dry period	
Average duration of pre-labor	
Vaccination of adult animals	
Composition of pre-partum food	<i>Ex: X kg of corn silage + Y kg of oat straw + Z kg of soybean bagasse, etc.</i>
Dry period food composition	

## Section II

Volume administered – how many liters?	
<p style="text-align: center;">Method of administration:</p> <p>(5) They suckle directly from the hand  (6) Baby bottle  (7) Probe  (8) Other. Which one?</p>	
Average time between birth and intake	
Is colostrum heat treated? (yes or no)	
Do you monitor the quality of colostrum?	
<p style="text-align: center;">Method used to monitor colostrum quality:</p> <p>(1) Brix ;  (2) Colostrometer (Density);  (3) Other. Which one?</p>	
<p style="text-align: center;">Do you evaluate the transfer of passive immunity in calves? (yes or no)</p> <p style="text-align: center;">If yes, when?</p>	
<p style="text-align: center;">Do you give a second dose of colostrum to the calves? (yes or no)</p> <p style="text-align: center;">If yes, how many hours after the first dose?</p>	
Do you provide transitional milk to calves? (yes or no)	
<p style="text-align: center;">Are calves weighed at birth?</p> <p>(1) Yes and count the weight towards the amount of colostrum provided (2) Yes (3) No</p>	
Do you have a colostrum bank? (yes or no)	
Do you carry out any control of diseases transmitted through colostrum? (e.g. paratuberculosis) (yes or no)	

# Section III

Variables (from the mother)	Colostrum sample					
	1	2	3	4	5	6
Cow Number						
Age						
Number of lactations						
Do you have mastitis? (Yes or no)						
Duration of dry period						
Feeding during the dry period						
Vaccination						
How many hours after delivery was the sample collected?						
Total liters of colostrum milked						