



**EFEITO DA ADMINISTRAÇÃO DE TRÊS DIETAS DIFERENTES ENTRE OS  
4 DIAS DE IDADE E O DESMAME SOBRE O CRESCIMENTO DE VITELAS  
DA RAÇA *HOLSTEIN-FRÍSIA***

**Norberto Alves Gonçalves**

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para  
obtenção do Grau de Mestre em Tecnologias da Ciência Animal

Orientado por

**Ramiro Corujeira Valentim**

**Bragança**

**2024**

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Ao meu querido avô.

## **Agradecimentos**

A todos os professores que passaram pelo meu caminho, por todos os ensinamentos que me trouxeram a nível profissional e pessoal.

Ao professor Ramiro Corujeira Valentim, por ter aceite ser meu orientador nesta última etapa como estudante. Obrigado por todo o apoio, dedicação e profissionalismo com que trabalhou comigo e que me ajudou a desenvolver esta dissertação.

Ao engenheiro Pedro Pereira pela sugestão do tema, ao engenheiro Ildebrando Silva e ao engenheiro José Xavier por tornar esta ideia possível. Sem vocês a realização deste estudo seria impraticável.

À minha família por contribuírem para a realização deste sonho e pela motivação para alcançar os meus objetivos. Em especial, não posso deixar de agradecer à minha irmã Mónica por toda ajuda e dedicação na realização deste percurso.

A todos os meus amigos, por acreditarem nas minhas capacidades e por todo o apoio que me prestaram em diversos momentos da minha vida.

De modo muito especial quero agradecer à minha namorada, Paula, por ter entrado na minha vida, e por ter sempre apoiado nos meus objetivos e na realização deste sonho. Sem ti era impossível.

E, por fim, agradecer a todos aqueles que se cruzaram no meu caminho e que de alguma maneira contribuíram para a construção de quem sou hoje e para concretização deste projeto.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

## Resumo

O grande foco de uma exploração leiteira é maximizar o seu lucro, sem prejuízo do cumprimento das leis vigentes e do respeito pelo seu bem-estar animal.

O principal objetivo do presente estudo, executado no âmbito da unidade curricular de Dissertação, Trabalho de Projeto ou estágio, do mestrado em Tecnologias em Ciência Animal, do Instituto Politécnico de Bragança, foi comparar os efeitos da administração de três dietas diferentes sobre o crescimento de vitelas da raça Holstein-Frísia, entre os 4 dias de idade e o desmame.

As vitelas estavam alojadas em duas explorações distintas. Entre o nascimento e o 3º dia de vida, todas elas foram alimentadas exclusivamente com colostro. A partir do 4º dia de vida, elas passaram a ser alimentadas com diferentes tipos de leite de substituição e de alimento concentrado comercial e feno distribuído *ad libitum*. Na exploração A, 10 vitelas foram alimentadas com leite de substituição à base de soro de leite e alimento concentrado comercial *starter* (mistura de flocos) distribuído *ad libitum* – Dieta 1. A outra metade foi alimentada com leite de substituição *spray* contendo 62% de leite de vaca e dois tipos de alimentos concentrados comerciais: até aos 30 dias de idade foi administrado um concentrado *starter* em farinha (com composição láctea), até perfazer um total de 6 kg/vitela, e posteriormente, até aos 90 dias de idade, um concentrado granulado, ambos distribuídos *ad libitum* – Dieta Experimental. Na exploração B, metade das vitelas foram alimentadas com leite de substituição *spray* contendo 60% de leite de vaca e alimento concentrado comercial *starter* (mistura de flocos) distribuído *ad libitum* – Dieta 2. A outra metade foi alimentada com a Dieta Experimental. O crescimento das vitelas foi avaliado através do peso corporal e do perímetro torácico (PT). Ao 4º dia de vida, elas foram pesadas e medidas pela primeira vez, antes de iniciarem a ingestão de leite de substituição. As demais pesagens e medições foram realizadas quinzenalmente até ao desmame, ou seja, aos 90 dias de vida.

