



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

# AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE VITELOS COM SISTEMAS DE ALEITAMENTO AUTOMÁTICOS

Susete Martins do Paço

Escola Superior Agrária



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Susete Martins do Paço

# AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DE VITELOS COM SISTEMAS DE ALEITAMENTO AUTOMÁTICOS

Mestrado Zootecnia

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Joaquim Orlando Lima Cerqueira

Novembro de 2014

As doutrinas expressas neste trabalho são da exclusiva  
responsabilidade do autor.

## ÍNDICE

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| AGRADECIMENTOS                                          | i   |
| RESUMO                                                  | ii  |
| ABSTRACT                                                | iii |
| LISTA DE ABREVIATURAS                                   | iv  |
| LISTA DE QUADROS                                        | vi  |
| LISTA DE FIGURAS                                        | vii |
| 1 – INTRODUÇÃO                                          | 1   |
| 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA                               | 2   |
| 2.1 - Sistemas de alojamento de vitelos                 | 2   |
| 2.2 – Importância da maternidade                        | 3   |
| 2.3 - Sistema imunitário do vitelo recém-nascido        | 4   |
| 2.4 - Maneio da vaca e do vitelo peri-parto             | 5   |
| 2.4.1 - Mecanismos e fisiologia do parto                | 6   |
| 2.4.2 - Maneio do neonato                               | 7   |
| 2.4.3 - Cuidados imediatos ao nascimento                | 8   |
| 2.5- Constituição do colostro                           | 9   |
| 2.5.1 - Constituição geral                              | 9   |
| 2.5.2- Fonte de imunidade passiva                       | 11  |
| 2.5.3 - Efeito no desenvolvimento do aparelho digestivo | 12  |
| 2.5.4 - Programa de manejo de colostro                  | 13  |
| 2.5.5 – Administração de colostro                       | 13  |
| 2.5.6 – Transferência de imunidade materna ao vitelo    | 14  |
| 2.5.7 - Cessação da capacidade absorviva do intestino   | 16  |
| 2.5.8- Qualidade do colostro                            | 18  |
| 2.6 - Maneio de vitelos até ao desmame                  | 20  |
| 2.6.1- Nutrição do nascimento até ao desmame            | 21  |
| 2.6.1.1 - Sistema digestivo do vitelo recém-nascido     | 21  |
| 2.6.1.2 -Fase de recém-nascido                          | 21  |
| 2.6.1.3 - Fase pré-ruminante e fase de transição        | 22  |
| 2.7 – Sistemas de alimentação para vitelos              | 23  |
| 2.7.1 – Descrição geral do alimentador automático       | 25  |
| 2.7.1.1 - Descrição funcional                           | 26  |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 3 – MATERIAIS E MÉTODOS                           | 29 |
| 3.1 – Caraterização das explorações               | 29 |
| 3.2– Maneio alimentar dos vitelos nas explorações | 30 |
| 3.3 – Material animal                             | 31 |
| 3.4 - Biometria                                   | 31 |
| 3.5 – Recolha de dados do alimentador automático  | 31 |
| 3.6 – Tratamento estatístico                      | 32 |
| 4 – RESULTADOS                                    | 33 |
| 4.1 - Componentes principais                      | 45 |
| 5 – DISCUSSÃO                                     | 48 |
| 6 – CONCLUSÃO                                     | 53 |
| 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                    | 54 |

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar nesta página os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o qual não teria sido possível sem a colaboração e estímulo de diversas pessoas.

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais e a toda a minha família, o esforço que fizeram para me proporcionar as condições necessárias para a realização de todo o meu percurso académico, bem como o incentivo para a realização desta tese.

Agradeço ao meu orientador de estágio, Prof. Doutor Joaquim Orlando Lima Cerqueira, o seu apoio incondicional, a sua paciência, compreensão e incentivo, bem como por todos os conselhos e ensinamentos que me proporcionou ao longo deste estudo e por mais uma vez ter aceite ser meu orientador, uma vez que já me acompanhou no relatório efetuado na licenciatura.

Ao Prof. José Pedro Araújo, pela disponibilidade e apoio que sempre demonstrou neste meu percurso académico e pelo auxílio ao tratamento estatístico.

A todos os produtores de leite que visitamos, sem os quais este trabalho nunca teria sido possível, fundamentalmente pela grande admiração que tenho pelo seu modo de vida, que não é fácil e que muitas vezes não é devidamente valorizado.

Quero expressar um especial agradecimento à minha amiga Filomena Faria que esteve presente ao longo de todo este trabalho, que me acompanhou todos os sábados durante 3 meses nas visitas às explorações em que medimos os vitelos, pela dedicação, paciência, companhia e apoio durante estes anos.

Às minhas amigas Paula Gigante, Tânia Quesado, Patrícia Pinheiro, Sandra Barbosa que sempre estiveram comigo, pelo incansável apoio, pela paciência nos últimos tempos, compreensão e amizade que me dispensaram.

A todos um muito Obrigada

## RESUMO

Na produção de leite da Europa verificou-se um aumento do uso de alimentadores automáticos de leite para vitelos ao longo dos anos. Este sistema permite ajustar a quantidade de leite à idade dos vitelos, sendo administrado em pequenas quantidades assemelhando-se à alimentação natural. O objetivo deste trabalho consistiu na avaliação do crescimento dos vitelos, bem como dos parâmetros fornecidos pelo alimentador.

A componente prática foi realizada em 5 explorações da região de Entre Douro e Minho, com alimentador automático, entre janeiro e maio de 2014. Procedeu-se à recolha do perímetro torácico (PT) em 384 vitelos, sendo o peso vivo obtido através da fórmula de Garcia *et al.* (2009). Os dados relativos à quantidade ingerida, velocidade de sucção, frequência de visitas, intervalo entre visitas, hora de visita, falhas e idade ao desmame foram recolhidos através do alimentador automático. Para o tratamento estatístico utilizaram-se os programas Excel 2010 e SPSS versão 22, tendo-se determinado o efeito dos diferentes parâmetros através do modelo ANOVA e testes de comparação de médias Tuckey, procedendo-se também à análise de componentes principais.

O peso médio dos vitelos no início do período de aleitamento foi de  $57,8 \pm 3,6$  kg e a quantidade de leite de substituição ingerida cifrou-se em  $42,3 \pm 8,1$  kg durante o aleitamento. Este valor foi superior nas explorações leiteiras (47,2 kg) relativamente às explorações de engorda (35,1 kg). Observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na quantidade de leite ingerido variando entre 4,2 l e 4,9 l. A exploração com maior frequência de visitas ( $25,4 \pm 13,1$ ) apresentou menor número de falhas ( $0,8 \pm 1,9$ ) e maior velocidade de sucção ( $0,4 \pm 0,1$  kg/min). O peso médio dos vitelos ao desmame foi de  $96,9 \pm 10,9$  kg, tendo sido mais elevado nas explorações leiteiras destacando-se a exploração C com 141,9 kg, comparativamente à exploração de engorda E com 98,8 kg. O GMD do período de aleitamento foi de  $0,786 \pm 0,113$  kg, com diferenças ( $p < 0,001$ ) entre todas as explorações, tendo oscilado entre 0,663 kg e 0,961 kg/dia. Encontrou-se efeito ( $p < 0,001$ ) do sexo no GMD com superioridade das fêmeas (0,913 kg/dia) comparativamente aos machos (0,712 kg/dia). Também se observou efeito ( $p < 0,001$ ) da exploração na idade ao desmame, entre a exploração B (85,1 dias) comparativamente às restantes explorações (90 dias). A correlação positiva mais elevada (0,75) verificou-se entre o perímetro torácico e a idade dos vitelos.

Palavras-chave: alimentador automático; vitelos; desmame; peso e ganho médio diário.

## ABSTRACT

Automatic feeding systems were first developed in the 1980s. European milk production registered an increased use of automatic milk feeders for calves over the years. This system allows to adjust the amount of milk to the calves ages, administered in small amounts resembling natural feeding. The objective of this study was to evaluate the growth of calves, and the parameters provided by the feeder.

The practical component was performed in 5 farms of Entre Douro and Minho region, with automatic feeder, between January and May 2014. The procedure took place by collection of the thoracic perimeter (PT) in 384 calves, of which body weight was obtained by the formula Garcia *et al.* (2009). Data on the amount ingested, suction speed, frequency of visits, the interval between visits, time of visit, failures and age at weaning were collected through the automatic feeder. For the statistical analysis we used the Excel 2010 and SPSS for Windows version 22, having determined the effect of different parameters using the ANOVA model and mean comparison tests Tuckey, also a continuous basis by principal component analysis.

The average weight of calves at the beginning of the lactation period was  $57,8 \pm 3,6$  kg and the amount of ingested milk replacer stood at  $42,3 \pm 8,1$  kg during lactation. This value was higher in dairy farms (47,2 kg) for the fattening farms (35,1 kg). There were significant differences ( $p < 0.001$ ) in the amount of milk consumed varying between 4,2 l and 4,9 l. The farm with higher frequency of visits ( $25,4 \pm 13,1$  l) showed fewer failures ( $0,8 \pm 1,9$ ) and higher suction speed ( $0,4 \pm 0,1$  kg / min). The average weight of calves at weaning was  $115,8 \pm 16,2$  kg and was higher in dairy farms highlighting the C operation with 141,9 kg, compared to the fattening farm and with 98,8 kg. The average daily gain of the lactation period was  $0,786 \pm 0,113$  kg, with differences ( $p < 0.001$ ) among all holdings, varying between 663 g and 961 g/day. We found a sex effect ( $p > 0.001$ ) in the average daily gain which was greater for the females (0.913 kg/day) compared to the males (0.712 kg/day). It was also observed effect ( $p < 0,001$ ) of the farm at the age at weaning, between farm B (85,1 days) compared to other holdings (90 days). The highest positive correlation (0.75) was found between the thoracic perimeter and the age of the calves.

Keywords: automatic feeder; calves; weaning; Weight and average daily gain

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

Ig – Imunoglobulinas

IgG1 – Imunoglobulina G1

IgM – Imunoglobulina M

IgA – Imunoglobulina A

IgG2 – Imunoglobulina G2

IGF1 – Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1

IGF2 - Fator de crescimento semelhante à insulina tipo 2

AGV – Ácidos Gordos Voláteis

PT – Perímetro Torácico

FV – Frequência de Visitas

VS – Velocidade de Sucção

ID – Idade

QI – Quantidade Ingerida

PV – Peso Vivo

GMD – Ganho Médio Diário

UFC/ml – Unidades Formadoras de Colônias por mililitro

N – N° de animais

DP – Desvio Padrão

CV – Coeficiente de Variação

l – litros

kg – quilograma

g/l – gramas por litro

l/dia – litros por dia

kg/min – quilogramas por minuto

kg/dia – quilogramas por dia

l/toma – litros por toma

kg/vitelo – quilogramas por vitelo

cm – centímetros

% - percentagem

% Ig – percentagem de imunoglobulinas

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 3.1 – Elementos caracterizadores das explorações alvo de estudo.                                                                                    | 29 |
| Quadro 4.1 – Estatística descritiva das medições (PT e Peso), quantidade ingerida (l) e GMD (kg/dia), no período de aleitamento nas explorações em estudo. | 33 |
| Quadro 4.2 – Efeito da exploração no perímetro torácico (PT - cm) e quantidade ingerida (QI - l/dia) nas explorações em estudo.                            | 35 |
| Quadro 4.3 – Efeito da exploração na frequência diária de visitas, falhas e velocidade de sucção (kg/min) nas explorações em estudo.                       | 36 |
| Quadro 4.4: Efeito do sexo no GMD dos vitelos nas explorações em estudo.                                                                                   | 44 |
| Quadro 4.5 – Efeito da exploração na idade ao desmame dos vitelos.                                                                                         | 44 |
| Quadro 4.6 - Correlações entre os parâmetros do alimentador automático, a idade e o perímetro torácico dos vitelos.                                        | 45 |
| Quadro 4.7 - Resultado da análise de componentes principais para os diferentes parâmetros do alimentador automático e mensurações efetuadas.               | 45 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 – Concentração das principais imunoglobulinas (IgA, IgG e IgM) no colostro, ao longo dos três primeiros dias após o parto .      | 10 |
| Figura 2.2: Momentos críticos no desenvolvimento da imunidade dos vitelos.                                                                  | 10 |
| Figura 2.3 – Capacidade de produção de imunoglobulinas pelos vitelos nas primeiras horas pós-parto, em percentagem .                        | 14 |
| Figura 2.4 – Capacidade de absorção de imunoglobulinas do colostro pelos vitelos nas primeiras horas após o nascimento, em percentagem.     | 15 |
| Figura 2.5 - Aparente eficiência de absorção do intestino dos vitelos ao longo do tempo.                                                    | 17 |
| Figura 2.6 - Variação da qualidade do colostro com o aumento do número de lactações.                                                        | 19 |
| Figura 2.7 - Curva de alimentação característica do alimentador automático com uma concentração de 125g/l.                                  | 26 |
| Figura 2.8 – Ingestão de leite de substituição pelo vitelo no alimentador automático.                                                       | 27 |
| Figura 4.1: Distribuição dos períodos de aleitamento nas explorações alvo de estudo.                                                        | 33 |
| Figura 4.2 - Quantidade de leite de substituição ingerida (kg) em função da idade, por exploração.                                          | 34 |
| Figura 4.3- Quantidade de leite ingerido (l) por dia em função da idade.                                                                    | 36 |
| Figura 4.4 – Evolução da frequência de visitas em função da idade, nas explorações alvo de estudo.                                          | 37 |
| Figura 4.5 – Evolução da velocidade de sucção em função da idade, nas explorações alvo de estudo.                                           | 38 |
| Figura 4.6 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade na exploração A.                  | 38 |
| Figura 4.7 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade nas explorações B e C.            | 39 |
| Figura 4.8 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade nas explorações de engorda (D,E). | 39 |
| Figura 4.9 – Relação entre o peso vivo (kg) e a idade (dias) dos vitelos nas explorações leiteiras.                                         | 40 |

|                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4.10 – Relação entre o peso vivo (kg) e a idade (dias) dos vitelos nas explorações de engorda.                | 40 |
| Figura 4.11: Efeito da exploração no GMD dos vitelos nas explorações em estudo.                                      | 41 |
| Figura 4.12 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração A.                                  | 41 |
| Figura 4.13 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração B.                                  | 42 |
| Figura 4.14 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração C.                                  | 42 |
| Figura 4.15 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração D.                                  | 43 |
| Figura 4.16 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração E.                                  | 43 |
| Figura 4.17- Projecção das variáveis originais sobre os eixos definidos pelos dois primeiros componentes principais. | 46 |

## 1-INTRODUÇÃO

As primeiras semanas de vida do vitelo são críticas para o estabelecimento de um sistema imunitário forte e para o seu desenvolvimento saudável. Para isso, é necessário que o vitelo recém-nascido, tendo um sistema imunitário imaturo, apresente as condições necessárias para ultrapassar os desafios impostos pelo ambiente que o rodeia. O elemento mais importante no desenvolvimento saudável do vitelo recém-nascido é a aquisição de imunidade passiva através do colostro. A transferência passiva adequada, depende de inúmeros fatores que vão influenciar a absorção das imunoglobulinas colostrais. Estes fatores em complemento com a nutrição de qualidade durante a fase pré-ruminante, o programa de vacinação adequado, a minimização das causas de stresse e as condições sanitárias gerais da exploração estão associados à saúde futura do vitelo.

Estes fatores podem ser conjugados num programa de manejo de saúde de vitelos e visam melhorar a eficácia do sistema imunitário dos vitelos da exploração enquanto diminuem a sua exposição a agentes patogénicos.

Uma alimentação inicial adequada é fundamental para o desenvolvimento futuro do vitelo (Murray e Leslie, 2013), no entanto, existem grandes desafios sendo o aparecimento de doenças o mais preocupante, tendo como consequência a redução do crescimento dos animais (Windeyer *et al.*, 2014). Como tal, o acompanhamento da evolução dos pesos dos vitelos pode permitir a deteção precoce de problemas minimizando perdas causadas por doenças, infertilidade e morte (Frizzo *et al.*, 2011).

Os alimentadores automáticos de vitelos ajudam a maximizar a saúde, crescimento e potencial futuro de todos os vitelos, facultando um programa de alimentação adequado para cada animal. A abordagem ideal é alimentar os vitelos muitas vezes em pequenas porções adaptadas individualmente a cada animal e à temperatura adequada, permitindo também o desmame gradual dos vitelos. Estes possuem um transponder sendo possível acompanhar a ingestão diária de cada animal, com muita utilidade na deteção de animais doentes (Maatje e Verhoeff, 1991).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento dos vitelos e outros parâmetros fornecidos pelo alimentador automático em cinco explorações na região de Entre Douro e Minho.

## **2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O sucesso no saudável crescimento dos vitelos, desde que nascem até ao desmame, depende acima de tudo da combinação entre um parto sem dificuldades, uma maternidade com boas condições e a rápida ingestão de colostro de qualidade. Os vitelos precisam também de uma área de repouso limpa, seca e protegida do vento e um bom manejo alimentar desde que iniciam o aleitamento com leite de substituição até à altura do desmame.

### **2.1 - Sistemas de alojamento de vitelos**

O alojamento para vitelos deve ser desenhado de modo a otimizar o bem-estar geral do vitelo, protegendo-o de condições climáticas e térmicas extremas com adequado abrigo do sol, vento e chuva, boa ventilação e espaço adequado, facilitando a acessibilidade a água e comida, e garantindo um ambiente seguro que minimize lesões e stresse (Stull e Reynolds, 2008).

O conforto físico do ambiente inclui a quantidade de espaço disponível e a qualidade ou condições do espaço e das superfícies nas quais o vitelo está em contacto. O espaço disponível deve ser suficiente para que o vitelo possa apresentar os comportamentos essenciais à sua sobrevivência e bem-estar, como beber, comer, descansar, defecar, urinar e exercitar-se. Os vitelos recém-nascidos devem ser alojados em boxes individuais ou em grupos pequenos e mais tarde ser movidos para parques em grupos maiores (Stull e Reynolds, 2008).

O alojamento de grupo permite que os vitelos desenvolvam comportamentos sociais e interações entre eles e facilita o exercício e brincadeira entre vitelos dentro do mesmo grupo. Os vitelos recém-nascidos devem ser alojados em grupos pequenos que podem ser de dois a seis animais, permitindo uma observação mais fácil de cada indivíduo. Assim, que os vitelos crescem e se tornam mais velhos, vários grupos podem ser combinados. O sucesso do alojamento de vitelos recém-nascidos em grupo pode ser possível se estes se encontrarem em grupos pequenos, no entanto, assim que o número de animais aumenta por grupo, torna-se difícil o manejo da higiene, nutrição e controlo de doenças (Stull e Reynolds, 2008).

Os vitelos, quando jovens, passam grande parte do dia a descansar, em posição deitada, logo, a área e condições do piso são aspetos muito importantes para o seu bem-estar.

Este deve conter uma cama confortável, de material adequado ao clima da região. A superfície em que o vitelo descansa deve permitir o escoamento e ser mantida permanentemente limpa e seca. Estas características fundamentais podem ser avaliadas através da observação da higiene dos flancos e pernas do vitelo e de lesões na pele e articulações (Stull e Reynolds, 2008).

Os vitelos mudam frequentemente de posição de decúbito quando estão com frio para diminuir a exposição da superfície corporal e melhorar a conservação de calor. Os vitelos mantidos em piso ripado mudam mais frequentemente de posição que os vitelos mantidos em palha seca (de Passillé *et al.*, 2004). Os vitelos mantidos em piso ripado sofrem mais frequentemente de diarreia (Hanninen *et al.*, 2003 citado por de Passillé *et al.*, 2004).

A qualidade do ar é também de extrema importância para o conforto físico do vitelo, devendo haver uma boa ventilação do local onde eles se encontram. A concentração de gases tóxicos está associada à acumulação de fezes e urina e à limitada circulação de ar em espaços fechados. (Stull e Reynolds, 2008).

## **2.2 – Importância da maternidade**

Têm sido realizados vários estudos, em que se associa o local do parto com a incidência de doenças infecciosas nos vitelos. As maternidades são locais que representam elevado risco ambiental para a transmissão de doenças aos neonatos (Maunsell e Donovan, 2008; Vasseur *et al.*, 2010). Por isso, estes locais devem ser projetados de maneira a minimizar a transmissão de agentes patogénicos.

A maternidade deverá ter as condições adequadas de iluminação, permitir que a vaca se possa deitar confortavelmente e localizar-se numa zona sossegada da exploração (USDA, 2008; NFACC, 2009), separada do local onde estão estabulados os outros animais e não seja usada por animais doentes, em quarentena ou à espera de serem refugados (Maunsell e Donovan, 2008). Os animais gestantes que estão doentes podem transmitir doenças aos outros animais, inclusive aos recém-nascidos por isso devem ser identificados antes do parto e colocados numa maternidade à parte (Maunsell e Donovan, 2008; Vasseur *et al.*, 2010). Vasseur *et al.* (2010) verificaram que mais de metade (52,85%) das explorações analisadas recorre às maternidades para albergar animais doentes.

Quanto maior for a permanência dos vitelos na maternidade maior o risco de exposição aos agentes responsáveis por doenças neonatais e ao agente microbiano *Mycobacterium paratuberculosis* (Wells *et al.*, 1996; Barrington *et al.*, 2002).

As vacas nervosas e as novilhas podem ter dificuldades na adaptação à maternidade, conduzindo à suspensão do comportamento natural do parto durante algumas horas, nestes casos os animais deverão estar livres de qualquer distúrbio para se adaptarem à maternidade (Mee, 2004). É importante prever a data do parto, através da informação do registo da beneficiação e da duração da gestação (USDA, 2008), para impedir a ocorrência do parto fora da maternidade, evitando a mortalidade peri-natal e para reduzir possíveis problemas no parto (Mee, 2008). A gestação média de uma vaca é de 282 dias (USDA, 2008) e a duração da gestação de uma vaca Holstein-Frísia é cerca de 278,6 dias (Brakel *et al.*, 1952), contudo há diferenças na duração da gestação associada a gémeos, ao sexo do vitelo e de progenitora para progenitora (Jainudeen e Hafez, 2004).

O tempo de permanência na maternidade também pode comprometer a limpeza, assim o ideal seria transferir as vacas gestantes para a maternidade, o mais próximo possível da data do parto (USDA, 2008; NFACC, 2009).

### **2.3 - Sistema imunitário do vitelo recém-nascido**

O desenvolvimento do sistema imunitário dos mamíferos inicia-se cedo na gestação ocorrendo diversas modificações com o decorrer da diferenciação celular (Cortese, 2009).

O feto bovino, a partir do terceiro trimestre de gestação, já reconhece antigénios e apresenta a capacidade de produzir os seus próprios anticorpos (Cortese, 1996). Como exemplo, se ocorrer uma infeção por BVD no útero, o vitelo pode produzir anticorpos sem ser afetado. No entanto, se ocorrer uma infeção por BVD não-citopático mais cedo na gestação, o vitelo pode não identificar este antigénio como corpo estranho invasivo ficando infetado (Wren, 1996).

Os vitelos recém-nascidos são hipogamaglobulinémicos (Weaver *et al.*, 2000) mas têm um sistema imunitário funcional se bem que ainda imaturo. Embora haja um maior número de células fagocíticas nos vitelos, a função destas é reduzida (estes défices são encontrados em vitelos até aos 4 meses de idade). O desenvolvimento do sistema

imunitário é gradual: iniciando-se no primeiro trimestre de vida e estabilizando na puberdade, o que indica a associação entre a aproximação da maturidade sexual e a maturidade do sistema imunitário. Assim, em ruminantes, a maturidade do sistema imunitário dá-se aos 5 a 6 meses de idade, sendo que os linfócitos T só atingem um pico de produção aos 8 meses de idade (Cortese, 2009).

Os vitelos recém-nascidos são imunocompetentes e apresentam uma produção endógena de cerca de 1 g de Imunoglobulinas por dia. No entanto, não têm a capacidade de responder a alguns antígenos, como os lipopolissacáridos, até aos 30 dias de vida (Weaver *et al.*, 2000). Assim, a resposta imune a antígenos é possível mas mais fraca, lenta e fácil de superar. O sistema imunitário imaturo não consegue prevenir a doença apesar de conseguir moderar a sua gravidade (Cortese, 2009).

O sistema imunitário do vitelo recém-nascido tem sido alvo de diversas investigações e apresenta as limitações descritas anteriormente devido ao facto da placenta dos ruminantes não permitir a transferência de imunoglobulinas e leucócitos para o feto através do útero. Isto leva a que a ingestão de colostro pelo vitelo, como forma de adquirir anticorpos, seja um passo fulcral ao seu desenvolvimento saudável (Cortese, 2009).

#### **2.4 - Maneio da vaca e do vitelo peri-parto**

A mortalidade perinatal é um problema mundial de grande importância em explorações de leite, particularmente em bovinos da raça Holstein-Frísia (Lorenz *et al.*, 2011). Stilwell *et al.* (2012), referem uma taxa de mortalidade perinatal de 20% em explorações intensivas de leite em Portugal.

A viabilidade e saúde de vitelos numa exploração podem ser melhoradas através da implementação de protocolos simples que definam as estratégias corretas a ser seguidas a nível do efetivo e, por outro lado, os procedimentos adequados a ter em conta a nível individual (Boersena *et al.*, 2010).

Outra forma de melhorar o maneio da exploração, em particular de vitelos e de vacas peri-parto, passa por tomar decisões antecipadas no ciclo de produção, como: a escolha do reprodutor masculino e da raça do mesmo, o uso de sémen sexado, a idade e peso da vaca aquando da inseminação, a vacinação a ser efetuada na vaca gestante e a gestão nutricional nas diferentes fases de gestação (Lorenz *et al.*, 2011).

### 2.4.1 - Mecanismos e fisiologia do parto

O período que antecede o parto é crítico tanto para a mãe como para a cria. A avaliação da viabilidade fetal é efetuada raramente durante o pré-parto, mas ganha importância quando a vaca adoece ou fica debilitada. Durante o exame físico da vaca pode-se avaliar o fluxo sanguíneo uterino, o tônus uterino e a descarga vaginal quer por palpação retal quer por espéculo vaginal. Se houver morte fetal, pode-se constatar diminuição do frémito da artéria uterina e aumento do tônus uterino por palpação retal e na ecografia podem ser observadas algumas das seguintes características: espessamento da parede uterina, aumento da ecogenicidade do alantocórion e do líquido amniótico, alteração da atitude do feto, limites do âmnio alterados e carúnculas de dimensão reduzida e de baixa definição. A ecografia pode ser usada para a visualização do batimento cardíaco e para a determinação da frequência cardíaca do feto e o exame deste pode permitir detetar alterações congénitas (Vaala *et al.*, 2009). Muitas vezes, a reduzida viabilidade fetal reflete falhas no manejo dos animais (Vaala *et al.*, 2009).

A proximidade do parto é marcada por aumento da frequência de levantar e deitar; relaxamento, tumefação e edema da vulva; relaxamento dos ligamentos sacroisquiáticos; aumento da frequência de defecação e micção; abanar e levantar a cauda frequentemente; aumento de tamanho e distensão do úbere pela acumulação de leite nos tetos; leite a pingar dos tetos; aumento da temperatura corporal e da frequência cardíaca e respiratória; dilatação do cérvix; alterações na quantidade e viscosidade das descargas vaginais (Jainudeen e Hafez, 2004; Berglund *et al.*, 1987; Mortimer, 2009). O muco vaginal é de cor clara, designa-se rolhão gelatinoso, assemelha-se ao muco que marca o estro e poderá ser visível 24h a 48h antes do parto (Jackson, 2004; Jainudeen e Hafez, 2004). Em alguns animais, não há alterações visíveis da vulva. O relaxamento dos ligamentos sacroisquiáticos é o sinal mais fiável de parto iminente, mas pode não ser tão óbvio em vacas com condição corporal elevada podendo então a deteção ser feita por palpação retal (Jackson, 2004; Mortimer, 2009). À medida que o nascimento do vitelo se aproxima, o colostro, presente nos tetos, torna-se espesso e amarelo. A perda de leite antes do parto pode resultar numa perda importante de anticorpos no colostro a ser fornecido ao vitelo (Jackson, 2004).

O feto tem um papel essencial no desencadear do parto. O parto está associado a fatores endócrinos, neurológicos e mecânicos, porém o mecanismo de ação de cada um desses

fatores e o modo como estão relacionados, não estão totalmente esclarecidos. Estão envolvidos no início do parto mecanismos maternos e fetais. Os mecanismos fetais endócrinos parecem ter mais importância nos ruminantes. No fim da gestação, as alterações morfológicas que ocorrem na placenta parecem conduzir a uma menor eficiência nas funções desempenhadas por esta. Este facto ou outros estímulos (exemplo: necessidades nutricionais, hipoxia, etc.) provocam stresse no feto que levam ao aumento da produção de glucocorticóides como o cortisol e precursores de esteróides como resultado de alterações e da maturação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (Arthur *et al.*, 1996; Jackson, 2004; Jainudeen e Hafez, 2004; Mortimer, 2009).

#### **2.4.2 - Maneio do neonato**

O nascimento é um processo doloroso, pois o feto é sujeito a traumas e ao stresse durante o parto e a um período de anóxia/asfixia, que podem ser ainda exacerbados caso ocorra distócia, sendo um desafio para a saúde dos recém-nascidos (Bellows e Lammoglia, 2000, Breazile *et al.*, 1988 citado por Garry *et al.*, 2007; Vaala, Lester e House, 2009). No desenrolar do parto, o principal objetivo de quem assiste prende-se com a saída do vitelo do canal obstétrico e frequentemente a avaliação cuidada do recém-nascido é esquecida. Não se tem dado a devida importância aos vitelos que advêm de partos distócicos. Reconhecer que este tipo de vitelos estão mais sujeitos a riscos é o passo mais importante para assegurar a sobrevivência e a saúde destes animais (Garry *et al.*, 2007).

Por outro lado, a recria das vitelas é muito importante pois serão as futuras produtoras e reprodutoras do efetivo, e o êxito de uma exploração dependerá muito da sua produtividade. Assim sendo, a saúde destes animais deveria ser a prioridade, quer em explorações de engorda quer em explorações de leite (Smith, 2005). Nas explorações leiteiras, o número de vitelas que são necessárias para substituir o efetivo, depende do maneio praticado e da saúde e bem-estar dos animais. Neste sentido, se forem estabelecidas técnicas de controlo de doenças e um bom maneio, a morbilidade e a mortalidade poderão ser mantidas em níveis baixos (Heinrichs e Radostits, 2001).

O valor económico que é perdido por procedimentos errados durante o parto, não se restringe apenas à morte do vitelo pois perde-se dinheiro que se investiu na conceção (touro, inseminação artificial), a fêmea precisará de tratamentos que implicam mais gastos e poderá haver mesmo comprometimento da fertilidade da progenitora. Assim, a

implementação de um protocolo simples que documenta as estratégias corretas que se devem seguir ao nível da exploração e ao nível do animal em si, conduzirá a um melhor manejo do vitelo recém-nascido (Mee, 2008).

#### **2.4.3 - Cuidados imediatos ao nascimento**

Todos os vitelos são afetados por um certo grau de acidose metabólica e respiratória durante o decorrer do nascimento (Szenci, 2003). A sobrevivência do feto está relacionada com a duração do parto e, ainda a duração e a força da intervenção (Szenci, 2003; Mee, 2004). Durante a passagem pelo canal obstétrico ocorre libertação de catecolaminas de origem fetal, que entre outros efeitos, promove a secreção do surfactante e aumenta a complacência do pulmão e a oxigenação do feto (Mee, 2004). Os vitelos que resultam de partos prolongados e de partos que necessitam de uma ação mais interventiva, apresentam um aumento da acidose respiratória e metabólica (Szenci, 2003; Mee, 2008), e demoram mais tempo a alcançar o decúbito esternal (Schuijt e Taverne, 1994; Mee, 2008).

A vitalidade do vitelo pode ser avaliada imediatamente depois do parto pelos reflexos e pelo tempo que o vitelo demora: a manter a cabeça direita (3 minutos), a alcançar o decúbito esternal (5 minutos), a tentar manter-se em estação (20 minutos) e a alcançar a estação (60 minutos) (Szenci, 2003; Mee, 2008).

O médico veterinário deve desenvolver um protocolo para ser aplicado pelos trabalhadores em recém-nascidos em situação de risco. Estes animais são os que precisam de ser assistidos, reanimados e os fatores de risco geralmente podem ser identificados antes do nascimento (exemplo: novilhas com condição corporal elevada), durante o nascimento (exemplo: apresentação posterior, cesariana, etc), ou após o nascimento (exemplo: apneia ou dispneia, decúbito lateral, etc). Para se assegurar o êxito da reanimação dos vitelos em situação de risco, é necessário uma boa supervisão do parto, uma pronta avaliação da viabilidade do vitelo e uma intervenção ativa quer no manejo do parto quer nos cuidados do recém-nascido (Mee, 2004).

É importante após o nascimento, verificar que existe uma respiração espontânea e de seguida proceder à limpeza e desobstrução das vias aéreas, à verificação do batimento cardíaco, ao estabelecimento da respiração se necessário recorrendo à respiração artificial, e à avaliação e tratamento da acidose fetal (Jackson, 2004).

## 2.5- Constituição do colostro

### 2.5.1 - Constituição geral

O colostro é o primeiro leite produzido pela progenitora com uma duração de 4 dias após o parto, é muito rico em imunoglobulinas que advém da produção humoral na corrente sanguínea e dos plasmócitos mamários. (Duarte *et al.*, 2004; Pace *et al.*, 2004; Cortese, 2009; Przybylska *et al.*, 2007).

A produção de colostro precede a lactação sendo o colostro fundamental para a passagem da imunidade da progenitora para a cria, dado que os vitelos nascem sem imunidade específica ao contrário do que sucede noutras espécies. De acordo com estudos realizados por distintos autores nos vitelos não ocorre transferência de imunoglobulinas da progenitora para o feto através da placenta sindesmocorial. (Weaver *et al.*, 2000; Heinrichs *et al.*, 2001; Santos *et al.*, 2001; Duarte *et al.*, 2004; Leslie *et al.*, 2007). Assim sendo será através do colostro que os vitelos recebem a imunidade necessária para resistirem aos agentes infecciosos.

No colostro as imunoglobulinas predominantes são G1 (IgG1), M (IgM) e A (IgA) e G2 (IgG2). (Heinrichs *et al.*, 2001; Dawes *et al.*, 2007; Vaala *et al.*, 2009; Przybylska *et al.*, 2007). A concentração de imunoglobulinas IgA e IgM é menor relativamente à IgG, sendo que esta é superior no primeiro dia baixando posteriormente (Figura 2.1).

Para além de imunoglobulinas o colostro é composto por elementos essenciais ao desenvolvimento do vitelo neonatal, contém, carboidratos, lípidos, proteínas, minerais e vitaminas (Blattler, 2001). É fonte de inúmeros micronutrientes, hormonas de crescimento, células de reforço de sistema imunitário, citocinas e componentes de defesa inespecífica (lactoperoxidase, lactoferrina, lisozima) (Benesi *et al.*, 2004; Garry *et al.*, 2007; Dawes *et al.*, 2007; Cortese, 2009; Nagy, 2009; Stelwagen *et al.*, 2009).

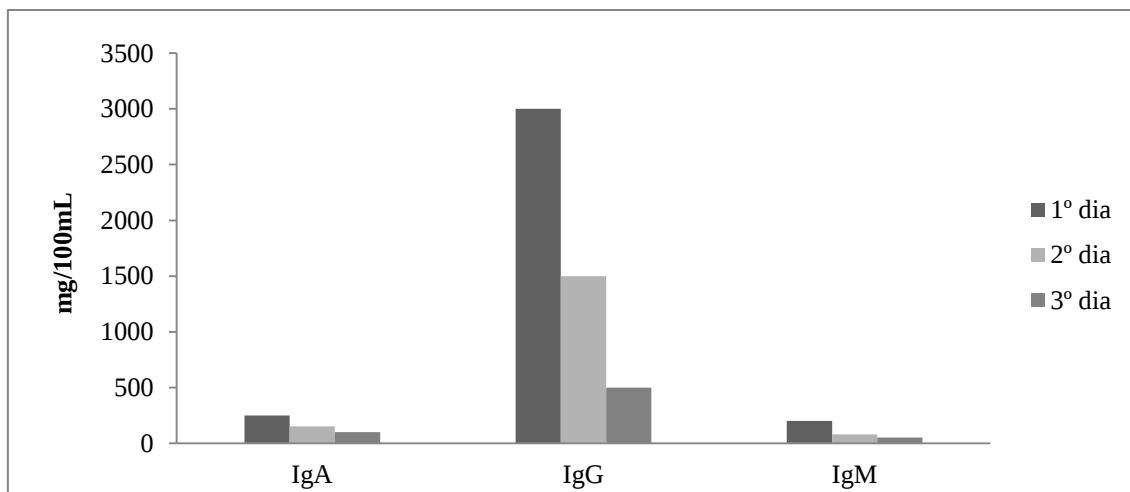


Figura 2.1 – Concentração das principais imunoglobulinas (IgA, IgG e IgM) no colostro, ao longo dos três primeiros dias após o parto (Kelly, 2003).

O colostro é uma fonte de imunidade passiva e nutrição essencial para o vitelo, fornecendo-lhe proteínas e energia altamente digeríveis, anticorpos circulantes e anticorpos de ação local na mucosa intestinal, desencadeia a movimentação do mecónio no intestino e estimula o sistema enzimático digestivo (Stull e Reynolds, 2008). O colostro administrado de forma correta (nas primeiras horas após o parto) permite prolongar a curva da imunidade passiva, ou seja, a imunidade que é transmitida da vaca para o vitelo, diminuindo assim um dos períodos críticos que normalmente ocorrem por volta dos 21 dias de vida. Posteriormente, os vitelos desenvolvem a sua própria imunidade (imunidade ativa) (Figura 2.2).

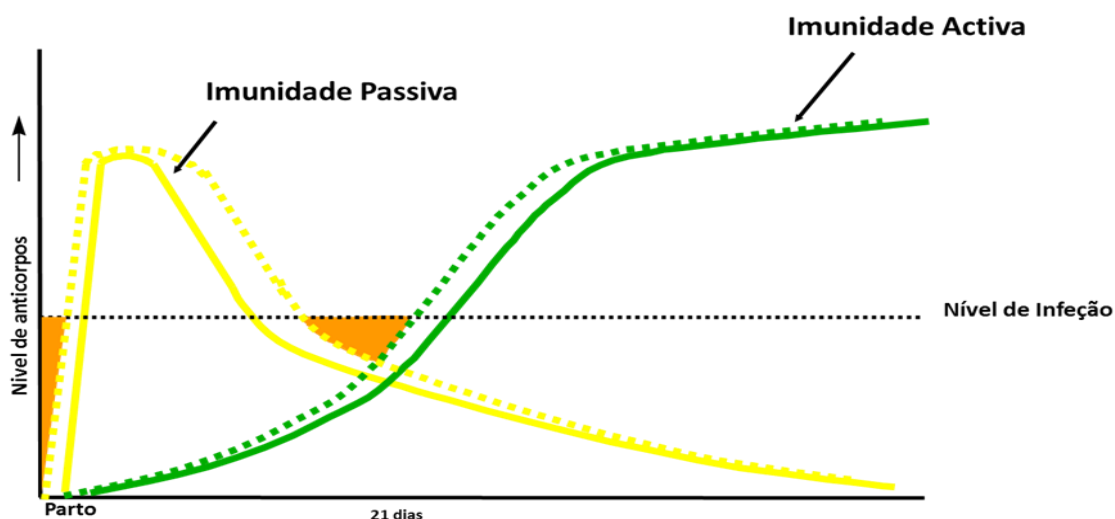


Figura 2.2: Momentos críticos no desenvolvimento da imunidade dos vitelos (adaptado de Holm e Laue, 2014).

A composição e características físicas do colostro variam devido a vários fatores, incluindo individualidade, raça, paridade, alimentação pré-parto, duração do período seco da vaca, momento da ordenha pós-parto, entre outros (Weaver *et al.*, 2000).

As distintas raças têm maior ou menor quantidade de imunoglobulinas presentes no seu colostro. A raça leiteira europeia mais comum, Holstein-Frísia apresenta, na generalidade dos casos, menor concentração de imunoglobulinas G (IgG) enquanto que as vacas de carne têm uma maior concentração. (Dawes *et al.*, 2007)

O colostro saudável de um bovino tem geralmente uma contagem celular de cerca de um milhão de células por mililitro (Godden, 2008).

### **2.5.2- Fonte de imunidade passiva**

O colostro é a primeira secreção produzida pela glândula mamária da vaca depois do parto e como demonstrado por Stott *et al.* (1981) tem uma concentração de imunoglobulinas muito superior ao leite excretado subsequentemente.

Em ruminantes, como referido anteriormente, não ocorre transferência de constituintes do sistema imunitário para o feto no útero, logo o recém-nascido é hipogamaglobulinémico (Weaver *et al.*, 2000). A concentração de imunoglobulinas do colostro em combinação com a capacidade absorptiva da mucosa intestinal do vitelo recém-nascido para imunoglobulinas, torna o colostro a fonte de imunização desta espécie (Larson *et al.*, 1980).

As imunoglobulinas são consideradas os fatores de defesa mais importantes presentes no colostro e são responsáveis pela proteção do recém-nascido contra doenças entéricas e sistêmicas. Após a absorção dos anticorpos pelo intestino, estes passam a ser componentes do sangue, identificando e eliminando agentes patogénicos, prevenindo infeções. No entanto, as imunoglobulinas absorvidas podem também ser re-excretadas pela mucosa intestinal atuando localmente de modo a prevenir doenças gastrointestinais. Também as imunoglobulinas presentes no colostro podem desempenhar diretamente este papel, quando atingem o intestino e antes de serem absorvidas, ou quando o intestino já não apresenta capacidade absorptiva para estas moléculas (Godson *et al.*, 2003).

O colostro apresenta também outros constituintes que auxiliam a resposta imunitária do vitelo recém-nascido, como a lactoferrina, a lisosima e a lactoperoxidase que atuam como fatores antimicrobianos (Godson, 2003) ou os oligossacáridos que fornecem proteção do intestino contra agentes patogénicos, atuando como inibidores competitivos para locais de ligação no epitélio intestinal (Godden, 2008). O inibidor de tripsina, encontrado no colostro numa concentração 100 vezes a sua concentração no leite inteiro, é também um composto importante na transferência passiva bem-sucedida, na medida em que protege a imunoglobulinas e outras proteínas da degradação proteolíticas no intestino do vitelo recém-nascido (Godden, 2008).

Ainda existem outros elementos imunologicamente ativos, presentes no colostro, que são transferidos via mucosa intestinal para o vitelo recém-nascido como citocinas (IL-2, TNF, IL-1, IL-6), leucócitos funcionais (entre os quais macrófagos, linfócitos, neutrófilos e plasmócitos) e sistema de complemento (conjunto de proteínas que reagem entre si de forma a eliminar os agentes patogénicos através dos anticorpos) (Stelwagen *et al.*, 2009).

O colostro é também fonte de vitaminas lipossolúveis, como a vitamina A e a vitamina E, necessárias a uma resposta eficaz a infeções e vacinações (Woolums, 2008).

### **2.5.3 - Efeito no desenvolvimento do aparelho digestivo**

O colostro tem um efeito positivo no desenvolvimento e funcionamento do intestino do vitelo recém-nascido afetando a ação de várias enzimas digestivas e hormonas gastrointestinais e melhorando a capacidade de absorção de nutrientes (Blum e Hammon, 2000). Isto deve-se ao facto de conter elementos bioativos e substâncias promotoras de crescimento como hormonas peptídicas, fatores de crescimento, citocinas, hormonas esteróides, tiroxina, nucleótidos, poliaminas, enzimas, lactoferrina, lisozimas, insulina, IGF-1 e IGF-2. Segundo diversos estudos, o IGF-1 é o regulador principal do desenvolvimento do trato gastrointestinal do vitelo estimulando o crescimento da mucosa, as enzimas das microvilosidades intestinais, a síntese intestinal de DNA, o tamanho das vilosidades e a absorção de glucose (Godden, 2008).

Os vitelos alimentados com colostro apresentam vilosidades duodenais com maior área, altura e rácio altura/profundidade da cripta, comparando com vitelos que não ingeriram colostro. Em relação à absorção intestinal, os vitelos que ingeriram colostro ao

nascimento apresentaram maior concentração plasmática de xilose depois da administração de xilose oral, do que vitelos privados de colostro, o que sugere que ocorre uma intensificação da capacidade absorptiva do intestino nos animais que ingerem colostro (Heinrichs e Elizondo-Salazar, 2008).

#### **2.5.4 - Programa de manejo de colostro**

O programa de manejo de colostro numa exploração tem como objetivo garantir a transferência passiva bem sucedida. Para que isso seja possível, o vitelo tem que consumir uma quantidade suficiente de imunoglobulinas e ser capaz de absorver para a circulação sistêmica. Os fatores que mais influenciam a quantidade de imunoglobulinas consumida são a qualidade e volume do colostro administrado, e o que mais afeta a absorção das mesmas é a rapidez com que se administra o primeiro volume de colostro após o nascimento (Godden, 2008).

Apesar dos produtores terem conhecimento da importância que o adequado manejo de colostro e a antecipada administração de colostro de elevada qualidade tem para a saúde geral do efetivo jovem da exploração, a incidência de falha de transferência passiva e subsequente morbidade e mortalidade neonatal na maioria das explorações é continua. As dificuldades apresentadas na implementação de um programa de administração de colostro incluem a grande variabilidade existente na concentração normal de imunoglobulinas do colostro, a dificuldade em estimar a concentração de imunoglobulinas do colostro de cada vaca, a presença e desenvolvimento de agentes patogênicos no colostro e a necessidade de recolher e administrar colostro a vitelos muito cedo após o nascimento (Quigley, 2004).

#### **2.5.5 – Administração de colostro**

O colostro é o fator mais importante para a prevenção de doenças infecciosas neonatais, daí que a sua administração inadequada seja um dos maiores riscos à saúde do animal. (EFSA, 2006).

A ingestão abundante de colostro de boa qualidade nas primeiras seis horas de vida é de extrema importância para a sobrevivência e estado de saúde do vitelo, isto porque a absorção de imunoglobulinas é algo que se irá prolongar ao longo das primeiras 24h de vida sendo máxima durante as primeiras quatro horas após o nascimento. Esta absorção tende a diminuir com o passar do tempo tal como a diminuição da concentração de

imunoglobulinas no próprio colostro produzido pela progenitora e como tal é aconselhável o uso do primeiro colostro da vaca (Godden *et al.*, 2008; Vasseur *et al.*, 2010).