De acordo com os resultados observados, o peso corporal das vitelas estudadas aumentou mais do que o dobro. O PT aumentou 1,38 vezes. O PT revelou-se um ótimo estimador do peso vivo (PV), mas não tão bom do ganho médio diário de peso (GMD). O crescimento das vitelas foi igual nas duas explorações. Na mesma exploração, o crescimento das vitelas não variou em função do indivíduo ou do regime alimentar aplicado.

**Palavras-chave:** vitelas de substituição, crescimento, peso corporal e perímetro torácico.

## **Abstract**

The main goal of a dairy farm is to maximize its profit while ensuring compliance with current laws and respect for animal welfare.

The main objective of the present study, carried out as part of the Master's degree in Animal Science Technologies at the Polytechnic Institute of Bragança, was to compare the effects of administering three different diets on the growth of Holstein-Friesian calves, from 4 days old until weaning.

The animals were housed in two separate farms. Between birth and the 3rd day of life, they were exclusively fed with colostrum. From the 4th day of life, they were fed with different types of milk replacer and commercial starter feed, along with ad libitum hay. On farm A, 10 calves were fed a whey-based milk replacer and commercial starter feed (flake mixture) distributed ad libitum – Diet 1. The other half were fed a spray-dried milk replacer containing 62% cow's milk and two types of commercial feed: until 30 days of age, they were given a starter feed in meal form (with milk ingredients) up to a total of 6 kg per calf, and thereafter, until 90 days of age, a pelleted feed, both distributed ad libitum – Experimental Diet. On farm B, half of the calves were fed a spray-dried milk replacer containing 60% cow's milk and commercial starter feed (flake mix) distributed ad libitum – Diet 2. The other half were fed with the Experimental Diet. The growth of the calves was evaluated by measuring body weight and thoracic perimeter (TP). On the 4th day of life, they were weighed and measured for the first time, before starting the milk replacer intake. Further weighing's and measurements were performed every two weeks until weaning, at 90 days of age.

According to the observed results, the body weight of the studied calves increased more than doubled. The TP increased by 1.38 times. The TP proved to be an excellent estimator of live weight (LW), but not as good for estimating average daily weight gain (ADG). The growth of the calves was the same in both farms. Within the same farm, calf growth did not vary according to the individual or the applied feeding regime.

**Keywords:** calves, growth, average daily gain, thoracic perimeter, body weight.

## Índice geral

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract.....	iii
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Quadros .....	vii
Listas de Siglas e Abreviaturas .....	viii
I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	1
1. Introdução.....	1
1.1. Bem-estar das vitelas .....	2
1.1.1. CUIDADOS PÓS-PARTO.....	3
1.1.2. SISTEMA DIGESTIVO DAS VITELAS .....	6
1.1.2.1. FASE DE RECÉM-NASCIDA .....	6
1.1.2.2. FASE PRÉ-RUMINANTE.....	7
1.1.2.3. FASE DE TRANSIÇÃO .....	9
1.1.2.4. FASES PRÉ E PÓS-DESMAME .....	9
1.1.3. MANEIO ALIMENTAR .....	9
1.1.3.1. ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA.....	10
1.1.3.1.1. Importância da Água no Crescimento das Vitelas .....	10
1.1.3.1.2. Colostro .....	11
1.1.3.1.3. Leite Inteiro de Vaca.....	14
1.1.3.1.4. Leite de Substituição.....	15
1.1.3.1.4.1. Fontes de Proteína nos Leites de Substituição .....	16
1.1.3.1.4.2. Aditivos nos Leites de Substituição .....	16
1.1.4.1. Desmame .....	17
1.1.4.2. ALIMENTAÇÃO SÓLIDA.....	18
1.2. SISTEMAS DE ALOJAMENTO DAS VITELAS .....	19