O vitelo deverá continuar a ingestão de colostro durante os primeiros 4 dias de vida apesar desta diminuição de quantidade tanto no colostro como na capacidade de absorção por parte do próprio vitelo, dado que as imunoglobulinas promovem uma proteção contra bactérias e outros organismos, nomeadamente rotavírus e coronavírus, que causam diarreia nos dias após o nascimento. (Heinrichs *et al.*, 2001; Duarte *et al.*, 2004)

### 2.5.6 – Transferência de imunidade materna ao vitelo

Para assegurar a toma da quantidade necessária de colostro, este deve ser retirado da mãe e administrado ao vitelo através de tetinas ou sonda esofágica. Assim, deve ordenhar-se a vaca logo a seguir ao parto (até 6h pós-parto), de modo a retirar colostro com a máxima concentração de imunoglobulinas, uma vez que esta vai diminuindo ao longo do tempo (Figura 2.3).

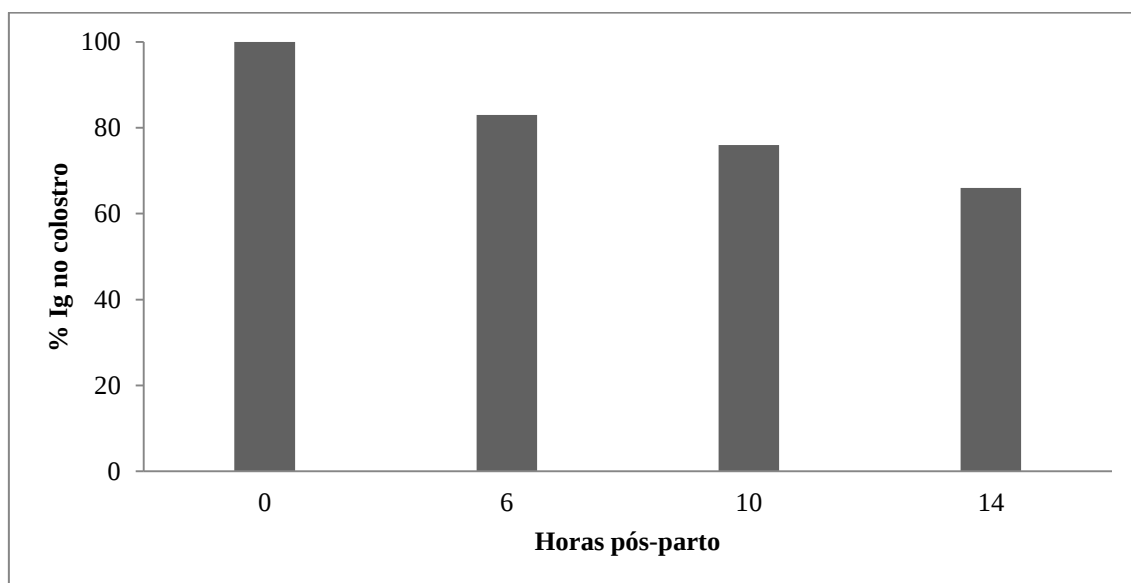


Figura 2.3 – Capacidade de produção de imunoglobulinas pelas vacas nas primeiras horas pós-parto, em percentagem (adaptado de Martín e Partida 2011).

A administração de um volume de pelo menos 3 litros de colostro de boa qualidade (Godden, 2008), aumenta a taxa de transferência passiva de Imunoglobulinas quando efetuada nas primeiras 4 horas de vida. No entanto, a taxa de transferência passiva diminui se a mesma quantidade de colostro for administrada em períodos sucessivos.

(Stott e Marx, 1979) Independentemente do momento em que ocorre o cessamento de absorção no intestino, a transferência de imunoglobulinas através do epitélio intestinal é ótima nas primeiras 4 horas de vida do vitelo e começa a diminuir rapidamente após as 12 horas pós-parto (Weaver, *et al.*, 2000). Segundo Stott e Marx (1979), sempre que a primeira administração de colostro se verifica após as 12 horas de vida, a eficiência de absorção de imunoglobulinas diminui substancialmente ou pode não ocorrer (Figura 2.4).

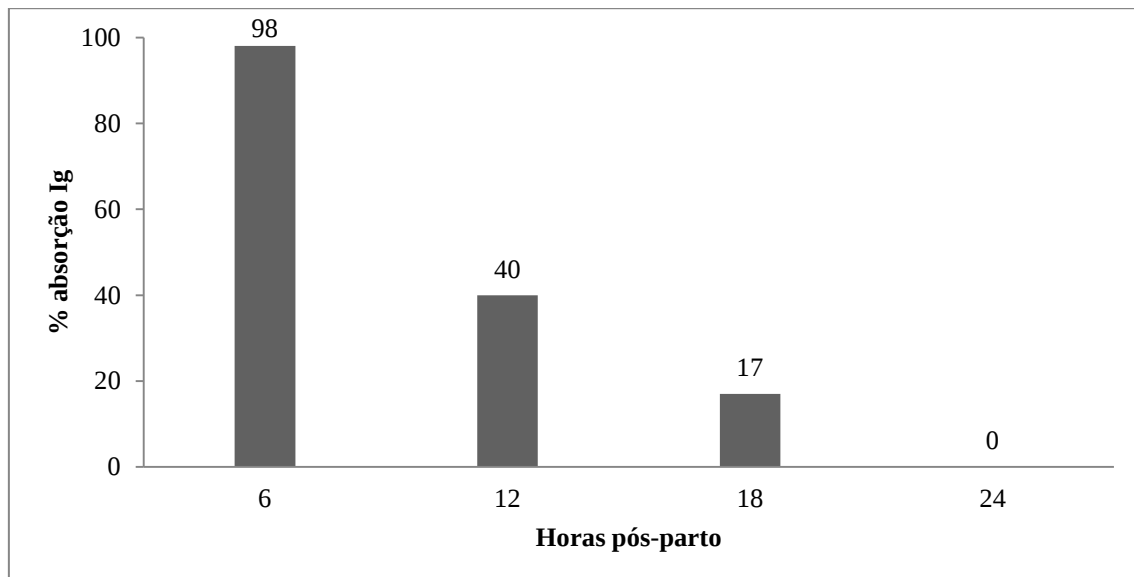


Figura 2.4 – Capacidade de absorção de imunoglobulinas do colostro pelos vitelos nas primeiras horas após o nascimento, em percentagem (adaptado de Martín e Partida 2011).

A impermeabilização intestinal a macromoléculas ocorre progressivamente com o avançar da idade do vitelo. Um vitelo ao qual não foi administrado colostro, apresenta como média de cessamento de absorção de macromoléculas as 24 horas pós-parto. No entanto, a capacidade de absorção de imunoglobulinas pelos vitelos que ingerem colostro imediatamente após o nascimento termina mais cedo, admitindo que o animal ingeriu o colostro necessário para aquisição de imunidade. Por outro lado, se a administração de colostro for adiada algumas horas, o momento em que ocorre o cessamento da absorção de macromoléculas pelo intestino será adiado até às 36 horas de vida. Deste modo, a idade do vitelo à primeira ingestão de colostro influencia o momento em que ocorre o cessamento da absorção intestinal de macromoléculas enquanto a quantidade de colostro ingerido não tem qualquer efeito a este nível (Stott *et al.*, 1979).

A administração tardia de colostro ao vitelo, para além de levar à menor absorção de imunoglobulinas pelo intestino, também prolonga a exposição do epitélio intestinal do vitelo à invasão por microrganismos antes que a ativação pinocítica colostral das células e a cessação da absorção indiscriminada de macromoléculas possa ocorrer (Stott e Marx, 1979).

O colostro normal bovino contém mais de  $1 \times 10^6$  células/ml de leucócitos maternos ativos, incluindo macrófagos, linfócitos T e B e neutrófilos. Parte destas células são também absorvidas pelo intestino nas primeiras 24 horas de vida, sendo preferencialmente absorvidas pelo epitélio das placas de Peyer no jejuno e íleo. Estas, depois de entrarem no sistema circulatório são direcionadas para tecidos não linfóides e tecidos linfóides secundários, desaparecendo da circulação sanguínea às 24 a 36 horas após a ingestão do colostro (Godden, 2008).

### **2.5.7 - Cessação da capacidade absorptiva do intestino**

A maturação do trato gastrointestinal inicia-se imediatamente após o nascimento e inclui a renovação das células intestinais, a acidificação abomasal, o desenvolvimento de secreções intestinais e o aparecimento de vacúolos digestivos intra-epiteliais (Quigley, 2004).

A maturação do intestino delgado é responsável pela perda da eficiência de absorção intestinal para macromoléculas e pelo cessamento da capacidade absorptiva do intestino aproximadamente às 24 horas de vida do vitelo. A maturação do intestino inicia-se com a substituição de enterócitos por uma população mais madura de enterócitos e finalmente pela exaustão da capacidade de pinocitose (Weaver *et al.*, 2000). O processo de cessamento de absorção ocorre de forma retrógrada, em que a membrana basal das células deixa de libertar os vacúolos com as macromoléculas, terminando assim o transporte e por conseguinte a absorção pelo sistema tubular das células. (Bush e Staley, 1979). A capacidade de absorção de imunoglobulinas é elevada na primeira hora após o parto, diminuindo progressivamente, sendo praticamente nula 32 horas após o parto (Figura 2.5).

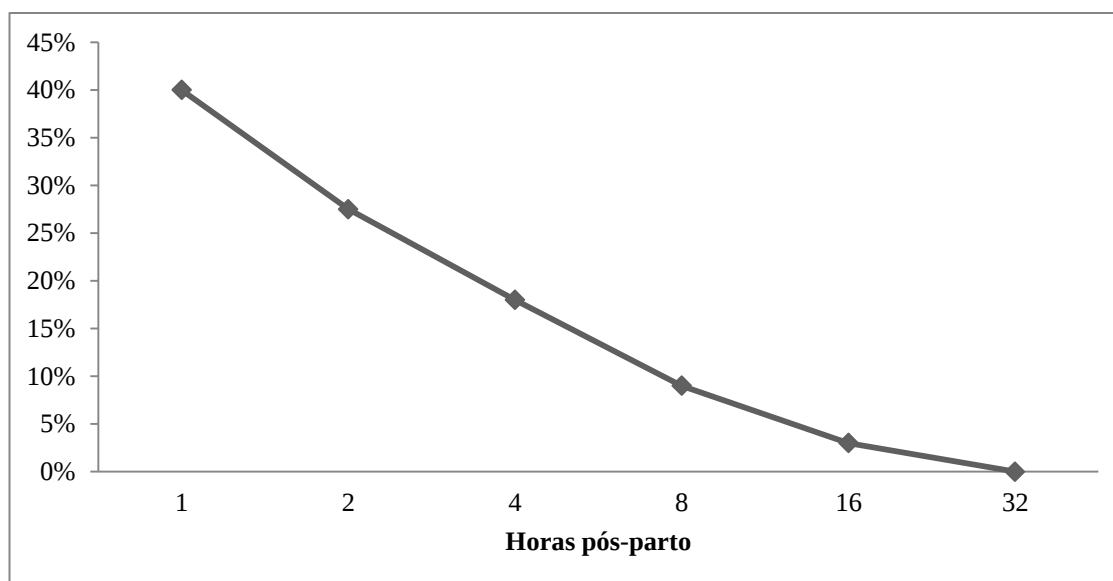


Figura 2.5 - Aparente eficiência de absorção do intestino dos vitelos ao longo do tempo. (adaptado de Holm e Laue, 2014)

A secreção de enzimas digestivas contribui para a diminuição da eficiência de absorção intestinal na medida em que degrada as imunoglobulinas antes da sua absorção. A secreção de enzimas digestivas é limitada ao nascimento e no período que o precede, de modo a permitir que macromoléculas como as imunoglobulinas escapem à digestão e sejam absorvidas. No entanto, às 12 horas pós-parto, a secreção enzimática aumenta, reduzindo a capacidade das imunoglobulinas de atingirem a circulação periférica sem que sejam degradadas (Quigley e Drewry, 1997).

O estabelecimento de populações microbianas intestinais é outro fator que contribui para a diminuição da eficiência de absorção intestinal do vitelo para macromoléculas após o nascimento. O trato intestinal do vitelo recém-nascido é estéril à nascença, no entanto, começa a ser colonizado por bactérias ambientais após poucas horas. Essa colonização pode ser acelerada quando o vitelo se encontra num ambiente que promova o crescimento de agentes patogénicos (Quigley e Drewry, 1997). A presença de bactérias no intestino vai assim aumentar o ritmo de cessamento da absorção intestinal, devido à competição de bactérias e moléculas de imunoglobulinas pelos recetores das células epiteliais intestinais, ou através da ligação entre bactérias e moléculas de imunoglobulinas no lúmen intestinal que vai levar à diminuição da disponibilidade e absorção das imunoglobulinas (Heinrichs e Elizondo-Salazar, 2008).

### 2.5.8- Qualidade do colostro

Embora o colostro seja um composto com inúmeras e diferentes funções, o facto da extensiva pesquisa que interliga a concentração de imunoglobulinas à saúde do vitelo e da IgG ser a imunoglobulina que se encontra em maior proporção no colostro, leva a que a concentração seja considerada como o marcador principal para a avaliação da qualidade do colostro. O colostro de boa qualidade tem uma concentração de imunoglobulinas superior a 50 g/l (Godden, 2008).

A qualidade de colostro pode variar significativamente devido a fatores que não podem ser controlados pelo manejo como: a variação individual, as características da raça ou a idade do animal. No entanto, outros fatores podem ser alvo de melhoria consoante o manejo a que os animais estão sujeitos, tais como a vacinação pré-parto, a duração do período seco e o momento de ordenha do colostro (Godden, 2008).

O colostro de boa qualidade deve também apresentar uma contagem bacteriana inferior a 100.000 UFC/ml e uma contagem de coliformes fecais inferior a 10.000 UFC/ml. Deve evitar-se o uso de colostro proveniente de vacas que sofreram perdas de leite ou que foram ordenhadas antes do parto, pois estas já perderam colostro de qualidade, vacas com mamite ou colostro que se apresente aquoso ou sanguinolento. Depois de retirado o colostro, este deve ser armazenado corretamente caso não seja usado imediatamente, de modo a evitar a sua contaminação (Martín e Partida, 2011; Divers e Peek, 2008).

A qualidade do colostro é afetada pelos seguintes fatores:

- Número de lactações: as vacas a partir da terceira lactação tendem a ter colostro de qualidade superior (maior concentração de imunoglobulinas) do que novilhas ao primeiro parto, pois já foram expostas a maior quantidade de agentes patogénicos. No entanto, o colostro de novilhas de primeiro e segundo partos deve sempre ser avaliado quanto à sua qualidade antes de ser descartado (Weaver *et al.*, 2000).

- Raça: os bovinos de carne tendem a apresentar colostro de superior qualidade aos bovinos de leite (Godden, 2008). Nas raças de leite, a Jersey revela qualidade superior à Holstein-Frísia, 90,4 g/l e 55,9 g/l imunoglobulinas, respetivamente (Muller e Ellinger, 1981).

- Leite produzido: há uma relação de proporcionalidade inversa entre a quantidade de colostro produzido à primeira ordenha e a concentração de imunoglobulinas, devido à diluição destas num maior volume de colostro. Assim, quando a primeira ordenha é superior a 8,5 kg o colostro apresenta, normalmente, uma concentração mais baixa de imunoglobulinas. Este facto deve-se à diluição das imunoglobulinas num maior volume de colostro (Godden, 2008).

- Estado imune da vaca: a exposição a agentes patogénicos e a vacinação a que a vaca foi submetida interferem, aumentando o nível de imunoglobulinas contra agentes patogénicos específicos (Godson *et al.*, 2003) (Figura 2.6).

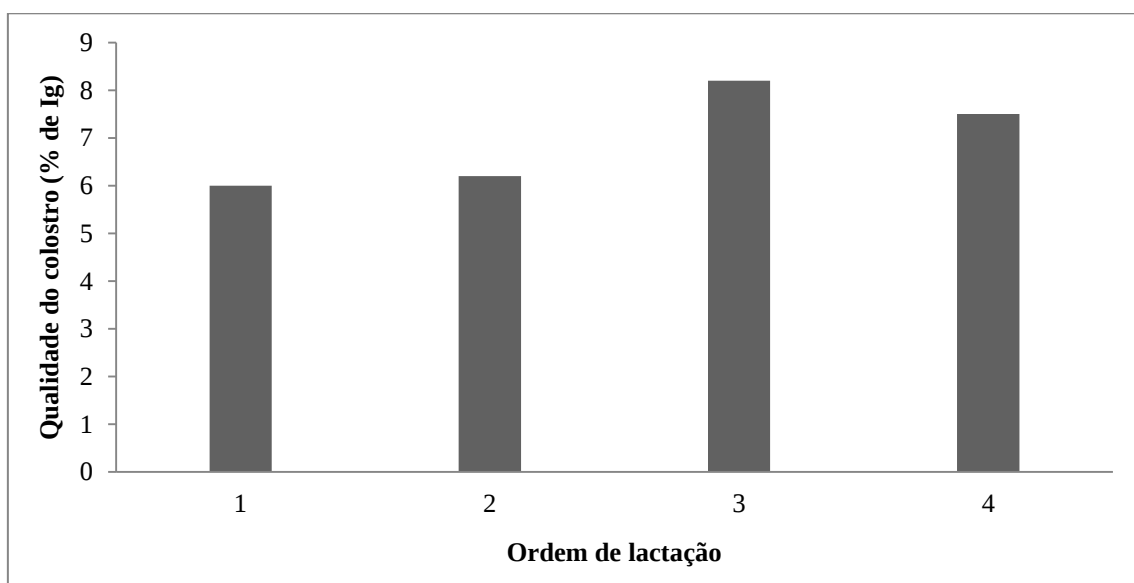


Figura 2.6 - Variação da qualidade do colostro com o aumento do número de lactações (adaptado de Gonzales, 2001).

- Período seco: se o período seco for inferior a 45 dias, a qualidade do colostro pode diminuir, devido a não haver tempo suficiente para a transferência de imunoglobulinas do sistema circulatório para a glândula mamária e consequente incorporação no colostro (George, 2011).

- Nutrição no período seco: apesar de estudos recentes não demonstrarem uma relação significativa entre fatores de nutrição e concentração de Imunoglobulinas do colostro, a nutrição é muito importante neste período e deve ser adequada. (Godden, 2008)

- Condição corporal ao parto: foi demonstrado que condições corporais de 3,25 e 3,5 produzem colostro de qualidade superior e melhores performances reprodutivas (Roche *et al.*, 2009)

- Gotejamento de colostro e ordenha pré-parto: caso ocorra gotejamento de colostro, ordenha pré-parto ou ordenha tardia, a vaca não apresentará colostro suficiente ou revela menor qualidade, aquando do nascimento do vitelo (Godden, 2008).
- Ordenha tardia: quando a ordenha de colostro é adiada após o parto ocorre uma diminuição da sua qualidade. Este tem concentração de imunoglobulinas máxima após o parto, diminuindo progressivamente a cada hora que passa (Godden, 2008).
- Exposição a temperaturas muito elevadas durante o período seco ou manejo inadequado no final da gestação: estes fatores levam a que ocorra uma diminuição da qualidade do colostro, com uma concentração inferior de imunoglobulinas (Nardone *et al.*, 1996).
- Estação do ano: o volume de colostro em vacas no final do verão era muito baixo, este facto foi atribuído ao fotoperíodo e ao stresse de calor, não tendo sido encontrada uma relação com alterações na dieta (Drackey, 2011).
- Mistura de colostro: a adição de colostro de vários animais pode diminuir a sua qualidade devido à diluição, sendo ainda de evitar devido a razões de biossegurança, como seja o potencial de transmissão de *Mycobacterium avium paratuberculosis* (Lorenz *et al.*, 2011).
- Contaminação bacteriana do colostro: a ordenha não higiénica do colostro ou o armazenamento incorreto do mesmo pode levar à contaminação bacteriana e consequente diminuição da quantidade de imunoglobulinas absorvida pelo vitelo, diminuindo assim, a qualidade do colostro (Morrill *et al.*, 2012).

## **2.6 - Maneio de vitelos até ao desmame**

O período que medeia o nascimento e o desmame é aquele com a maior taxa de mortalidade, pois é nesta altura que os vitelos estão mais vulneráveis a todo tipo de problemas. Sabe-se também que aproximadamente 75% das mortes nos vitelos com menos de um ano de idade acontecem durante o primeiro mês de vida. Este indicador mostra que é um período crucial para a implementação de um bom sistema de manejo (Radostits, 2001).

As causas mais importantes de perda económica nesta fase englobam: abortos, nados mortos e defeitos congénitos; enterites; onfaloflebites e artrites; septicémia; pneumonia

enzoótica; doenças nutricionais; parasitas intestinais e respiratórios, etc. As enterites são responsáveis por cerca de 75% das mortes nas primeiras 3 semanas de vida (Radostits, 2001).

Os pontos fulcrais presentes nesta altura da vida de um vitelo são: a energia e saúde do animal ao nascimento; o colostro e a imunidade por este fornecida e a contaminação do ambiente. O primeiro fator é afetado pelo estado nutricional da mãe, por períodos de anorexia, febre e septicémia durante a gravidez e ainda pela facilidade do parto.

Além do exposto, outros aspetos importantes desta fase da recria são: o manejo e nutrição da vaca no período seco, pois a energia e a saúde do vitelo recém-nascido pode ser influenciada por esta fase (Martin *et al.*, 2007); a seleção do empregado/encarregado da recria, pois essa pessoa tem uma grande influência na saúde dos vitelos; a sazonalidade da taxa de mortalidade, sendo esta maior em meados do Verão e do Inverno; o controlo das condições das instalações das vitelas a vários níveis (isolamento térmico, ambiente térmico, humidade relativa, circulação de ar, densidade populacional, desinfeção e sanidade, tipo de estabulação); a nutrição da vitela desde que nasce até ao desmame completo (Radostits, 2001).

## **2.6.1- Nutrição do nascimento até ao desmame**

### **2.6.1.1 - Sistema digestivo do vitelo recém-nascido**

O sistema digestivo dos vitelos, no período que vai desde o nascimento até ao desmame, passa por diferentes etapas de desenvolvimento que pode ser dividido em quatro fases:

- 1- Fase de recém-nascido (0 às 24h);
- 2 - Fase pré-ruminante (1 dia a 3 semanas);
- 3 - Fase de transição (3 a 8 semanas)
- 4 - Fase de pré-desmame e pós-desmame (8 semanas até à idade adulta) (Leek, 2006).

### **2.6.1.2 -Fase de recém-nascido**

O vitelo, desde o nascimento até às 2 semanas de vida, pode ser considerado um animal monogástrico. O seu sistema digestivo, ao nascimento, centra-se no abomaso e trato intestinal, uma vez que os pré-estômagos (rúmen, retículo e omaso) se encontram não funcionais e toda a alimentação passa diretamente para o abomaso através da goteira

esofágica. O acionamento da goteira esofágica ocorre a partir da junção das pregas musculares do rúmen e retículo, aquando da estimulação dos vitelos através de imagens visuais ou sons que se encontram associados à alimentação e à resposta reflexa de deglutição, permitindo assim a condução direta da alimentação líquida para o abomaso. A alimentação dos vitelos, quando feita pela mão humana (balde com tetina ou biberão), deve ser efetuada numa posição equiparada à posição natural de amamentação na mãe, de modo a impedir a retenção de alimento no rúmen imaturo e, por conseguinte, situações de retenção de líquidos que causam problemas digestivos (por exemplo, timpanismo, alteração do pH ou desenvolvimento de flora microbiana anormal). Nesta fase a dieta baseia-se na toma de colostro, em que a ausência de digestão gástrica no primeiro dia de vida permite que as imunoglobulinas passem diretamente e de forma intacta do abomaso para o intestino, onde serão absorvidas nas primeiras horas após o nascimento. A alimentação com colostro deverá ser praticada, pelo menos, durante os primeiros 3 a 4 dias de vida (Heinrichs *et al.*, 2001)

Os vitelos devem ter água disponível a partir do primeiro dia de vida, sendo uma necessidade básica e a ingestão da mesma é importante para a saciação da sede e está associada ao aumento de ingestão de alimento seco e ao desenvolvimento do rúmen (Stull e Reynolds, 2008).

#### **2.6.1.3 - Fase pré-ruminante e fase de transição**

Nestas fases, a escolha da alimentação líquida depende da preferência e capacidade económica de cada produtor, variando entre o leite inteiro, leite de substituição ou leite não comercializável. O leite não comercializável, nomeadamente o leite de vacas com mamite, quando utilizado, deve ser sempre pasteurizado, uma vez que é um fator de risco para o desenvolvimento de doença. Para além disso, a utilização de leite com resíduos de antibióticos deve evitar-se devido à criação de resistências a longo prazo. Seguindo o sistema de nutrição tradicional (alimentação restrita), para além da alimentação líquida adequada, pode-se encorajar os vitelos a iniciarem a ingestão de alimentos sólidos, antecipando assim o desenvolvimento ruminal e posterior desmame precoce, reduzindo os encargos financeiros dispendiosos com a alimentação líquida.

Todavia, o sistema de nutrição restrito só permite manter os níveis de energia de manutenção e ganho de peso mínimos sob condições de temperaturas neutras (temperaturas entre 10°- 21°C), sendo necessário adequar a alimentação de modo a

satisfazer as necessidades energéticas consoante as condições ambientais (Heinrichs e Radostits 2001; Kahn e Line 2010; Lorenz *et al.*, 2011 (a); Matos, 2013).

A introdução da alimentação sólida pode ser iniciada às 2 semanas de vida, devendo ser à base de um concentrado de iniciação formulado especificamente para vitelos. No entanto, somente após as 3 semanas de vida são visíveis aumentos de ingestão de concentrado. À medida que os vitelos começam a ingerir alimentos secos, nomeadamente concentrado de iniciação, o rúmen começa a fornecer nutrientes produzidos por fermentação, entre os quais os ácidos gordos voláteis (AGV), que vão permitir o desenvolvimento correto das papilas ruminais e estabelecimento da flora bacteriana local, para além de serem utilizados como fonte de energia pelos vitelos. O desmame ocorre quando o rúmen se transforma no compartimento digestivo principal, ou seja quando o vitelo consegue ingerir aproximadamente 1 quilograma (Kg) de concentrado de iniciação por dia. (Jones e Heinrichs 2006; Kahn e Line 2010; Lorenz *et al.*, 2011 (b)).

O desenvolvimento ruminal e a capacidade de produzir e absorver AGV devem ocorrer antes de se efetuar o desmame, evitando perdas de peso e diminuição das taxas de crescimento quando os vitelos são desmamados. A disponibilidade de água é essencial desde os primeiros dias de vida, tendo um papel importante no correto desenvolvimento ruminal, já que a população bacteriana local necessita de um ambiente líquido para desempenhar o seu papel na fermentação dos alimentos. Finalmente, a introdução da forragem torna-se importante após o desmame, pois estimula um maior desenvolvimento ruminal e impede a acumulação de queratina entre as papilas (Jones e Heinrichs 2006; Kahn e Line 2010; Matos 2013).

## **2.7 – Sistemas de alimentação para vitelos**

Entres os vários sistemas de alimentação encontram-se os baldes comuns, os baldes com tetinas individuais ou coletivas para fornecimento de leite e os sistemas de alimentação automáticos. Os sistemas de alimentação automáticos permitem uma administração de leite várias vezes ao longo do dia, minimizando as alterações no comportamento fisiológico dos vitelos. Vitelos alimentados *ad libitum* através de tetinas dispendem cerca de 45 minutos por dia na ingestão de leite (Appleby *et al.*, 2001) em comparação com vitelos alimentados através de balde, que necessitam de menor período de tempo (Passillé *et al.*, 2004). O fornecimento de leite a partir de baldes ou sistemas de

alimentação que disponham de tetinas permite aos vitelos ter acesso ao alimento de forma mais natural. Segundo o comportamento natural dos vitelos, estes fazem aproximadamente entre 8 a 9 (von Keyserlingk *et al.*, 2004), e 10 refeições por dia (Appleby *et al.*, 2001).

Kung *et al.* (1997) avaliaram dois tipos de sistemas de alimentação associados a sistemas de alojamento diferentes. Um dos sistemas consistia no alojamento dos vitelos em casotas individuais e alimentados manualmente duas vezes por dia até às 7-8 semanas de idade e com concentrado de iniciação disponível *ad libitum*. O outro sistema consistia no alojamento dos vitelos em grupo e no controlo do acesso ao leite e ao concentrado de iniciação 24h/dia através de sistema automático computadorizado. Os autores verificaram que o ganho médio de peso ao desmame era semelhante para os dois sistemas e que os animais estabulados individualmente necessitavam de mais tratamentos comparativamente aos animais estabulados em grupo. De Passillé *et al.* (2004) e von Keyserlingk *et al.* (2006) também verificaram que os ganhos de peso ao desmame em sistemas de alimentação convencional e automático foram semelhantes.

Avaliou-se o efeito do agrupamento de novos vitelos no comportamento alimentar e na competitividade entre vitelos, verificando-se que os vitelos introduzidos de novo num grupo alteravam o seu comportamento alimentar no dia do agrupamento. Nesse dia os vitelos visitavam menos vezes o alimentador automático ( $6,0 \pm 1,8$  visitas/dia) do que nos dias anteriores ( $20,3 \pm 2,5$  visitas/dia) e posteriores ( $25,3 \pm 6,9$  visitas/dia) ao agrupamento. No dia do agrupamento os vitelos diminuíram 20% a ingestão de leite (O'Driscoll *et al.*, 2006).

Os vitelos criados em grupo podem apresentar comportamentos de sucção-cruzada. Este comportamento é indesejável uma vez que pode originar lesões, ingestão de urina e, possivelmente, infeções e lesões (Passillé *et al.*, 2004). Esta sucção-cruzada entre 10 a 20 minutos após a ingestão de leite pode ser reduzida drasticamente através da oferta de tetinas secas aos vitelos (Haley *et al.*, 1998; de Passillé *et al.*, 2004), através da diminuição do fluxo de leite nas tetinas e do fornecimento de feno após as refeições (Haley *et al.*, 1998) assim como o livre acesso ao alimento (Keil *et al.*, 2000 citado por Chua *et al.*, 2002). Passillé *et al.* (2004) verificaram que a utilização de alimentadores automáticos não estimulava comportamentos de sucção-cruzada durante o período de aleitamento nem nas primeiras semanas posteriores ao desmame.

Vitelos que podem mamar numa tetina seca após ingestão de leite têm maiores concentrações de insulina e colecistocinina no sangue (de Passillé *et al.*, 2001). Estas hormonas são importantes no que se pensa ser a saciedade além de outros fatores, tais como distensão do estômago ou absorção de nutrientes digeridos (Rushen *et al.*, 1995). Prolongar o período de sucção nutritiva pode permitir que estas hormonas atinjam maiores concentrações no sangue antes do vitelo terminar a ingestão de leite. A digestão do leite pode reduzir a sucção, agindo por retro controlo negativo através de distensão do rúmen ou das concentrações das hormonas circulantes, ou de ambos (Halley *et al.*, 1998).

### **2.7.1 – Descrição geral do alimentador automático**

O Alimentador Automático de vitelos (H&L 100) é projetado para uma distribuição automatizada e individualizada de leite em pó seco (substituto do leite), rações peletizadas concentradas, água e leite fresco.

É possível criar cinco grupos diferentes, definidos no alimentador que permitem a alimentação individual de vitelos. Dessa forma alguns vitelos podem ser desmamados mais cedo do que outros, podendo ser implementado um programa dietético específico (opcional). O facto de cada refeição ser preparada instantaneamente, quando o vitelo se desloca ao alimentador e a distribuição ser realizada em pequenas porções (4 a 6 refeições por dia), promove o desenvolvimento do sistema digestivo.

Além disso, o programa de alimentação adapta-se plenamente ao desenvolvimento individual do sistema digestivo do vitelo. Para alcançar a transição adequada para uma dieta sólida, o equipamento aumenta a quantidade de dieta de leite fornecida passo a passo, durante as primeiras 2 semanas de vida, e conforme o vitelo aumenta a ingestão de sólidos, permite ser desmamado progressivamente, no decurso de aproximadamente 2 a 4 semanas, dependendo do programa de alimentação ou do regime de alimentação individual (Holm e Laue, 2014).

A quantidade de leite de substituição ingerida é definida de acordo com a idade do vitelo, assim sendo, ao animal com uma semana de vida, são disponibilizados 3 litros de leite/dia, aumentando gradualmente até aos 6 litros quando atinge as 4 semanas de vida. A partir das 6 semanas o alimentador está programado para reduzir em pequenas frações a quantidade de leite, iniciando a fase de desmame (Figura 2.7).

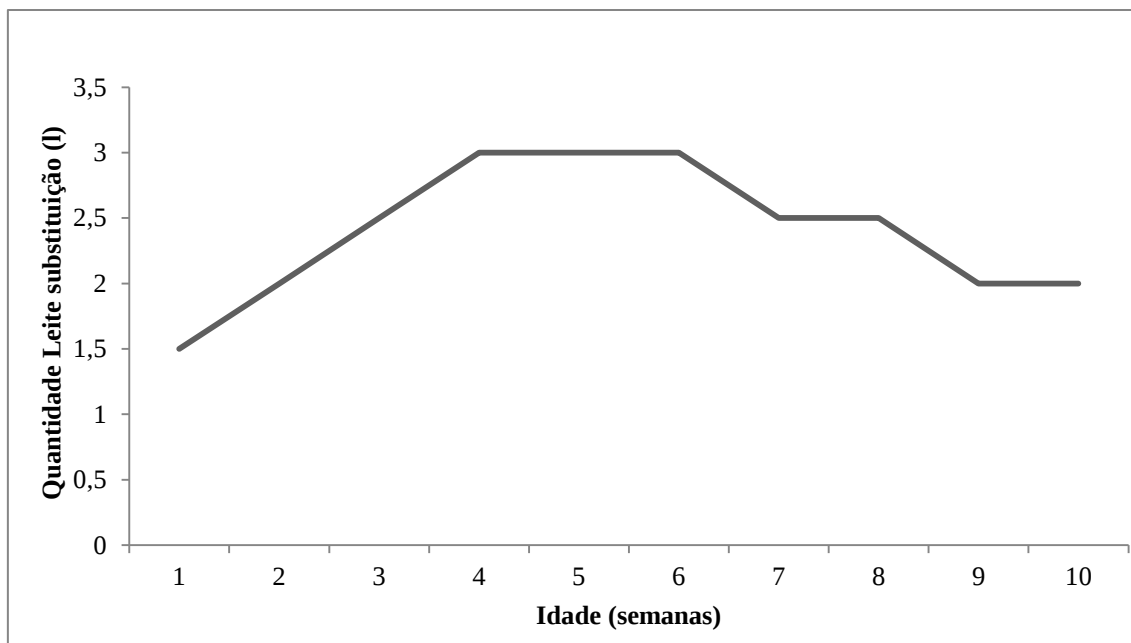


Figura 2.7 - Curva de alimentação característica do alimentador automático, com uma concentração de 125g/l correspondendo ao período de meio dia. (adaptado de Holm e Laue, 2014).

O aleitamento automático controlado por computador tem muitas vantagens sobre o balde de alimentação, pois permite aos vitelos ingerir pequenas quantidades de leite à temperatura adequada e várias vezes por dia. É possível acompanhar a ingestão diária de cada vitelo, sendo útil na detecção de animais doentes (Maatje e Verhoeff, 1991). Webster (1984) sugeriu que pequenas refeições, com frequências mais elevadas permite baixar o pH médio do abomaso reduzindo a possível infecção por agentes patogénicos.

De acordo com Maatje e Verhoeff (1991), num grupo com 15 animais em aleitamento, verificaram que cerca de 90% dos vitelos foram para o alimentador voluntariamente, após 4 dias de contacto com este sistema. Ainda segundo Pirkelmann e Friedag (1994), os alimentadores automáticos poderiam ser usados em vitelos a partir do segundo dia após o nascimento.

#### **2.7.1.1 - Descrição funcional**

No ponto de alimentação, o vitelo é identificado através do sistema eletrónico do colar ou da marca auricular. O equipamento prepara uma ração parcial (0,4 ou 0,6 l) para o vitelo de acordo com os parâmetros de alimentação pré-definidos.



Figura 2.8 – Ingestão de leite de substituição pelo vitelo no alimentador automático (Holm e Laue, 2014).

O vitelo é reconhecido eletronicamente, sendo o leite preparado fresco e bombeado em segundos para a tetina. O vitelo ingere o leite em pequenas porções, assemelhando-se ao comportamento natural de amamentação na vaca, permitindo uma digestão equilibrada da porção de leite ingerida. Após cada visita à máquina a canalização é lavada e adicionalmente executa a limpeza automática duas vezes por dia. De forma a todas as vitelas terem a sua quantidade de leite, o alimentador automático contém uma válvula contra roubo de leite, ou seja, em muitos casos quando o vitelo se encontra no alimentador é perturbado por outros vitelos acabando por não terminar a quantidade de leite a que tem direito. Neste caso, o vitelo que de seguida entra no alimentador não tem acesso a esse leite.

Na preparação de uma porção de leite de substituição, inicialmente a água quente é despejada na tina do misturador e seguidamente a quantidade apropriada de leite em pó é adicionada, posteriormente o agitador começa a funcionar e prepara uma porção de bebida homogénea. No fim do processo de mistura, é adicionada água fria para atingir a temperatura adequada do leite de substituição.

Poucos segundos após a bomba peristáltica no ponto de alimentação do vitelo, aciona a uma válvula na estação ("desligamento") que se abre e permite a alimentação do vitelo.

Uma particularidade do H&L 100 consiste na gestão do período de alimentação em meio-dia. A quantidade de leite administrado no programa de alimentação corresponde

à dose de metade de um dia (assemelha-se à alimentação manual). Esta periodicidade também proporciona novos dados sobre os vitelos (listas de alarme, etc) a cada 12 horas.

Por outro lado, o plano denominado de horas flexíveis atribui a sua própria mudança individual de meio-dia para cada vitelo. O tempo da próxima mudança de meio-dia é mostrado na lista vitelos. Isto resulta numa distribuição equilibrada dos tempos de alimentação de todos os animais ao longo do dia. No entanto, pode-se observar um aumento da atividade dos vitelos no período da manhã e ao final da tarde. (Holm e Laue, 2014).

### 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 – Caracterização das explorações

A componente prática deste trabalho foi realizada em 5 explorações de vitelos na região de Entre Douro e Minho, com alimentador automático. O estudo decorreu entre janeiro e maio de 2014.

Quadro 3.1 – Elementos caracterizadores das explorações alvo de estudo

| Explorações | Dados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Localização: S. Pedro de Rates, Póvoa de Varzim;</li><li>- Exploração de vacas leiteiras;</li><li>- Dimensão: 140 vacas em produção;</li><li>- Vitelos provenientes da própria exploração;</li><li>- Sistema: lote único;</li><li>- Idade de entrada no alimentador: 1ª semana de vida.</li></ul> |
| B           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Localização: Junqueira, Vila do Conde;</li><li>- Exploração de vacas leiteiras;</li><li>- Dimensão: 130 vacas em produção;</li><li>- Vitelos provenientes da própria exploração;</li><li>- Sistema: 2 lotes;</li><li>- Idade de entrada no alimentador: 1ª semana de vida.</li></ul>              |
| C           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Localização: Carvalhal, Barcelos;</li><li>- Exploração de vacas leiteiras;</li><li>- Dimensão: 90 vacas em produção;</li><li>- Vitelos provenientes da própria exploração;</li><li>- Sistema: 2 lotes;</li><li>- Idade de entrada no alimentador: 1ª semana de vida.</li></ul>                    |
| D           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Localização: Góios, Barcelos;</li><li>- Exploração de engorda;</li><li>- Dimensão: 120 animais;</li><li>- Vitelos provenientes do exterior;</li><li>- Idade de abate: 1 ano e 2 meses;</li><li>- Idade de entrada no alimentador: 2ª semana de vida.</li></ul>                                    |
| E           | <ul style="list-style-type: none"><li>- Localização: Brito, Guimarães;</li><li>- Exploração de engorda;</li><li>- Dimensão: 100 animais;</li><li>- Vitelos provenientes do exterior;</li><li>- Idade de abate: 7,5 meses;</li><li>- Idade de entrada no alimentador: 2ª semana de vida.</li></ul>                                         |

### 3.2– Maneio alimentar dos vitelos nas explorações

A dieta fornecida aos vitelos consiste em leite de substituição, concentrado/pré starter, complementado com feno ou palha e água à descrição, sendo a distribuição do concentrado feita *ad libitum*.

A exploração A procede à seleção e avaliação da qualidade do colostro bem como à pasteurização. O volume de colostro administrado é de aproximadamente 2 l através de tubo estomacal logo após o nascimento. No alimentador automático as fêmeas são alimentadas inicialmente com 4 l de leite por dia (1 l/toma) até aos 8 dias de vida, posteriormente durante 15 dias o alimentador aumenta gradualmente a quantidade até aos 6 l/dia (1,5 l/toma), permanecendo constante na fase posterior até iniciar a fase de desmame. Nesta exploração os vitelos são pesados diariamente através de balança existente no alimentador, iniciando-se a fase de desmame quando estes atingem um incremento de peso superior a 20 kg de peso vivo, relativamente ao peso inicial. Em relação aos machos estes têm uma curva de alimentação diferente, iniciando com 8 l diários (2 l/toma) até aos 25 dias de vida, posteriormente durante 7 dias a quantidade ingerida desce para os 6 l/dia (1,5 l/toma).

Nas explorações B e C a qualidade do colostro é medida através de um densímetro, sendo o colostro de origem materna ou armazenado, o volume administrado é de 2 l através de garrafa com tetina ou tubo estomacal. A quantidade de leite de substituição ingerida pelos vitelos é de 4 l de leite por dia (1 l/toma) nos primeiros 10 dias, aumentando nos 15 dias seguintes para 5,6 l/dia (1,4 l/toma) mantendo-se constante na fase posterior. O período de desmame inicia-se quando os vitelos atingem os 65 dias de vida diminuindo em pequenas porções de 0,2 l/dia.

Na exploração D os vitelos nos primeiros 18 dias de vida ingerem 3,2 l de leite por dia (0,80 l/toma), após esta fase e durante 15 dias a quantidade de leite de substituição aumenta para 6 l/dia (1,5 l/toma), permanecendo constante na seguinte fase. O desmame é feito a partir dos 65 dias de vida reduzindo em pequenas frações de 0,2 l de leite por dia.

Na exploração E os vitelos ingerem na fase inicial (13 dias) 4 l de leite por dia, ou seja, 1 l de leite por toma, posteriormente durante 15 dias esta quantidade aumenta para 6 l/dia. O desmame ocorre a partir dos 60 dias retirando 0,4 l/dia.

### **3.3 – Material animal**

No estudo biométrico procedeu-se à recolha do Perímetro Torácico (PT) em 384 vitelos (machos e fêmeas) da raça Holstein Frísia. Os animais encontravam-se separados em dois lotes, exceto na exploração A. Os vitelos do primeiro lote tinham entre 30 a 40 dias e no segundo lote encontravam-se os animais com idade superior a 40 dias até à fase de desmame.

### **3.4 - Biometria**

O Perímetro Torácico foi recolhido através de fita métrica escalonada em centímetros, pelo contorno medido à volta do tronco, imediatamente atrás das espáduas, com o animal em pé e com a cabeça levantada.

O peso vivo foi obtido através da fórmula referenciada por Garcia *et al.* (2009), em que:

$$PV = 78,4139 - 2,35177 \times PT + 0,0244963 \times PT^2$$

### **3.5 – Recolha de dados do alimentador automático**

O alimentador automático contém uma base de dados que permite registar a atividade de cada vitelo num período de 24 h. Os dados foram recolhidos manualmente em cada visita sendo depois exportados para uma folha Excel, com posterior validação. Os dados recolhidos referem-se aos seguintes parâmetros:

- Quantidade ingerida (l/dia): litros de leite ingerido pelo vitelo;
- Velocidade de sucção (kg/minuto): leite ingerido pelos vitelos por minuto;
- Frequência de visitas: número de vezes que o vitelo se desloca ao alimentador incluindo as visitas com e sem direito a leite num período de 24 horas;
- Intervalo entre visitas: período de tempo que medeia entre cada visita ao alimentador com direito a leite;
- Hora de visita: Registo horário da visita ao alimentador pelo vitelo em 24 horas.
- Falhas: número de vezes que o vitelo não ingere a totalidade de leite de substituição;
- Idade ao desmame: determina a idade em que os vitelos são desmamados. Na exploração A o desmame é efetuado em função do peso dos animais e nas restantes explorações de acordo com a idade.

### **3.6 – Tratamento estatístico**

A análise estatística foi efetuada recorrendo aos programas Excel 2010 (Microsoft) e SPSS para Windows versão 22 (SPSS.Inc.). Fez-se o cálculo da estatística descritiva, tanto de tendência central (média), como de dispersão (desvio padrão da média e coeficiente de variação) dos diferentes dados obtidos através do alimentador automático.

Para determinar o efeito da exploração sobre o perímetro torácico, quantidade ingerida, frequência de visitas, falhas, velocidade de sucção, GMD e idade ao desmame, utilizou-se um modelo de ANOVA e o teste de comparação de médias Tuckey. Recorrendo ao mesmo programa, procedeu-se à determinação dos coeficientes de correlação de Pearson entre todas as variáveis analisadas.

Procedeu-se a uma análise de componentes principais, tendo por base 5 variáveis, tendo-se recorrido ao programa SPSS, para determinar o número de variáveis independentes que concentram a maior parte da variabilidade dos parâmetros analisados. Apenas se selecionaram os fatores que apresentavam valores próprios superiores a 1, para assegurar que concentravam maior variabilidade que qualquer parâmetro individualmente.

## 4 – RESULTADOS

Em função dos dados recolhidos através do alimentador automático e do perímetro torácico, procedeu-se à análise dos vários parâmetros, incluindo a frequência de visitas, falhas, velocidade de sucção e quantidade de leite ingerido. Pretendeu-se assim analisar o desenvolvimento dos vitelos desde o nascimento até à idade de desmame.

Quadro 4.1 – Estatística descritiva das medições (PT e Peso), GMD (kg/dia), no período de aleitamento nas explorações em estudo.

| Parâmetros        | N   | Média±DP    | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|-------------------|-----|-------------|--------|--------|--------|
| PT inicial (cm)   |     | 83,6±3,1    | 80,4   | 88,0   | 3,7    |
| PT final (cm)     |     | 102,5±4,2   | 98,8   | 109,8  | 4,1    |
| Peso inicial (kg) | 384 | 51,1±3,9    | 47,4   | 56,7   | 7,6    |
| Peso final (kg)   |     | 96,9±10,9   | 90,5   | 141,9  | 11,2   |
| GMD (kg/dia)      |     | 0,786±0,113 | 0,663  | 0,961  | 14,3   |

O valor médio do perímetro torácico inicial e final do período de aleitamento foi de 83,6±3,1 e 102,5±4,2 respetivamente. Relativamente ao peso vivo, os vitelos iniciaram o aleitamento com peso médio de 51,1±3,9 kg e ao desmame atingiram 96,9±10,9 kg. As explorações em estudo evidenciaram valores médios de GMD de 0,786±0,113 kg com desempenhos entre 0,663 kg e 0,961 kg (Quadro 4.1).