1.2.1. SISTEMAS DE ALOJAMENTO INDIVIDUAL .....	20
1.2.2. SISTEMAS DE ALOJAMENTO COLETIVO .....	20
1.2.3. IGLUS .....	22
1.3. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE VITELAS .....	22
1.3.1. BALDES COMUNS .....	23
1.3.2. BALDES COM TETINA INDIVIDUAL .....	23
1.3.3. BALDES COLETIVOS COM TETINAS.....	24
1.3.4. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ALEITAMENTO.....	25
II – PARTE EXPERIMENTAL .....	27
1. Material e métodos .....	27
1.1. Objetivo .....	27
1.2. Caracterização das explorações.....	27
1.3. Vitelas estudadas .....	27
1.4. Alojamento das vitelas .....	28
1.5. Maneio alimentar.....	28
1.5.1. DIETAS .....	28
1.5.2. VALOR NUTRICIONAL DOS LEITES DE SUBSTITUIÇÃO .....	29
1.5.3. VALOR NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS CONCENTRADOS COMERCIAIS.....	30
1.6. Estudo biométrico.....	30
1.7. Análise estatística .....	31
2. RESULTADOS .....	32
3. DISCUSSÃO .....	36
4. CONCLUSÃO.....	39
III – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40

## Índice de Figuras

Figura 1 – Tamanho percentual dos compartimentos gástricos das vitelas na primeira semana e aos 3-4 meses de idade.....	8
Figura 2 – Momentos críticos do desenvolvimento da imunidade nas vitelas .....	13
Figura 3 – Alojamento coletivo de um grupo de vitelas .....	21
Figura 4 – Iglus para alojamento de vitelas .....	22
Figura 5 – Baldes com tetina individual.....	23
Figura 6 – Forma correta (esquerda) e incorreta (direita) de alimentar um vitelo com recurso a um balde comum.....	24
Figura 7 – Alimentação de vitelas com baldes coletivos com tetinas .....	24
Figura 8 – Sistema automático de aleitamento de vitelas.....	25
Figura 9 – Dieta alimentar experimental .....	27
Figura 10 – Pesagem de uma vitela com recurso a uma balança de guincho (esquerda)e medição do perímetro torácico com uma fita métrica (direita).....	31
Figura 11 – Variação do peso vivo médio e do ganho médio diário (GMD) de peso das vitelas das explorações A e B entre os 4 e os 90 dias .....	32
Figura 12 – Variação do perímetro torácico médio das vitelas da exploração A e B entre os 4 e os 90 dias .....	33
Figura 13 – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas da exploração A ao longo do período de estudo.....	34
Figura 14 – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas da exploração B ao longo do período de estudo.....	34
Figura 15 – Efeito da dieta sobre o perímetro torácico das vitelas da exploração A ao longo do período de estudo .....	35
Figura 16 – Efeito da dieta sobre o perímetro torácico das vitelas da exploração B ao longo do período de estudo .....	35

## **Índice de Quadros**

Quadro I – Variação das características físicas e da composição do colostro relativamente ao leite, ao longo das 5 primeiras ordenhas pós-parto .....	12
Quadro II – Composição do leite de vaca .....	15
Quadro III – Caracterização das explorações .....	27
Quadro IV – Composição nutricional dos leites de substituição usados no presente estudo.....	29
Quadro V – Composição nutricionais dos alimentos concentrados usados no presente estudo.....	30

## **Listas de Siglas e Abreviaturas**

% – Percentagem

AGV – Ácidos gordos voláteis

g – Gramas

g/dl – Gramas por decilitro

g/l – Gramas por litro

GMD – Ganho médio diário de peso

Ig – imunoglobulinas

Kcal – Quilocalorias

kg – Quilogramas

kg/dia – Quilogramas/dia

m<sup>2</sup> – Metros quadrados

mg/ml – Miligramas/mililitro

MJ – Megajoules

n<sup>o</sup> – Número

°C – Graus Celsius

pH – Potencial hidrogénico

PT – Perímetro torácico

PV – Peso vivo

r – Coeficiente de correlação

r<sup>2</sup> – Coeficiente de determinação

## I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na presente revisão bibliográfica serão abordados os principais fatores condicionadores da criação de vitelas de substituição e em particular a alimentação.