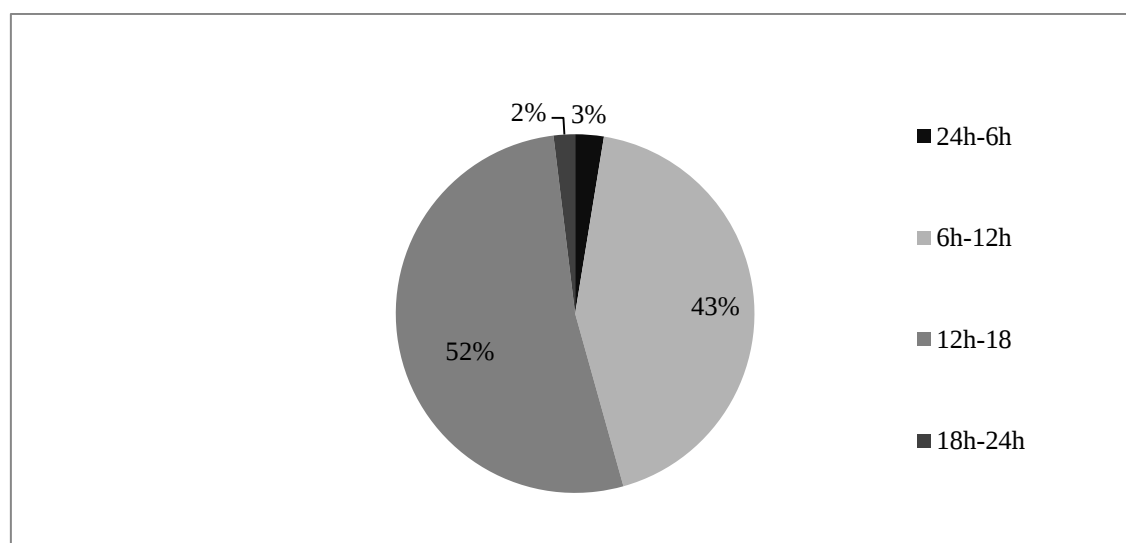


Figura 4.1: Distribuição dos períodos de aleitamento nas explorações alvo de estudo.

Constatou-se que os vitelos demonstraram uma preferência evidente pelo aleitamento nos alimentadores automáticos no período diurno (95%), (correspondendo o período da tarde a 52% e da manhã a 43%), relativamente ao período noturno, com registo de apenas 5% de frequência de visita ao alimentador (Figura 4.1).

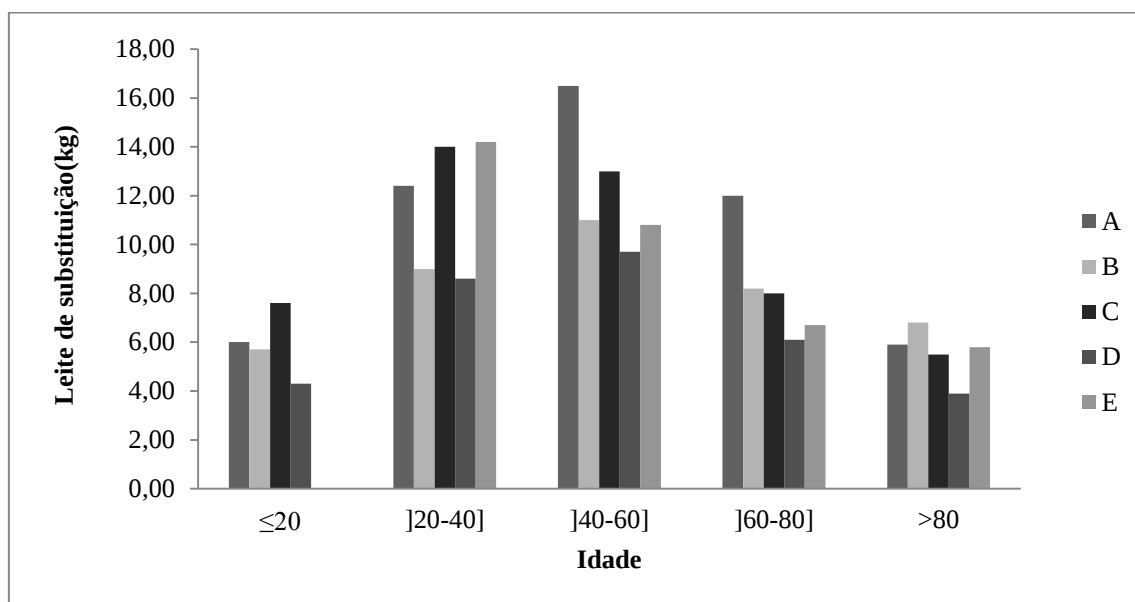


Figura 4.2 - Quantidade de leite de substituição ingerida (kg) em função da idade, por exploração.

O consumo médio de leite de substituição (kg/vitelo) no período de aleitamento das explorações em estudo foi de  $42,3 \pm 8,1$  kg, sendo de 5,9 kg no primeiro escalão de idade ( $\leq 20$  dias), 11,6 kg no segundo escalão (20 a 40 dias), 12,2 kg no terceiro escalão (40 a 60 dias), 8,2 kg no quarto escalão (60 a 80 dias) e 5,6 kg no quinto escalão ( $> 80$  dias) (Figura 4.2).

Constatou-se para a maioria dos escalões etários a administração de menor quantidade de leite de substituição por vitelo nas explorações de engorda, que foram no total de 32,6 kg e 37,5 kg nas explorações D e E respetivamente.

Ao longo do período de aleitamento, verificou-se que na exploração A, os vitelos ingeriram maior quantidade de leite (52,8 kg), a contrastar com a exploração D (32,6 kg). Nas explorações leiteiras, constatou-se que na exploração B os vitelos ingeriram menor quantidade de leite de substituição (40,7 kg) ao longo de todo o período de aleitamento.

Quadro 4.2 – Efeito da exploração no perímetro torácico (PT - cm) e quantidade ingerida (QI - l/dia) nas explorações em estudo.

| Variável      | Exploração | N   | Média±DP               | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|---------------|------------|-----|------------------------|--------|--------|--------|
| PT            | A          | 65  | 89,8±8,0               | 76     | 110    | 8,9    |
|               | B          | 74  | 90,8±10,8              | 75     | 112    | 11,9   |
|               | C          | 86  | 92,2±10,2              | 73     | 118    | 11,1   |
|               | D          | 77  | 90,9±9,6               | 66     | 114    | 10,6   |
|               | E          | 82  | 92,5±6,1               | 78     | 106    | 6,6    |
| Significância |            |     | NS                     |        |        |        |
| Total         |            | 384 | 91,3±9,1               | 66     | 118    | 9,9    |
| QI            | A          | 61  | 4,9 <sup>ab</sup> ±2,4 | 0,4    | 8,0    | 48,9   |
|               | B          | 68  | 5,1 <sup>a</sup> ±1,3  | 1,2    | 6,0    | 26,2   |
|               | C          | 84  | 5,1 <sup>a</sup> ±1,2  | 1,2    | 6,4    | 23,4   |
|               | D          | 69  | 4,2 <sup>b</sup> ±1,7  | 0,4    | 6,0    | 39,9   |
|               | E          | 69  | 5,1 <sup>a</sup> ±1,6  | 0,8    | 6,4    | 30,2   |
| Significância |            |     | p<0,001                |        |        |        |
| Total         |            | 351 | 4,9±1,7                | 0,4    | 8,0    | 34,2   |

Nas componentes analisadas valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes.

Na análise do perímetro torácico não se encontraram diferenças significativas ( $p>0,05$ ) entre explorações, tendo-se observado um valor médio global de 91,3±9,1 cm. Por outro lado, encontraram-se diferenças significativas ( $p<0,001$ ) entre explorações na quantidade de leite ingerido diariamente, evidenciando a exploração D valores inferiores (4,2±1,7 l), comparativamente às explorações B, C e E, todas estas com valores na ordem de 5,1 l. O consumo máximo e mínimo foi de 8 e 0,4 l/dia respetivamente (Quadro 4.2).

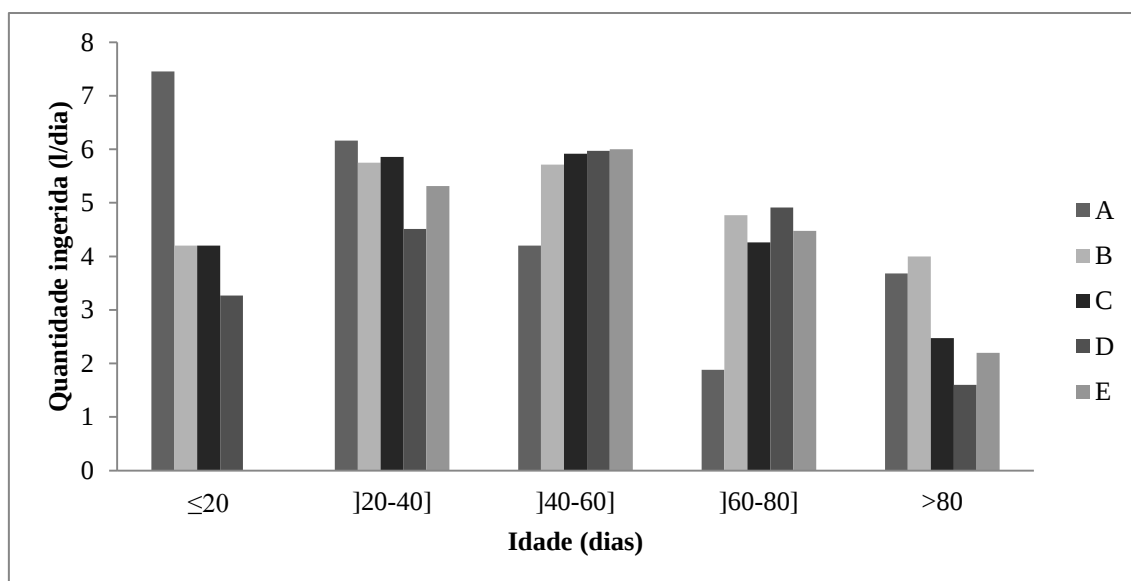


Figura 4.3- Quantidade de leite ingerido (l) por dia em função da idade.

Globalmente os vitelos ingeriram maior quantidade de leite no segundo e terceiro escalão de idade, ou seja entre os 20 a 60 dias de vida, observando-se uma tendência de diminuição ao longo da fase de desmame, com exceção da exploração A que na fase inicial administrava 7,4 l/dia (Figura 4.3).

Quadro 4.3 – Efeito da exploração na frequência diária de visitas, falhas e velocidade de sucção (kg/min) nas explorações em estudo.

| Variável      | Exp. | N   | Média±DP                 | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|---------------|------|-----|--------------------------|--------|--------|--------|
| FV            | A    | 56  | 22,4 <sup>ab</sup> ±15,3 | 3      | 60     | 68,4   |
|               | B    | 68  | 25,4 <sup>a</sup> ±13,1  | 4      | 61     | 51,5   |
|               | C    | 85  | 21,9 <sup>ab</sup> ±9,9  | 4      | 50     | 45,0   |
|               | D    | 66  | 16,9 <sup>c</sup> ±10,1  | 2      | 57     | 59,4   |
|               | E    | 70  | 17,4 <sup>bc</sup> ±9,9  | 2      | 48     | 56,9   |
| Significância |      |     | p<0,001                  |        |        |        |
| Total         |      | 345 | 20,8±12,0                | 2      | 61     | 57,5   |
| FALHAS        | A    | 63  | 5,7 <sup>a</sup> ±7,8    | 0      | 28     | 136,6  |
|               | B    | 68  | 0,8 <sup>b</sup> ±1,9    | 0      | 12     | 229,8  |
|               | C    | 85  | 1,6 <sup>b</sup> ±3,1    | 0      | 18     | 201,3  |
|               | D    | 66  | 1,9 <sup>b</sup> ±3,2    | 0      | 14     | 171,9  |
|               | E    | 71  | 2,3 <sup>b</sup> ±3,6    | 0      | 21     | 155,6  |
| Significância |      |     | p<0,001                  |        |        |        |
| Total         |      | 353 | 2,4±4,6                  | 0      | 28     | 192,8  |
| VS            | A    | 60  | 0,4 <sup>ab</sup> ±0,1   | 0,1    | 0,8    | 30,9   |
|               | B    | 68  | 0,4 <sup>b</sup> ±0,1    | 0,1    | 0,8    | 27,3   |
|               | C    | 83  | 0,4 <sup>bc</sup> ±0,1   | 0,1    | 0,6    | 26,8   |
|               | D    | 66  | 0,3 <sup>c</sup> ±0,1    | 0,1    | 0,8    | 42,9   |
|               | E    | 70  | 0,3 <sup>bc</sup> ±0,1   | 0,1    | 0,6    | 31,6   |
| Significância |      |     | p<0,001                  |        |        |        |
| Total         |      | 347 | 0,4±0,1                  | 0,1    | 0,8    | 50,0   |

Nas componentes analisadas valores de letra distinta (a≠b≠c) são significativamente diferentes.

A frequência de visitas nas explorações foi de  $20,8 \pm 12,0$ , tendo-se encontrado diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre a exploração B ( $25,4 \pm 13,1$ ) comparativamente às explorações D e E que apresentaram valores de  $16,9 \pm 10,1$  e  $17,4 \pm 9,9$  visitas respetivamente (Quadro 4.3).

O número de falhas para o conjunto das 5 explorações resultou em  $2,4 \pm 4,6$ . Tendo-se observado diferenças ( $p < 0,001$ ) entre a exploração A ( $5,7 \pm 7,8$ ) relativamente às restantes explorações que evidenciaram um menor número de falhas, destacando-se a exploração B ( $0,8 \pm 1,9$ ), com o valor mais reduzido. (Quadro 4.3).

Na análise da velocidade de sucção (Quadro 4.3), apesar de somente se terem observado diferenças ( $p < 0,001$ ) entre as explorações B e D, observou-se uma tendência das explorações de leite (A, B e C) para maior velocidade de sucção ( $0,4 \pm 0,1$  kg/min) comparativamente às explorações de engorda (D e E) que apresentaram inferior velocidade de sucção ( $0,3 \pm 0,1$  kg/min).

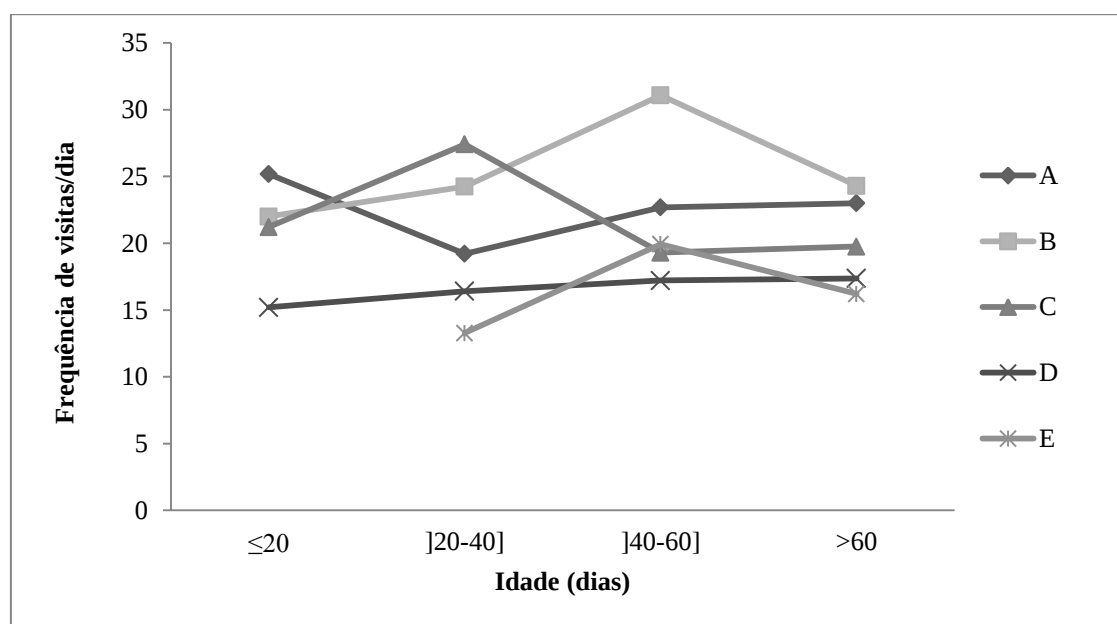


Figura 4.4 – Evolução da frequência de visitas em função da idade, nas explorações alvo de estudo.

A frequência de visitas diárias dos vitelos ao alimentador automático demonstrou comportamento diferente entre explorações. Observou-se um aumento do segundo para o terceiro escalão de idade nas explorações A, B e E, contrariamente à exploração C, tendo-se verificado uma diminuição. Na exploração D, a frequência de visitas manteve-se constante ao longo do período de aleitamento (Figura 4.4).

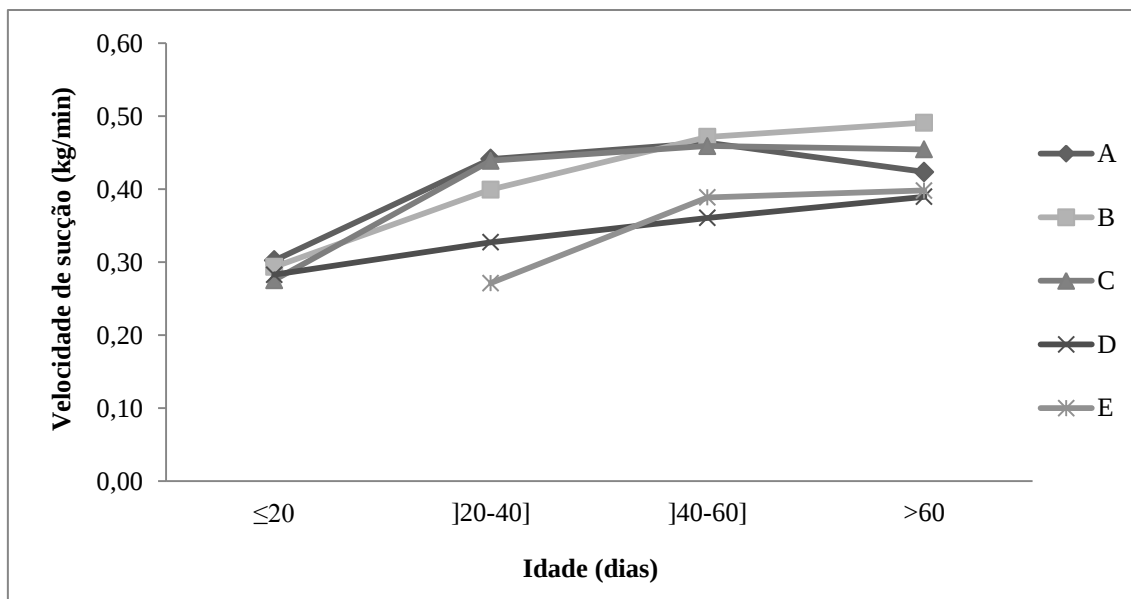


Figura 4.5 – Evolução da velocidade de sucção em função da idade, nas explorações alvo de estudo.

Observou-se um acréscimo da velocidade de sucção (Figura 4.5) acompanhado pelo avançar da idade dos vitelos, tendo havido uma subida mais acentuada nas explorações de leite (A, B e C) comparativamente às explorações de engorda (D e E).

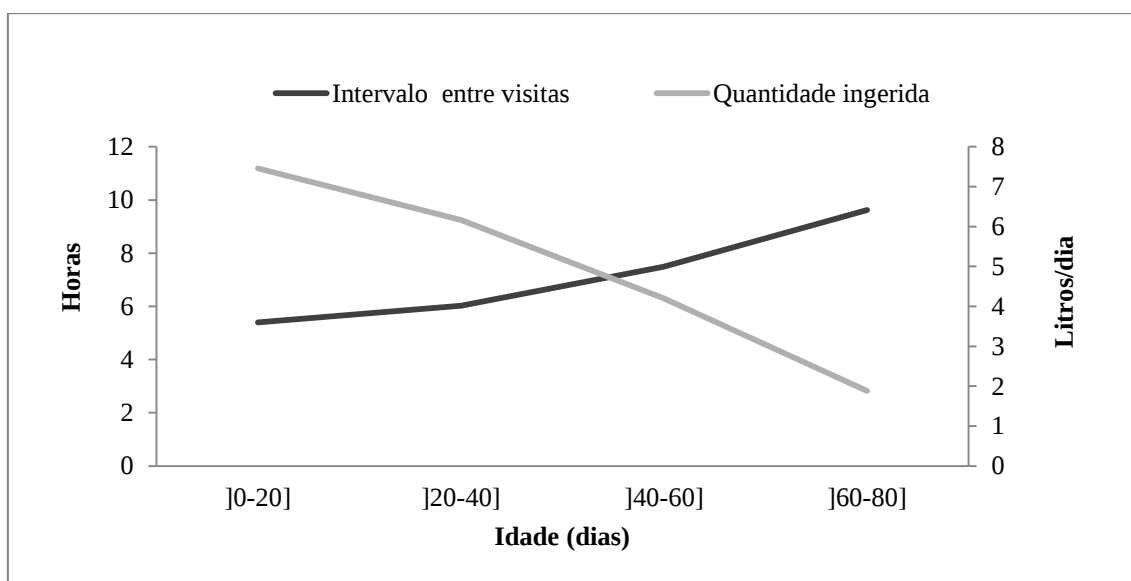


Figura 4.6 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade na exploração A.

Na exploração A até aos 40-60 dias de aleitamento observaram-se reduzidos intervalos entre visitas e elevada ingestão diária de leite (6 a 11 l/dia), tendo posteriormente aumentado os intervalos entre visitas associado a menor ingestão de leite (2 a 6 l/dia) (Figura 4.6).

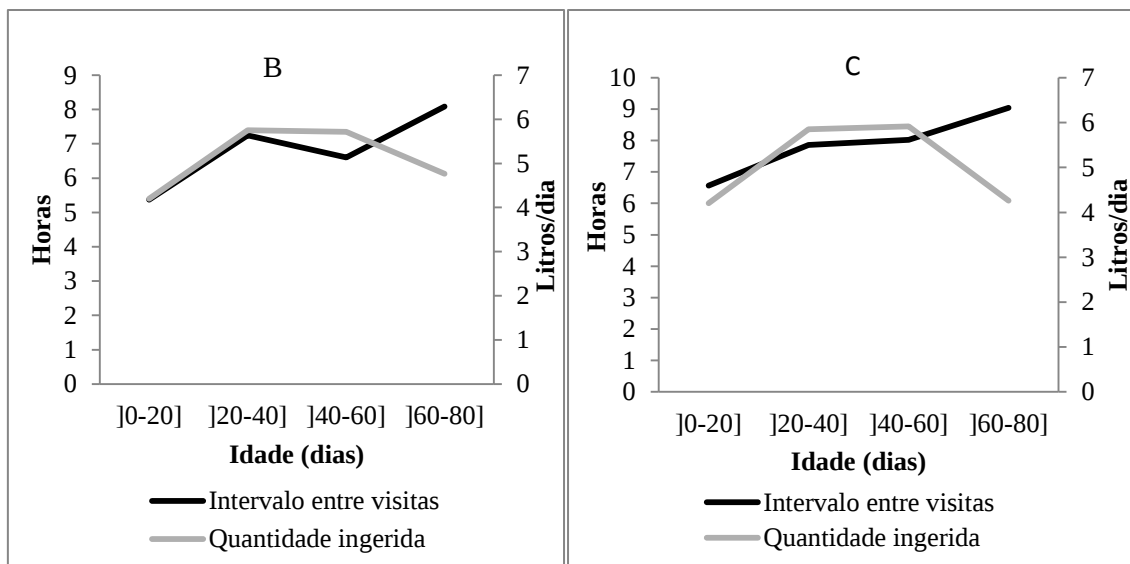


Figura 4.7 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade nas explorações B e C.

Nas explorações B e C, a quantidade de leite ingerida e o intervalo entre visitas aumentaram até aos 20-40 dias, mantendo-se constante até aos 40-60 dias. Posteriormente, na fase de desmame verificou-se uma relação inversa entre estes dois fatores, em que a quantidade ingerida diminuiu, aumentando o intervalo entre visitas (Figura 4.7).

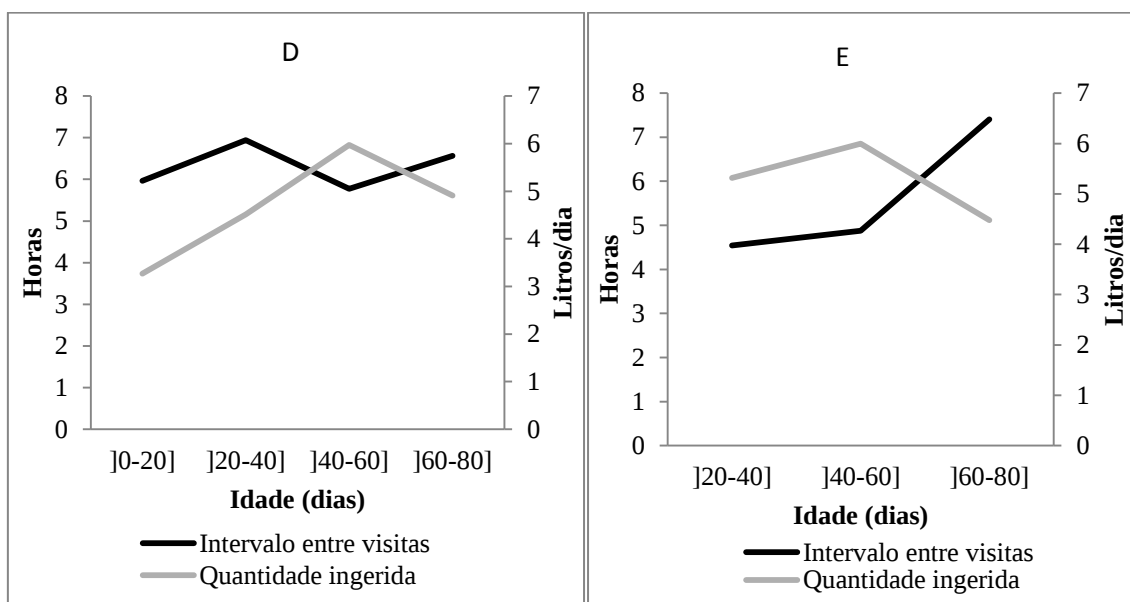


Figura 4.8 - Distribuição do intervalo entre visitas (h) e quantidade ingerida (l/dia) em função da idade nas explorações de engorda (D,E).

Nas explorações de engorda, observaram-se comportamentos distintos entre as duas explorações, na fase até aos 40-60 dias. No início do aleitamento a exploração D

revelou intervalo entre visitas superior e quantidade de leite ingerido inferior relativamente à exploração E. No entanto, a partir do terceiro escalão de idade a quantidade de leite ingerido diminuiu e a o intervalo entre visitas aumentou em ambas as explorações (Figura 4.8).

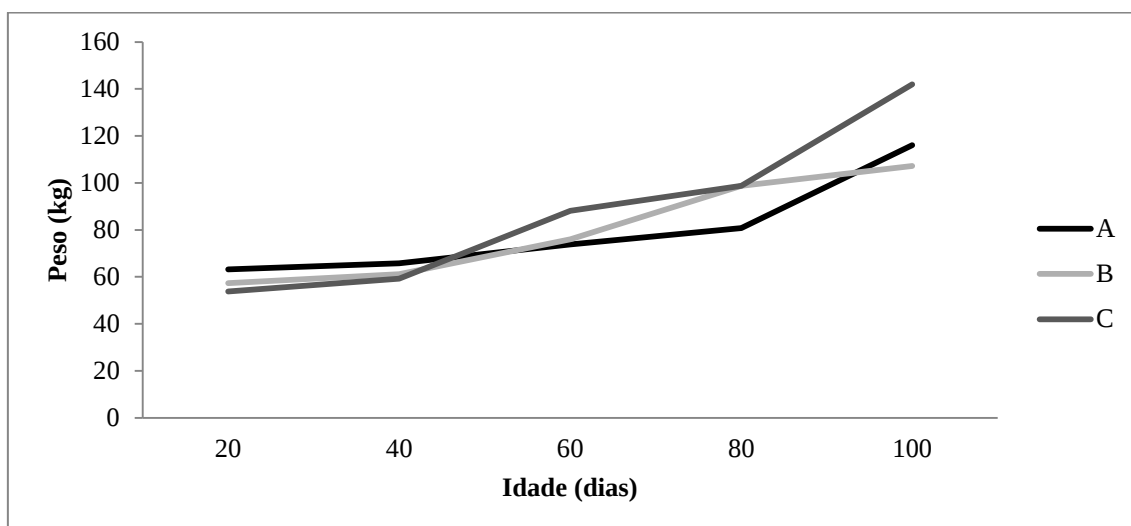


Figura 4.9 – Relação entre o peso vivo (kg) e a idade (dias) dos vitelos nas explorações leiteiras.

Observou-se um aumento generalizado do peso vivo dos vitelos com o incremento da idade (Figura 4.9), sendo muito semelhante entre explorações aos 40 dias de idade, verificando-se a partir desta idade uma evolução de pesos distintos. De realçar a exploração C, que atingiu cerca de 141,9 kg aos 90 dias, tendo a exploração B demonstrado o valor inferior (107,2 kg).

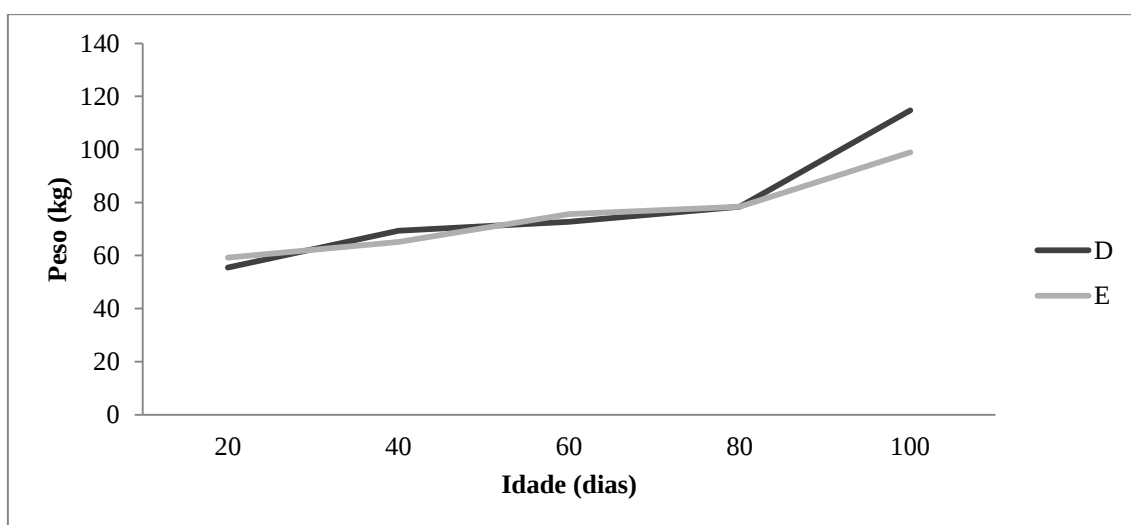


Figura 4.10 – Relação entre o peso vivo (kg) e a idade (dias) dos vitelos nas explorações de engorda.

O peso vivo dos vitelos até aos 80 dias de idade é muito uniforme entre explorações, no entanto ao desmame (90 dias) a exploração D revelou vitelos com pesos superiores (114,7 kg) relativamente à E (98,88 kg)

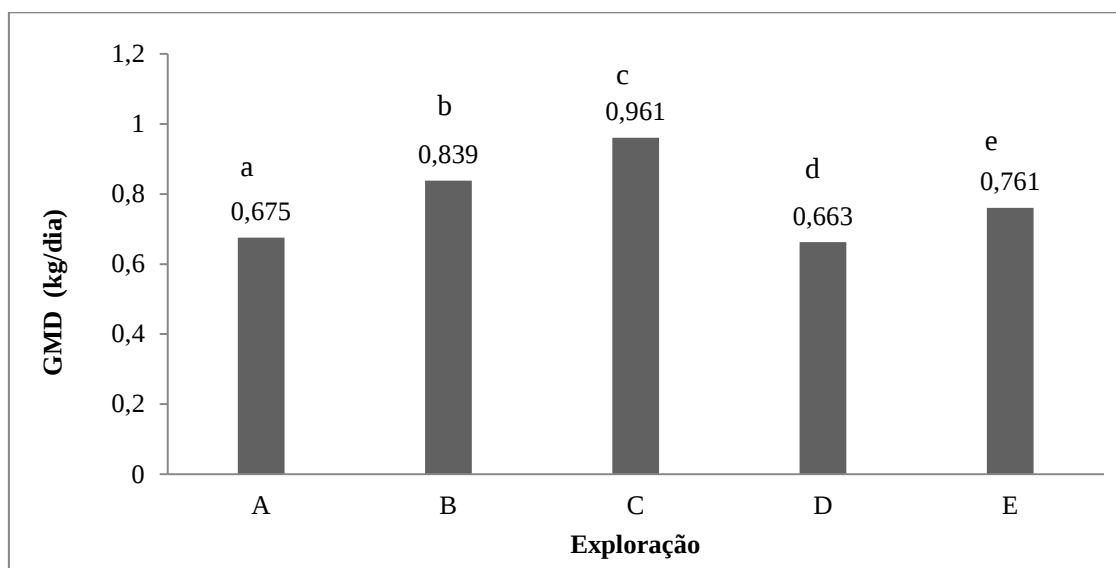


Figura 4.11: Efeito da exploração no GMD dos vitelos nas explorações em estudo.

Encontraram-se diferenças significativas ( $P < 0,001$ ) para o GMD entre todas as explorações em estudo (Figura 4.11). Tendo a exploração C (961 g/dia) revelado superior GMD comparativamente às restantes explorações, e a exploração D apresentou o valor inferior (663 g/ dia).

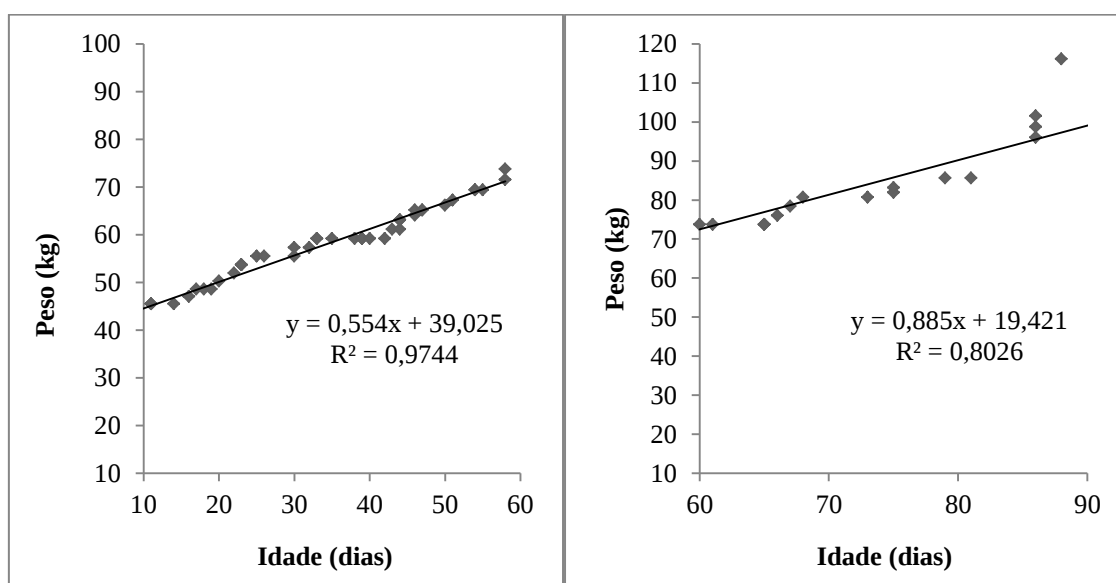


Figura 4.12 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração A.

Na exploração A o GMD no período até aos 60 dias de idade foi de 0,554 kg/dia, enquanto no período subsequente alcançou valores mais elevados (0,885 kg/dia) (Figura 4.12).

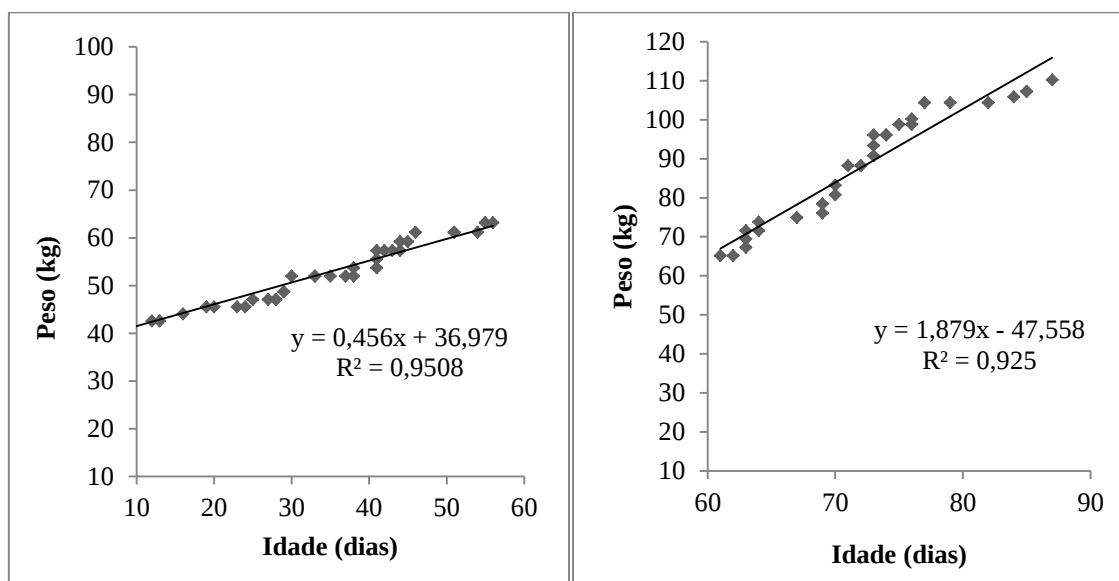


Figura 4.13 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração B.

Na exploração B observou-se GMD de 0,456 kg/dia no período até aos 60 dias de idade, tendo na fase posterior revelado valores muito superiores (1,879 kg/dia) (Figura 4.13).

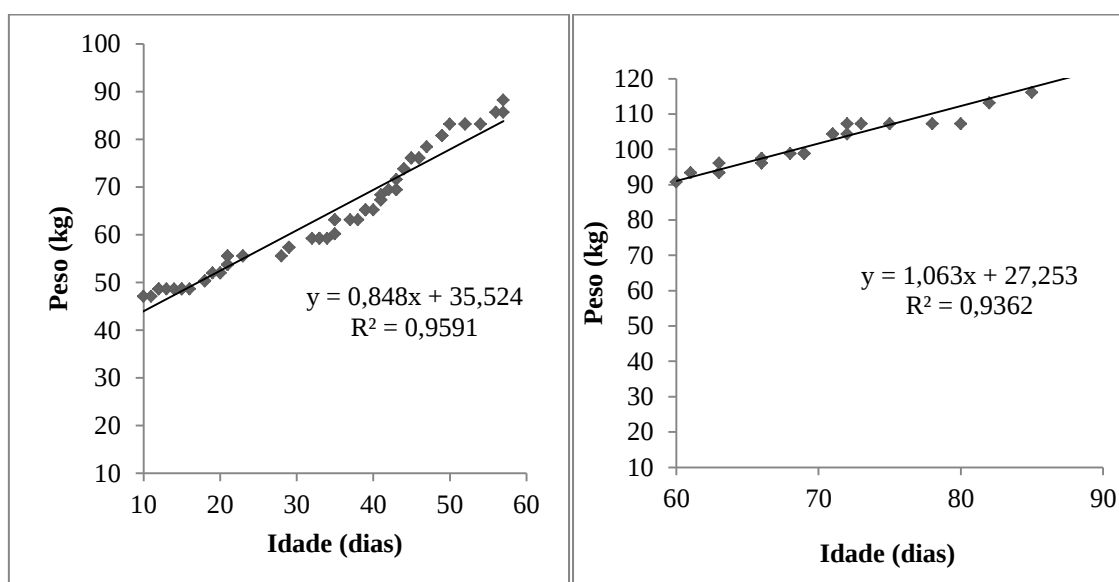


Figura 4.14 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração C.

Na exploração C o GMD até aos 60 dias de idade alcançou o valor mais elevado (0,848 kg) de todas as explorações em estudo para esta fase etária, sendo superior no período

dos 60 aos 90 dias (1,063 kg/dia) à semelhança do que se verificou nas outras explorações (Figura 4.14).

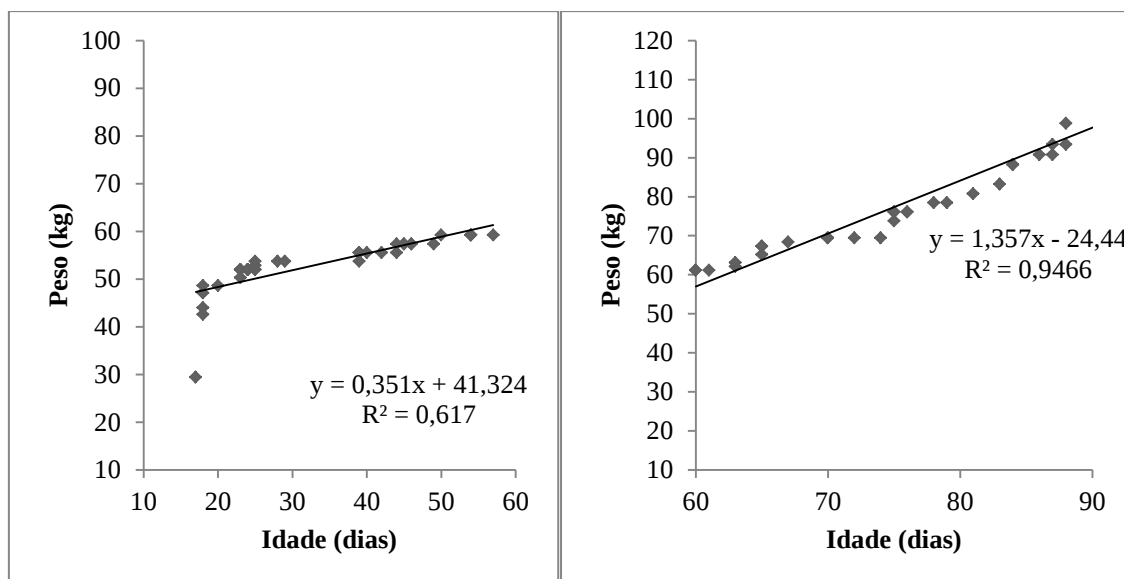


Figura 4.15 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração D.

Na exploração D observou-se valores de GMD bastante baixos (0,351 kg/dia) no período até aos 60 dias de idade, registando-se no período subsequente valores bastante superiores (1,357 kg/dia) (Figura 4.15).

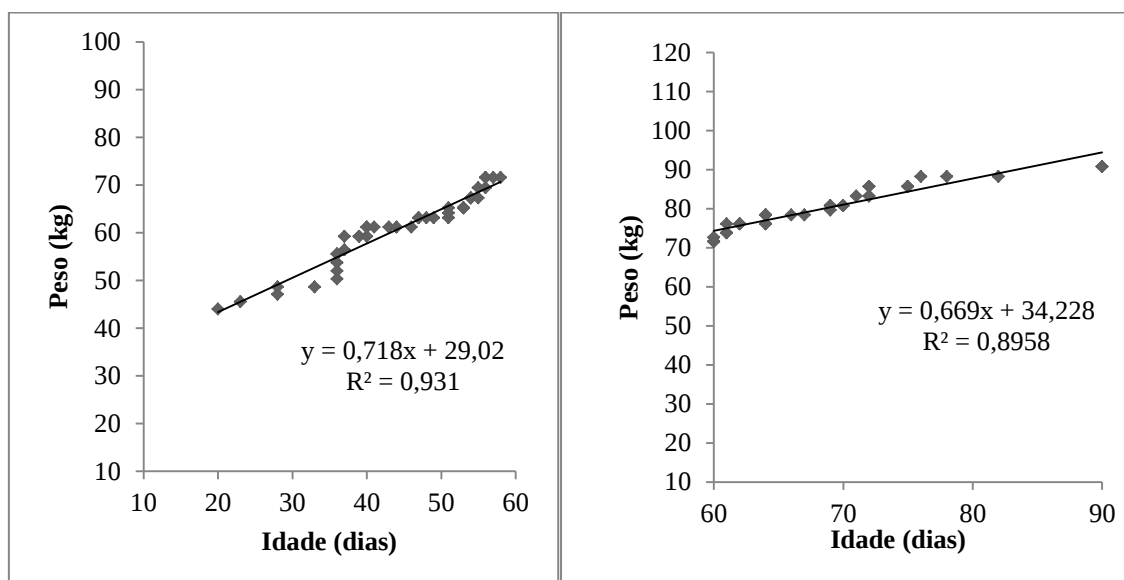


Figura 4.16 - GMD dos vitelos em duas fases etárias de crescimento na exploração E.

Na exploração E, até aos 60 dias de idade verificaram-se GMD importantes (0,718 kg/dia), no entanto observou-se um decréscimo na fase seguinte até ao desmame (0,669 kg/dia) (Figura 4.16).

Quadro 4.4: Efeito do sexo no GMD dos vitelos nas explorações em estudo.

| Sexo          | N   | Média±DP                  | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|---------------|-----|---------------------------|--------|--------|--------|
| Macho         | 242 | 0,712 <sup>a</sup> ±0,056 | 0,663  | 0,839  | 7,865  |
| Fêmea         | 142 | 0,913 <sup>b</sup> ±0,059 | 0,839  | 0,8961 | 6,462  |
| Significância |     | p<0,001                   |        |        |        |
| Total         | 384 | 0,786±0,113               | 0,663  | 0,961  | 14,377 |

Nas componentes analisadas valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes (P<0,001).

Na análise do efeito do sexo no GMD dos vitelos (Quadro 4.4), considerando todo o período de aleitamento, encontraram-se valores significativamente superiores (p<0,001) nas fêmeas (0,913 kg/dia), relativamente aos machos (0,712 kg/dia).

Quadro 4.5 – Efeito da exploração na idade ao desmame dos vitelos

| Exploração    | N   | Média±DP               | Mínimo | Máximo | CV (%) |
|---------------|-----|------------------------|--------|--------|--------|
| B             | 74  | 85,1 <sup>a</sup> ±0,9 | 85     | 93     | 1,1    |
| C             | 86  | 90,0 <sup>b</sup> ±0,0 | 90     | 90     | 0,0    |
| D             | 77  | 90,3 <sup>b</sup> ±1,1 | 90     | 97     | 1,2    |
| E             | 82  | 90,0 <sup>b</sup> ±0,0 | 90     | 90     | 0,0    |
| Significância |     | p<0,001                |        |        |        |
| Total         | 319 | 88,9±2,2               | 85     | 97     | 2,5    |

Nas componentes analisadas valores de letra distinta (a≠b) são significativamente diferentes.

A idade ao desmame para estas quatro explorações foi de 88,9±2,2 dias (Quadro 4.5). Quando se analisa o efeito da exploração na idade ao desmame, observaram-se diferenças significativas (P<0,001) entre a exploração B (85,1 dias) relativamente às restantes explorações, em que o desmame é efetuado aos 90 dias de idade. Na exploração D verificou-se que em alguns casos o desmame ocorre aos 97 dias.

#### 4.1 - Componentes principais

Para comparar as magnitudes dos coeficientes de correlação observados com as magnitudes dos coeficientes de correlação parciais, utilizou-se a medida de adequação da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que resultou num valor satisfatório de 0,59.

No quadro 4.6 apresentam-se os resultados das correlações para o conjunto de parâmetros relativos à frequência de visitas (número visitas/dia), velocidade de sucção (kg/min), idade (dias), perímetro torácico (cm) e quantidade ingerida (l/dia).

Quadro 4.6 - Correlações entre os parâmetros do alimentador automático, a idade e o perímetro torácico dos vitelos.

|    | VS     | ID    | PT     | QI      |
|----|--------|-------|--------|---------|
| FV | 0,28** | -0,79 | 0,09   | 0,01    |
| VS |        | 0,28  | 0,38** | 0,00    |
| ID |        |       | 0,75** | -0,35** |
| PT |        |       |        | -0,31** |

FV – frequência de visitas; VS – velocidade de sucção; ID – idade; PT – perímetro torácico; QI – quantidade ingerida. Nível de significância:  $p < 0,01$ .

A correlação mais elevada verificou-se entre as variáveis idade - perímetro torácico (0,75). Encontraram-se correlações baixas, mas significativas entre as variáveis frequência de visitas - velocidade de sucção (0,28), velocidade de sucção e perímetro torácico (0,38). Nos parâmetros idade e perímetro torácico observaram-se correlações negativas relativamente à quantidade de leite ingerido (-0,35 e -0,31 respetivamente).

Quadro 4.7 - Resultado da análise de componentes principais para os diferentes parâmetros do alimentador automático e mensurações efetuadas.

| Caracteres            | Componente 1 | Componente 2 | Inércia acumulada |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------------|
| FV                    | 0,43         | 0,43         | 0,65              |
| VS                    | 0,25         | 0,68         | 0,67              |
| ID                    | 0,17         | 0,85         | 0,82              |
| PT                    | 0,11         | 0,95         | 0,82              |
| QI                    | 0,45         | 0,10         | 0,43              |
| Valores próprios      | 2,14         | 1,24         |                   |
| % Variância explicada | 42,87        | 24,89        |                   |
| % Variância acumulada | 42,87        | 67,75        |                   |

No quadro 4.7 apresentam-se os resultados da análise de componentes principais da frequência de visitas, velocidade de sucção, idade, perímetro torácico e quantidade ingerida. Os dois componentes principais explicam no seu conjunto 67,8% da variabilidade total.

O primeiro componente principal representa 42,9% da variabilidade, sendo todos os seus coeficientes positivos. As variáveis que mais contribuem para este fator são a quantidade ingerida e a frequência de visitas.

O segundo fator representa 24,9% da variância total, sendo a maior percentagem da variância explicada pelo perímetro torácico, idade e velocidade de sucção.

Existem parâmetros que apresentam uma forte relação (inércia acumulada elevada), que se podem observar na idade e no perímetro torácico (82%).

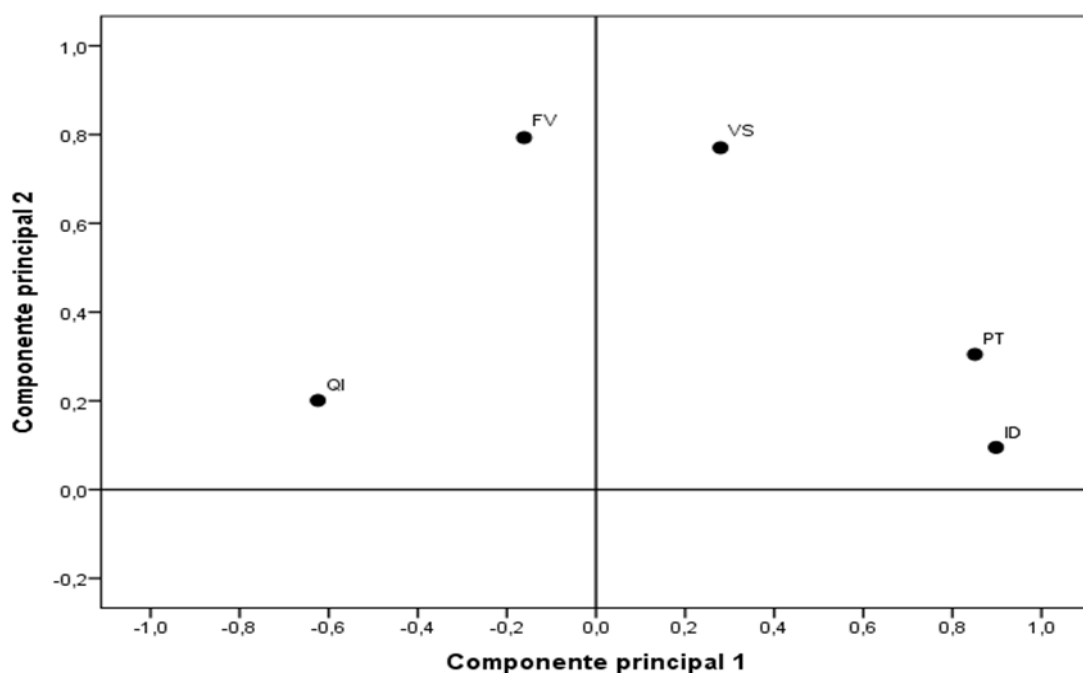


Figura 4.17- Projeção das variáveis originais sobre os eixos definidos pelos dois primeiros componentes principais.

Na projeção das variáveis no plano definido pelos dois primeiros componentes principais (Figura 4.17), constata-se, desde logo, a ausência de contributos negativos das variáveis estudadas. Pode distinguir-se três grupos, o primeiro grupo constituído pela idade e perímetro torácico, com maior expressão no segundo componente principal,

o segundo grupo integrando a velocidade de sucção e a frequência de visitas afastados da origem e com maior relevância no segundo e primeiro componente principal respectivamente. Pode destacar-se ainda o distanciamento da variável quantidade ingerida sobre o primeiro componente principal.

## 5 – DISCUSSÃO

Particularmente nas duas últimas décadas tem-se assistido ao aumento da instalação de alimentadores automáticos de leite para vitelos alojados em grupo, ao nível de toda a Europa, principalmente nas explorações leiteiras, possibilitando a automatização desta tarefa e permitindo o acompanhamento individualizado dos animais.

Para o universo das explorações estudadas, os valores médios de perímetro torácico foram de  $83,6 \pm 3,1$  cm aos 20 dias e  $102,5 \pm 4,2$  cm aos 90 dias de idade. O valor médio de peso vivo no período de aleitamento oscilou entre  $51,1 \pm 3,9$  kg e  $96,9 \pm 10,9$  kg, aos 20 e 90 dias de idade respetivamente. Os vitelos são desmamados segundo critérios de peso e idade, à semelhança do referido por Vasseur *et al.* (2010), que afirma o desmame ter ocorrido previamente ao animal atingir 100 kg de peso vivo, com aproximadamente 3 meses de idade. Os valores alcançados para o GMD aproximaram-se dos observados por Roth *et al.* (2009) em que os vitelos atingiram performances de 0,700 kg/dia.

Os vitelos demonstraram uma clara preferência pelo aleitamento durante o período diurno, que se cifrou em 95%, sem preferência pelo período matinal ou da tarde. Estes resultados corroboram Holm e Laue (2014) que referem uma maior atividade dos vitelos no período da manhã e no final da tarde e também de acordo com o defendido por Senn *et al.* (2000) que também registaram maior atividade de comportamento de aleitamento no período diurno.

Nas explorações leiteiras é administrada maior quantidade de leite de substituição durante o período de aleitamento (47,2 kg) relativamente às explorações de engorda (35,1 kg). Esta diferença poderá ser justificada pelo facto das explorações leiteiras (A, B e C) permitirem o acesso dos vitelos ao alimentador automático a partir do quinto dia de idade, enquanto na exploração D (engorda) são introduzidos a partir dos 10 a 15 dias e na exploração E somente a partir dos 20 dias de idade, conduzindo assim a um período de adaptação mais prolongado com efeitos negativos no consumo de leite. Nas explorações leiteiras não é necessário implementar nenhum período de adaptação, pois os vitelos são oriundos da própria exploração ajustando-se rapidamente ao sistema de aleitamento automático.

Relativamente à quantidade ingerida observaram-se diferenças ( $p < 0,001$ ) entre explorações, em que A ( $4,9 \pm 2,4$  l) e D ( $4,2 \pm 1,7$  l) registaram os consumos mais baixos, relativamente às restantes. Os vitelos ingeriram maior quantidade de leite entre os 20 a

60 dias, diminuindo posteriormente, na fase de desmame, cuja dose por animal é reduzida em pequenas frações, de forma a estimular o consumo de concentrado, de acordo com o referido por Jones e Heinrichs, (2006); Kahn e Line, (2010); Lorenz *et al.* (2011), que afirmam a existência do aumento do consumo de concentrado a partir das três semanas de idade. Os mesmos autores mencionam que o desmame tem início quando o vitelo consegue ingerir aproximadamente 1 kg de concentrado, podendo oscilar entre as 4 e 8 semanas de idade, provocando automaticamente uma diminuição na quantidade de leite ingerido.

Na frequência de visitas observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre explorações, destacando-se a exploração B com  $25,4 \pm 13,1$  visitas/dia. Nas explorações de engorda (D e E) verificou-se menor número de visitas ao alimentador ( $16,9 \pm 10,1$  e  $17,4 \pm 9,9$ , respetivamente). Kung *et al.* (1997) afirmam que os vitelos alimentados automaticamente visitaram o alimentador 23 vezes por dia em média, valor muito próximo dos resultados por nós obtidos. Jensen (2004) menciona que o desmame é realizado através da redução do número de porções de leite, sendo aceitável por isso que os vitelos se desloquem com maior frequência ao alimentador, na fase de desmame pela habituação adquirida durante o aleitamento, em que recebiam normalmente quatro doses de leite. Estes deslocam-se com maior frequência ao alimentador na tentativa de obter mais leite. Por outro lado, a visita de um vitelo ao alimentador pode estimular os restantes para o mesmo comportamento.

O número de falhas revelou-se significativo ( $p < 0,001$ ) entre explorações, salientando-se a exploração A com  $5,7 \pm 7,8$  falhas a contrastar com a exploração B ( $0,8 \pm 1,9$  falhas). O elevado número de falhas da exploração A, poderá ficar a dever-se à característica dos vitelos se encontrarem agrupados em lote único, conduzindo a elevada competição pelo acesso ao alimentador entre vitelos, agravado pela mistura de animais de diferentes escalões etários. Esta situação vem de encontro ao mencionado por Hindhede *et al.* (1999) que demonstraram maior número de interações agressivas em grupos heterogéneos e da mesma forma, Onsrud *et al.* (1999) referiram que vitelos jovens em grupos de idade heterogénea foram afastados do alimentador por vitelos mais velhos.

Relativamente à velocidade de sucção, também se encontraram diferenças ( $p < 0,001$ ) entre explorações, sendo superior nas explorações de leite (A, B e C) com 0,4 kg/minuto, comparativamente às explorações de engorda (0,3 kg/minuto). Este

comportamento pode ser explicado pelo facto das explorações de engorda serem mais afetados por problemas respiratórios, dificultando o desempenho dos vitelos na sucção. Por outro lado verificou-se que a velocidade de sucção é semelhante entre explorações no primeiro escalão de idade, aumentando proporcionalmente com os dias de vida, pois à medida que aumenta a idade os vitelos dispõem de menor quantidade de leite e por isso extraem o leite do alimentador com maior intensidade.

Na exploração B verificou-se elevada frequência de visitas ( $25,4 \pm 13,1$ ), menor número de falhas ( $0,8 \pm 1,9$ ) e elevada velocidade de sucção ( $0,49 \text{ kg/min}$ ), observando-se que a quantidade de leite de substituição fornecido durante o período de aleitamento foi inferior ( $40,7 \text{ kg}$ ) relativamente às explorações de leite A e C, o que poderá ser atribuído a sinais de fome nesta exploração. Estudos realizados demonstraram que vitelos com menor disponibilidade de leite apresentaram maior frequência de visitas ao alimentador automático (Jensen, 2006; de Paula Vieira *et al.*, 2008; Borderas *et al.*, 2009) e que a frequência de visitas aumenta na fase do desmame (Nielsen *et al.*, 2008; Sweeney *et al.*, 2010; de Passillé *et al.*, 2011). Durante o desmame, a frequência de visitas está negativamente correlacionada com o consumo de concentrado (de Passillé *et al.*, 2011), o que demonstra comportamento de fome em vitelos durante o processo de desmame.

Para o peso dos vitelos, constatou-se em todas as explorações um aumento generalizado com a idade, destacando-se a exploração C com pesos mais elevados ao desmame ( $141,9 \text{ kg}$ ) a contrastar com a exploração A ( $116,1 \text{ kg}$ ). A exploração C foi a que demonstrou maior GMD na fase até aos 60 dias de vida ( $0,848 \text{ kg}$ ). Esta margem de peso poderá estar relacionada com o manejo adotado em cada exploração e com o tipo de alimentação. Nas explorações B e C os vitelos encontravam-se separados em dois lotes de acordo com a idade e em pequenos grupos, sendo administrado pré-starter e granulado graúdo, respetivamente complementados com palha. Na exploração A os vitelos encontravam-se agrupados em lote único sendo alimentados unicamente com pré-starter. De acordo com Stull e Reynolds (2008), o sucesso do alojamento de vitelos em grupo pode ser possível se estes se encontrarem em pequenos grupos, no entanto, quando o número de animais aumenta, torna-se difícil o manejo da higiene, nutrição e controlo de doenças, tendo como consequência atrasos no crescimento. Khan *et al.* (2012) referem que a adição de feno com corte de tamanho controlado para dietas de vitelos pode alterar favoravelmente o ambiente do rúmen, resultando num aumento da ingestão e melhoria da eficiência alimentar. Khan *et al.* (2011) demonstraram que

vitelos alimentados com feno e “starter” durante o período de aleitamento tinham melhor desenvolvimento ruminal em comparação com grupos em que apenas era fornecido starter. A mastigação e o fluxo de saliva para o rúmen, provocados pela ingestão de feno são vitais para a normal fermentação ruminal e são essenciais para manter os níveis adequados de pH ruminal para o desenvolvimento da atividade microbiana. Nas explorações D e E verificou-se um aumento generalizado do peso ao longo do período de aleitamento, destacando-se aos 90 dias (desmame) a exploração D com vitelos de peso superior (114,76 kg) relativamente à E (98,88 kg), sendo administrado granulado gráúdo e ração farinada respetivamente.

O GMD revelou diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre todas as explorações, observando-se valores superiores em C (0,961 kg) e B (0,839 kg). Estes resultados foram semelhantes aos de Zerbe e Schlichting (1993) onde os vitelos receberam igualmente quatro refeições diárias através de um alimentador automático e obtiveram GMD de 883 e 908 g/dia, quando alimentados com 6 e 8 l/dia respetivamente. Num estudo em que os vitelos foram alimentados com sistema automático com leite *ad libitum* (14 l/dia nas primeiras 6 semanas de vida) alcançaram GMD de 0,8 a 1,1 kg (Appleby *et al.*, 2001; Jasper e Weary, 2002; Hepola *et al.*, 2008). Desta forma pode afirmar-se que os vitelos alimentados com doses restritas de leite alcançaram GMD semelhantes ao sistema *ad libitum* em que ingeriam quantidades elevadas de leite de substituição.

O GMD foi inferior na exploração D (0,663 kg), em parte devido aos problemas clínicos presentes nesta exploração. Maatje *et al.* (1993) referem que as doenças respiratórias agudas e a diarreia ocorrem com maior frequência em vitelos alojados em grupo do que individualmente, realçando que os animais mais afetados revelaram maior dificuldade no acesso ao alimentador automático. Por outro lado, a deficiente disponibilização de colostro também poderá representar um fator de risco.

Nas explorações de leite (A, B e C) observou-se GMD inferior na primeira fase de crescimento (<60 dias), alcançando valores mais elevados na fase subsequente, ou seja, como neste sistema os vitelos são alimentados com doses de leite limitadas, permite a iniciação ao concentrado precocemente, porém nas primeiras semanas a ingestão é praticamente nula, aumentando com o avançar da idade (Jones e Heinrichs, 2006). Normalmente a partir dos 60 dias de idade os vitelos ingerem quantidades superiores de concentrado, levando a GMD mais interessantes, tal como se constatou nas explorações

em estudo. A exploração B passou de GMD bastante baixo na primeira fase de crescimento para aproximadamente 1 kg a partir dos 60 dias de idade, o que denota a importância da ingestão de concentrado e eventualmente a maior resistência a doenças dos vitelos, o que contribuiu para melhores performances dos animais. Ao contrário do que seria de esperar o GMD das fêmeas (0,913 kg/dia) foi superior ao dos machos (0,712 kg/dia). No entanto estes resultados são justificados através da diferenciação do manejo entre sexos praticado nas explorações em estudo. Nas explorações leiteiras, as fêmeas são extremamente importantes para a reposição do efetivo, por isso são alvo de manejo adequado, com administração de colostro de qualidade logo após o nascimento, assegurando assim a transferência de imunidade passiva à vitela e como são animais originários da própria exploração, o risco de contrair doenças é muito reduzido. Nas explorações de engorda o manejo nem sempre é o mais adequado, sendo por vezes administrado colostro de baixa qualidade e tardiamente, acrescendo o inconveniente de efetuarem a aquisição dos vitelos em diferentes explorações, o que eleva o risco de incidência de doenças, o que normalmente se verifica com vitelos machos.

A maioria das correlações obtidas revelaram-se significativas ( $p < 0,01$ ), destacando-se a correlação mais elevada entre a idade e o perímetro torácico (0,75) dos vitelos, o que vem demonstrar um desenvolvimento proporcional dos vitelos com o avançar da idade. Por outro lado a idade e o perímetro torácico, que se encontram correlacionados positivamente, revelaram ambas correlações negativas com a quantidade ingerida, significando que animais mais velhos e mais pesados, portanto mais próximos do desmame, terão acesso a doses mais reduzidas de leite de substituição.

A análise de componentes principais (ACP) veio demonstrar a importância de alguns parâmetros na compreensão do estudo do alimentador automático. Baseando-nos nos resultados obtidos no Quadro 4.7, os dois componentes no seu conjunto explicam 67,8% da variabilidade total. Com efeito, o primeiro fator representa 42,9% da variabilidade, em que todos os seus coeficientes são positivos. As variáveis mais correlacionadas, por ordem decrescente, com este fator são a quantidade ingerida, a frequência de visitas e a velocidade de sucção. A quantidade ingerida é, portanto, a variável que apresenta, para esta dimensão, maior valor próprio. O segundo fator, que representa 24,9% da variabilidade total, expressa fundamentalmente tamanho e conformação. A maior percentagem da variabilidade explicada associa-se, por ordem decrescente da seguinte forma: perímetro torácico, idade e velocidade de sucção.

## 6 - CONCLUSÃO

- Os vitelos iniciaram o período de aleitamento com PT de  $83,6 \pm 3,1$  cm e peso vivo de  $51,1 \pm 3,9$  kg, tendo demonstrado preferência diurna (95%) pelo acesso à máquina.
  - Nas explorações em estudo cada vitelo ingeriu em média  $42,3 \pm 8,1$  kg de leite de substituição durante o aleitamento, tendo a exploração A administrado o valor mais elevado (52,8 kg), e a exploração D (32,6 kg) o mais reduzido.
  - O consumo médio diário de leite por vitelo foi de  $4,9 \pm 1,7$  litros, tendo-se observado diferenças ( $p < 0,001$ ) entre a exploração D (4,2 l) comparativamente às restantes, com valores na ordem de 4,9 a 5,1 litros.
  - A frequência de visitas, o número de falhas e a velocidade de sucção médios foram de  $20,8 \pm 12,0$ ;  $2,4 \pm 4,6$  e  $0,4 \pm 0,1$  kg/minuto respetivamente, tendo todos estes fatores demonstrado efeito ( $p < 0,001$ ) da exploração. A exploração B revelou maior frequência de visitas ( $25,4 \pm 13,1$ ), menor número de falhas ( $0,8 \pm 1,9$ ) e elevada velocidade de sucção ( $0,4 \pm 0,1$  kg/min).
  - O peso médio ao desmame foi de  $96,9 \pm 10,9$  kg, tendo sido mais elevado nas explorações leiteiras, em que se destacou a exploração C (141,9 kg) e o valor mais reduzido na exploração E (98,8 kg).
  - O GMD do período de aleitamento foi de  $0,786 \pm 0,113$  kg, tendo-se observado diferenças ( $p < 0,001$ ) entre todas as explorações, que oscilaram entre 663 g e 961g/dia. A performance dos vitelos foi sempre inferior na fase de crescimento até aos 60 dias de idade, comparativamente ao período subsequente, com exceção da exploração E.
  - Observou-se efeito ( $p < 0,001$ ) do sexo no GMD, com superioridade das fêmeas (0,913 kg/dia), relativamente aos machos (0,712 kg/dia).
  - Encontraram-se diferenças ( $p < 0,001$ ) na idade ao desmame entre a exploração B (85,1 dias) comparativamente às restantes explorações (90 dias), efetuando a exploração A o desmame em função do peso dos vitelos.
  - A correlação positiva mais elevada observou-se entre o perímetro torácico e a idade dos vitelos (0,75).
- O alimentador automático é um equipamento importante, que permite não só monitorizar a alimentação e performance de todos os vitelos, bem como identificar possíveis problemas de saúde e ajustar a idade de desmame de acordo com o peso vivo e a capacidade de ingestão de cada vitelo.

## 7 – Referências bibliográficas

- Appleby, M., Weary, D. M., Chua, B., 2001. Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, Vol.74, p.191–201.
- Arthur, G.H., Noakes, D.E., Pearson, H. e Parkinson, T.J., 1996. *Veterinary Reproduction & Obstetrics*. (7th ed.). London: W.B. Saunders Company Limited.
- Barrier, A.C., Haskell MJ., Birch, S., Bagnall, A., Bell, D.J., Dickinson, J., Macrae, A.L., Dwyer, C.M., 2013. The impact of dystocia on dairy calf health, welfare, performance and survival. *The Veterinary Journal*, Vol.195, p.86–90.
- Beckman, S., 1993. Transponderstyrda Kalvammor – en intervjuundersökning om erfarenheter vid uppfödning av kalvar. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences. Examensarbete, Vol54, p.40.
- Bellows, R. A., and M. A. Lammoglia., 2000. Effects of severity of dystocia on cold tolerance and serum concentrations of glucose and cortisol in neonatal beef calves. *Theriogenology*, Vol.53:803, p.813.
- Benesi, F.J., 2004. Principais enfermidades dos animais neonatos. Como diagnosticá-las e tratá-las? URL:<http://www.spmv.org.br/conpavet2004/palestras%20-%20resumos/Neonatologia%20-%20Fernando%20Jose%20Benesi.doc>. Consultado a Dezembro de 2013.
- Berglund, B., Philipsson, J., and Danell, O., 1987. External signs of preparation for calving and course of parturition in Swedish dairy cattle breeds. *Anim. Reprod. Sci.* Vol.15, p.61–79.
- Berglund, B., Steinbock, L. e Elvander, M., 2003. Causes of Stillbirth and time of death in Swedish Holstein Calves Examined Post Mortem. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Vol.44, p.111-120.
- Blattler, U., Hammon, H.M., Morel, C., Philipona, C., Rauprich, A., Romé, V., Huerou-Luron, I.L., Guilloteau, P., Blum, J.W., 2001. Feeding Colostrum, Its Composition and Feeding Duration Variably Modify Proliferation and Morphology of the Intestine and Digestive Enzyme Activities of Neonatal Calves. *Journal of Nutrition*, Vol. 131, p.1256-1263;
- Blum, J. W., Hammon, H. M., 2000. Bovine colostrum: more than just an immunoglobulin supplier. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, Vol.142(5), p.221–228.
- Boe, K., Havrevoll, O., 2003. Cold housing and computer-controlled milk feeding for dairy calves: behaviour and performance. *Anim. Prod.*, Vol. 57, 1p.83-191.
- Boersema, S.J., Silva, J. C. da, Mee, J., e Noordhuizen, J., 2010. *Farm Health and Productivity Management of Dairy Young Stock* (1st ed.). Wageningen Pers.
- Borderas, T. F., de Passillé, and J. Rushen., 2009. Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* p.92, Vol.2843–2852.
- Brakel, W.J., Rife, D.C. e Salisbury, S.M., 1952. Factors Associated with the Duration of Gestation in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*.

URL:<http://jds.fass.org/cgi/content/abstract/35/3/179>. Consultado a 10 de Janeiro de 2014.

- Brickell, J. S., M. M. McGowan, *et al.*, 2009. Effect of management factors and blood metabolites during the rearing period on growth in dairy heifers on UK farms. *Domest. Anim. Endocrinol.* Vol. 36(2), p.67-81.
- Brignole, T. J., Stott, G. H., 1980. Effect of suckling followed by bottle feeding colostrum on immunoglobulin absorption and calf survival. *Journal of Dairy Science*, Vol.63(3), p.451– 456.
- Bush, L. J., e Staley, T. E., 1980. Absorption of Colostral Immunoglobulins in Newborn Calves. *Journal of Dairy Science*, Vol.63(4), p.672–680.
- Chua, B., E. Coenen, J. van Delen, and Weary D. M., 2002. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *J. Dairy Sci.* Vol. 85, p. 360–364.
- Cortese, V. S., 2009. Neonatal immunology. *The Veterinary clinics of North America. Food Animal Practice*, Vol. 25(1), p.221–227.
- Dawes, M.E, Tyler, J.W, 2007. Principles of colostrum. In R.S Youngquist, W.R.Threlfall (Eds.), *Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. 2<sup>a</sup> ed., p. 336-338;
- de Passillé, A. M. B., 2001. Sucking motivation and related problems in calves. *Applied Animal Behaviour Science*, Vol. 72, p.175–186
- de Passillé, A.M., Rushen, J. e Weary, D., 2004. Designing good environments and management for calves. *Advances in Dairy Technology*, Vol. 16, p.75-89.
- de Passillé, A. M., Borderas, T. F., and Rushen, J., 2011. Weaning age of calves fed a high milk allowance by automated feeders: Effects on feed, water, and energy intake, behavioral signs of hunger, and weight gains. *J. Dairy Sci.* p.94, Vol.1401–1408.
- De Paula Vieira, A., Guesdon, V., de Passillé, A. M., von Keyserlingk, M. A. G., and Weary, D. M., 2008. Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* p.109, Vol.180–189.
- DeLaval, 2000. Efficient calf management. DeLaval International AB, Tumba, Sweden. Sandstroms E Soner, p.60.
- Divers, T. J. e Peek, S. F., 2008. *Rebhun's Diseases of Dairy Cattle*. (2<sup>a</sup>Ed). Saunders Elsevier.
- Drackey J.K., 2011. The Other Side of the Transition: Effects on Colostrum and Calf. *Proceedings of 2011 Tri-State Dairy Nutrition Conference April 19 and 20*. URL: <http://tristatedairy.osu.edu/Proceedings%202011/Drackley%20paper.pdf>. Consultado a Janeiro de 2014.
- European Food Safety Authority, 2006. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related with the risks of poor welfare in intensive calf farming systems. URL: [http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa\\_locale178620753812\\_1178620773144.htm](http://www.efsa.europa.eu/EFSA/efsa_locale178620753812_1178620773144.htm). Consultado a Fevereiro de 2014.

- Ferris, R. A., e McCue, P. M., 2009. How to use a quantitative turbidimetric immunoassay to determine immunoglobulin G concentrations in neonatal foals. *Proceedings of the 55th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners*. Vol.55, p.45-47.
- Fleenor, W. A., e Stott, G. H., 1981. Single radial immunodiffusion analysis for quantitation of colostral immunoglobulin concentration. *Journal of Dairy Science*, Vol.64(5), p.740–747.
- Foley, J. A., e Otterby, D. E., 1978. Availability, Storage, Treatment, Composition, and Feeding Value of Surplus Colostrum: A Review. *Journal of Dairy Science*, Vol.61(8), p.1033– 1060.
- Frizzo, L.S., Soto, L.P., Zbrun, M.V., Signorini, M. L., 2011. Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Anim. Feed Sci. e Technol.* Vol.169, p.147–156.
- Furuhaug, I.L., 1993. Datastyrt melkeforing av kalver. Hovedoppgave ved Institutt for tekniske fag Norges Landbrukshoyskole, p.52.
- García Lara I., Vázquez Ferreño, M.A., Fernández Calviño, E., Vidal Galego, L. e García Lara, M.T., 2009. Previsión del Peso Vivo en animales Holstein mediante barimetria: ecuaciones de predicción simples y múltiples. *AIDA, XIII Jornadas sobre Producción Animal*, Tomo II, p.469-471.
- Garry, F., Román-Muñiz, I.N., Lombard, J.E e Van Metre, D.C., 2007. Dairy worker training in newborn calf management. CSU Department of Animal Science. URL: <http://ansci.colostate.edu/content/view/596/>. Consultado a Março de 2014.
- George, B., 2011. Colostrum quality, calf health and the importance of the acute phase protein “Mammary-Associated Serum Amyloid A3”. *British Cattle Veterinary Association*. Vol.19 (3), p.156-164.
- Godden, S., 2008. Colostrum management for dairy calves. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*, Vol.24(1), p.19–39.
- Godson D. L., Acres S. D. e Haines D. M., 2003. Failure of passive transfer and effective colostrum management in calves. *Large Animal Veterinary Rounds*, Vol.3, p.10.
- Guidry, A. J., e Pearson, R. E., 1979. Improved methodology for quantitative determination of serum and milk proteins by single radial immunodiffusion. *Journal of Dairy Science*, Vol.62(8), p.1252–1257.
- Halley, D. B., Rushen, J., Duncan, I. J. H., Widowski, T. M. e de Passillé, A. M., 1998. Effects of resistance to milk flow and the provision of hay on nonnutritive sucking by dairy calves. *Journal of dairy science*, Vol.81, p.2165-2172.
- Hannus, C., 1998. Juottoaomaatti osana vasikan juottokautta. *Uudenmaan maaseutuopisto. Paattotyö*, p.72.
- Heinrichs, A. J. e G. L. Hargrove., 1987. Standards of weight and height for Holstein heifers. *J Dairy Sci.*, Vol.70(3), p.653-660.
- Heinrichs, A. J. e Elizondo-Salazar J. A., 2009. Reducing Failure of Passive Immunoglobulin Transfer in Dairy Calves. *Revue de Médecine Vétérinaire*, Vol.160, p.8-9, p.436-440.

- Heinrichs, J.A, Radostits OM., 2001. Health and Production Management of Dairy Calves and Replacement Heifers. Herd Health Food Animal Production Medicine 3ª Ed, W.B Saunders Company, p.333-360.
- Heiting, N., 1992. Verfügbare Trankemittel und ihre Verabreichung über Trankeautomaten. KTBL – Schrift, Vol. 352, p.92-100.
- Hepola, H. P., L. T. Hänninen, S. M. Raussi, P. A. Pursiainen, A.M. Aarnikoivu, and H. S. Saloniemi. 2008. Effects of providing water from a bucket or a nipple on the performance and behavior of calves fed ad libitum volumes of acidified milk replacer. J. Dairy Sci. p.91, Vol.1486–1496.
- Hindhede, J., Mogensen, L., Sorensen, J.T., 1999. Effect of group composition and feeding system and behaviour, production and health of dairy heifers in deep bedding systems. Acta Agric. Scand. Section A-Animal Sci. p.49, Vol. 211-220.
- Holm e Laue, 2014. Manual de vitelos : Informações para a criação saudável e eficiente de vitelos. 2ª edição. URL: [www.holm-laue.de](http://www.holm-laue.de). Acedido em Outubro de 2013.
- Jackson, P.G.G., 2004. Handbook of Veterinary Obstetrics. (2nd ed.). Philadelphia: Saunders.
- Jainudeen, M.R. e Hafez, E.S.E., 2004. Reprodução Animal. (7ªed.). São Paulo: Manole.
- Jasper, J., and Weary, D. M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. J. Dairy Sci. p.85, Vol.3054–3058
- Jensen, M.B., 2004. Computer-controlled milk feeding of dairy calves: The effects of number of calves per feeder and number of milk portions on use of feeder and social behavior. J. Dairy Sci., Vol. 87, p.3428–3438.
- Jensen, M. B. 2006. Computer-controlled milk feeding of group-housed calves: The effect of milk allowance and weaning type. J. Dairy Sci. p.89, Vol.201–206.
- Jensen, M.B., 2007. Computer-controlled milk feeding of group housed calves: The effect of milk allowance and weaning type. J. Dairy Sci., Vol. 89, p.201–206.
- Jones C, Heinrichs J., 2006. “Calving” Calf Care - Hoard’s Dairyman, W. D. Hoard e Sons Company, p.14-16.
- Jones C, Heinrichs J., 2006. “Feeding” Calf Care - Hoard’s Dairyman, W. D. Hoard e Sons Company, p.21-24.
- Jones C, Heinrichs J., 2006. “Handling e Housing” Calf Care - Hoard’s Dairyman, W. D. Hoard e Sons Company, p.46-50.
- Kahn, C.M, Line S., 2010. Feeding Young Dairy Calves. The Merck Veterinary Manual, 10ª Ed, Merck e Co. Inc. Withehouse Station, New Jersey, USA, p.2017-2018.
- Kahn C.M, Line S., 2010. Management of the Neonate in Large Animals. The Merck Veterinary Manual, 10ª Ed, Merck & Co. Inc. Withehouse Station, New Jersey, USA, p.1982-2024.
- Kung, L. Jr., Demarco, S., Siebenson, L.N., Joyner, E., Haenlein, G.F.W., and Morris, R.M., 1997. An evaluation of two management systems for rearing calves fed milk replacer. J. Dairy Sci.Vol.80, p.2529–2533

- Larson, B. L., Heary, H. L., Jr, e Devery, J. E., 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*, Vol.63(4), p.665–671.
- Leek B.F., 2006. Digestão no estômago do ruminante. *Dukes fisiologia dos animais domésticos* / ed. William O. Reece, 12ª Ed, Editora Guanabara Koogan, p.433-435.
- Leslie K.E, Todd C.G., 2007. Keeping your calves healthy, *WCDS Advances in Dairy Technology*, Vol.19, p.285-300;
- Lorenz, I., Mee J.F., Earley, B., More, J.S., 2011 (a). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease preventivo. *Irish Veterinary Journal*, Vol.64, p.10.
- Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E., e More, S. J., 2011 (b). Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Irish veterinary journal*, Vol.64(1), p.14.
- Maatje, K., Verhoeff, J., 1991. Automated feeding of milk replacer and health control of group-housed veal calves. In: Metz, J.H.M., Groenestein, C.M. (Eds.), *Proceedings of International Symposium on Veal Calf Production: New Trends in Veal Calf Production*. EAAP Publication No.52, Wageningen, The Netherlands, p14-16 March 1990, p. 71-75.
- Maatje, K., Verhoeff, J., Kremer, W.D.J., Crujisen, A.L.M., van den Ingh, T.S.G.A.M., 1993. Automated feeding of milk replacer and health control of group-housed veal calves. *Vet. Rec.* p.133, Vol.266–270
- Male, D., Brostoff, J., Roth, D., e Roitt, I., 2006. *Immunology: With Student Consult Online Access*, 7e (Immunology (7th ed.)).
- Martin, J. L., Vonnahme, K. A., *et al.*, 2007. Effects of dam nutrition on growth and reproductive performance of heifer calves. *J. Anim. Sci.*, Vol. 85(3), p.841-847
- Martín, J.V.G., Partida, L.E., 2011. *Guía Práctica de Diagnóstico: Diarrea neonatal bovina*. Internet International B.V.
- Matos, J.E.S., 2013. Criação do efetivo de reposição do rebanho leiteiro – As vacas do futuro. *Agrotec*, Vol.8, p.22-26.
- Maunsell, F. e Donovan, G., 2008. Biosecurity and Risk Management for Dairy Replacements. *Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice*, Vol.24, p.155-190.
- McGuirk, S. M., 2011. Calf diarrhea Lectures .Lectures, Vol.45/47, p.1-6.
- Mee, J.F., 2008. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review. *Science Direct*, Vol.176, p.93-101.
- Mee J.F., 2008. Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics Food Animal Practice Elsevier Saunders*, Vol. 24, p.1-7.
- Mee, J.F., Berry, D.P. e Cromie, A.R., 2008. Prevalence of, and risk factors associated with, perinatal calf mortality in pasture-based Holstein-Friesian cows. *Animal*, Vol.2, p.613- 620.
- Morrill, K. M., Conrad, E., Lago, A., Campbell, J., Quigley, J., e Tyler, H., 2012. Nationwide evaluation of quality and composition of colostrum on dairy farms in the United States. *Journal of Dairy Science*, Vol.95(7), p.3997–4005.

- Mortimer, R.G., 2009. Calving and Handling Calving Difficulties. Calving Management Manual. URL: [www.cvmb.colostate.edu/ilm/projects/neonatal/Calving%20and%20Handling%20Calving%20Difficulties.pdf](http://www.cvmb.colostate.edu/ilm/projects/neonatal/Calving%20and%20Handling%20Calving%20Difficulties.pdf). Consultado a Novembro de 2013.
- Muller, L. D., e Ellinger, D. K., 1981. Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Vol.64(8), p.1727–1730.
- Murray, C.F. e Leslie, K.E., 2013. Newborn calf vitality: Risk factors, characteristics, assessment, resulting outcomes and strategies for improvement. *Vet. J*, Vol. 198, p.322–328.
- Nagy, D., 2009. Resuscitation and critical care of neonatal calves. *Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice*, Vol.25, p.1-11.
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., e 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*, Vol.80(5), p.838–844.
- National Farm Animal Care Council., 2009. Currently Available Codes of Practice. DairyCattle.URL: <http://www.nfacc.ca/code.aspx>. Consultado a Dezembro de 2013.
- Nielsen, P. P., Jensen, M. B and Lidfors, L., 2008. Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* p.109, Vol.223–237
- O'Driscoll, K., von Keyserlingk, M. A. G. e Weary, D., 2006. Effects of mixing on drinking and competitive behavior of dairy calves. *Journal of dairy science*, Vol.89, p.229-233.
- Onsrud, G.L., 1999. Social Facilitation and Competition in Age Heterogeneity Groups of Calves. Thesis, Agricultural University of Norway, p.52.
- Pace D., 2004. Keeping your calf healthy, Oklahoma Cooperative Extensive Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources,
- Pirkelmann, H., Friedag, H., 1994. Rechnergesteuerte Kalbertrankeautomaten fruh einsetzen. *Landtechnik*, Vol.1, p.41-43.
- Przybylska J, Albera E, Kankofer M., 2007. Antioxidants in Bovine Colostrum. *Reproduction in Domestic Animals*, Vol.42, p.402–409;
- Quigley, J. D., 2004. The Role of Oral Immunoglobulins in systemic and intestinal immunity of neonatal calves. URL: [https://www.extension.iastate.edu/dairyteam/sites/www.extension.iastate.edu/files/dairyteam/RoleOfOralImmunoglobins\\_Quigley.pdf](https://www.extension.iastate.edu/dairyteam/sites/www.extension.iastate.edu/files/dairyteam/RoleOfOralImmunoglobins_Quigley.pdf). Consultado a Novembro de 2013.
- Quigley, J. D., Drewry, J. J., 1998. Nutrient and immunity transfer from cow to calf pre- and postcalving. *Journal of Dairy Science*, Vol.81(10), p.2779–2790.
- 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*, Vol. 96(2), p.1148–1155.
- Radostits, O. M., 2001. Herd health : food animal production medicine. Philadelphia, Saunders.

- Roche, J. R., Friggens, N. C., Kay, J. K., Fisher, M. W., Stafford, K. J. e Berry, D. P., 2009. Invited Review: body condition score and its association with dairy cow productivity, health and welfare. *Journal of Dairy Science*, p.92, Vol.5769-5801.
- Roth, B.A., Keil, N.M., Gygax, L., and Hillmann, E., 2009. Influence of weaning method on health status and rumen development in dairy calves. *J. Dairy Sci.*, Vol.92, p.645–656.
- Rushen, J., e de Passillé A. M., 1995. The motivation of non-nutritive sucking in calves, *Bos taurus*. *Anim. Behav.*, Vol.49, p.1503–1510.
- Santos, G.T., 2001. Imunidade passiva colostrar em bovinos. URL: <http://www.nupel.uem.br/passivacolostral.pdf>. Consultado a Outubro de 2013.
- Schuijt, G. e Taverne, M.A., 1994. The interval between birth and sternal recumbency as na objective measure of the vitality of newborn calves [abstract]. *The veterinary record*. URL: <http://veterinaryrecord.bvapublications.com/cgi/content/abstract/135/5/111>. Consultado a Março de 2014.
- Senn, M., Gross-Lüem, S., Leuenberger, H., and Langhans, W. 2000. Meal patterns and meal-induced metabolic changes in calves fed milk ad lib. *Physiol. Behav.* p.70, Vol.189-195.
- Smith, S., 2005. The North American Veterinary Conference 2005 Proceeding: Neonatal calf assessment. URL: <http://www.ivis.org/proceedings/navc/2005/LA/014.pdf?LA=1>. Consultado a Janeiro de 2014.
- Stelwagen, K., Carpenter, E., Haigh, B., Hodgkinson, A., e Wheeler, T. T., 2009. Immune components of bovine colostrum and milk. *Journal of Animal Science*, Vol.87, p.3-9.
- Stilwell G, Rodrigues T, Carolino N., 2012. A Mortalidade Peri-natal em vacarias de leite. *Veterinária Actual*, Vol.47, p.52-54
- Stott, G. H., 1980. Immunoglobulin absorption in calf neonates with special considerations of stress. *Journal of Dairy Science*, Vol.63(4), p.681–688.
- Stott, G. H., Marx, D. B., Menefee, B. E., Nightengale, G. T., 1979. Colostral immunoglobulin transfer in calves I. Period of absorption. *Journal of Dairy Science*, Vol.62(10), p.1632–1638.
- Stull, C. e Reynolds, J., 2008. Calf welfare. *Veterinary Clinics of North American Food Animal Practice*, Vol.24, p.191-203.
- Sweeney, B.C., Rushen, J.P., Weary, D.M., and de Passillé, A.M.B., 2010. Duration of weaning, starter intake, and weight gain of dairy calves fed large amounts of milk. *J. Dairy Sci.* Vol.93, p.148–152.
- Szenci, O., 2003. Role of acid-base disturbances in perinatal mortality of calves: a review. *Veterinary Bulletin*, Vol.73, p.7- 14.
- United States Department of Agriculture, 2008. Dairy 2007: Heifer Calf Health and Management Practices on U.S. Dairy Operations. URL:

<http://www.aphis.usda.gov/vs/ceah/ncahs/nahms/dairy/index.html>. Consultado a Setembro de 2013

- Vaala, W.E., Lester G.D., House J.K., 2009. The Peripartum Period. Large Animal Internal Medicine, 4ª Ed, Mosby Elsevier, p.248-250.
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M. & Paissillé, A.M., 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. Journal Dairy Science, Vol.93, p.1307-1315.
- Veissier, I., V. Gesmier, P. Le Neindre, J. Y., Gautier, and G. Bertrand., 1994. The effects of rearing in individual crates on subsequent social behaviour of veal calves. Appl. Anim. Behav. Sci., Vol.41, p.199-210.
- von Keyserlingk, M. A. G., Brusius, L. e Weary, D. M., 2004. Competition for teats and feeding behavior by group-housed dairy calves. Journal of dairy science, Vol.87, p.4190-4194.
- von Keyserlingk, M. A. G., Wolf, F., Hötzel, M. e Weary, D. M., 2006. Effects of continuous versus periodic milk availability on behavior and performance of dairy calves. Journal of dairy science, Vol.89, p.2126-2131.
- Keil, N.M., Audige, L. e Langhans, W., 2000. Factors associated with intersucking in Swiss dairy heifers. Preventive Veterinary Medicine, Vol.45, p.305-323.
- Khan, M.A., Weary, D.M., von Keyserlingh, M.A.G., 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. Journal of Dairy Science, Vol. 94, p.1071-1081.
- Khan, M.A, Weary D.M, Vieira D.M, von Keyserlingh M.A.G., 2012. Postweaning performance of heifers fed starter with and without hay during the milk-feeding period. Journal of Dairy Science. Vol. 95, p.3970-3976
- Kung, J.r., Demarco, S., Siebenson, L.N., Joyner, E., Haenlein, G.F.W., Morris, R.M., 1997. An evaluation of two management systems for rearing calves fed milk replacer. J. Dairy Sci., Vol.80, p.2529-2533.
- Warnick, V.D., Arave, C.W., Mickelsen, C.H., 1977. Effects of group, individual and isolated rearing of calves on weight gain and behaviour. J. Dairy Sci, Vol.60, p.947-953.
- Weaver, D. M., Tyler, J. W., VanMetre, D. C., Hostetler, D. E., e Barrington, G. M., 2000. Passive transfer of colostral immunoglobulins in calves. Journal of Veterinary Internal Medicine / American College of Veterinary Internal Medicine, Vol.14(6), p.569-577.
- Webster, J., 1984. Calf Husbandry, Health and Welfare, 1st ed. Granada Publishing, p.200.
- Wells, S.J., Dargatz, D.A. e Ott, S.L., 1996. Factors associated with mortality to 21 days of life in dairy heifers in the United States. Preventive Veterinary Medicine, Vol.29, p.9-19.
- Windeyer, M.C., Leslie, K.E., Godden, S.M., Hodgins, D.C., Lissemore, K.D., and LeBlanc, S.J., 2014. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. Prev. Vet. Med., Vol. 113, p. 231-240.
- Wren, G., 1996. Immunology Of The Calf. Bovine Veterinarian, p.6-10.

Zerbe, F., Schlichting, M.C., 1993. Drinking behaviour and activities of rearing calves kept in groups and fed with an automatic-milk-feeder. In: Nichelmann, M., Wierenga, H.K., Braun, S. (Eds.), Proceedings of the Berlin 3rd Joint Meeting of the International Congress on Applied Ethology. Humboldt Universitat, Berlin, Germany, p. 483–486.