### 1. INTRODUÇÃO

Na generalidade das explorações leiteiras, as futuras vacas do efetivo são nelas criadas a partir de vitelas de substituição (Lohakare *et al.*, 2012, Hurst *et al.*, 2021, Mahendran e Wathes, 2021a e Ugwu *et al.*, 2021). O manejo destas vitelas é trabalhoso, a sua criação é dispendiosa (Hoffman e Funk, 1992, Henrichs, 1993, Lohakare *et al.*, 2012, London *et al.*, 2012, Vailati-Riboni *et al.*, 2018, Blackie e Wathes, 2021 e Henrichs e Jones, 2022) e o retorno do investimento é lento (Hoffman, 2015, Blackie e Wathes, 2021 e Henrichs e Jones, 2022). Os custos de criação destas vitelas rondam os 20-25% dos custos totais da exploração (Henrichs, 1993, Akins, 2016, Bazeley *et al.*, 2016, Van De Stroet *et al.*, 2016 e Vailati-Riboni *et al.*, 2018), só ultrapassados pelos custos associados à alimentação do efetivo – 50% (Akins, 2016 e Bazeley *et al.*, 2016). O retorno do investimento com as vitelas de substituição só ocorre a meio ou após a 2ª lactação (Busanello *et al.*, 2022). Por outro lado, ele é normalmente parcial, dado que 1/3 das vacas leiteiras que realizam uma primeira lactação não voltam a ficar gestantes (Wathes *et al.*, 2008 e Van De Stroet *et al.*, 2016). No Reino Unido, 13,7-14,5% das vitelas Holstein Frísias não sobrevivem ao primeiro parto (Brickell *et al.*, 2009 e Pritchard *et al.*, 2013). Mais, apenas 55-58% das vacas leiteiras chega à 3ª lactação (Brickell e Wathes, 2011, Bazeley *et al.*, 2016 e Busanello *et al.*, 2022). No sentido de diminuir estes custos há de reduzir o primeiro período improdutivo (antecipar a idade à puberdade e ao primeiro parto), melhorar a taxa de fertilidade, promover o crescimento mamário e favorecer a futura produção de leite (Vailati-Riboni *et al.*, 2018 e Henrichs e Jones, 2022). Outra forma de reduzir estes custos é selecionar precocemente as vacas mais produtivas (Hurst *et al.*, 2021).

A genética, a dieta e o manejo são alguns dos fatores que mais condicionam a idade à puberdade e ao primeiro parto e a produtividade do efetivo (Swanson, 1967, Henrichs e Hargrove, 1987, Hoffman e Funk, 1992, Henrichs, 1993, Hoffman, 2015, Vailati-Riboni *et al.*, 2018, Blackie e Wathes, 2021 e Sandelin *et al.*, 2021). Nas vitelas leiteiras, o aumento da taxa de crescimento deve ser promovido (Swanson, 1967), balanceando, no entanto, os custos e os futuros benefícios (Blackie e Wathes, 2021 e Henrichs e Jones, 2022). Elas são frequentemente alimentadas com dietas com alto teor em energia e em

proteína (Lohakare *et al.*, 2012). Contudo, sabe-se que a administração destas dietas no período pré-púbere tende a engordar as vitelas (Bazeley *et al.*, 2016 e Heinrichs e Jones, 2022) e conseqüentemente a atrasar a idade à puberdade e ao primeiro parto (Peri *et al.*, 1993, Hoffman *et al.*, 1996, Sejrsen e Purup, 1997, Radcliff *et al.*, 2000 e Lohakare *et al.*, 2012) e a diminuir a fertilidade (Bazeley *et al.*, 2016), o crescimento mamário pós-púbere, nomeadamente do seu parênquima (Hoffman e Funk, 1992, Hoffman, 1997, Lohakare *et al.*, 2012 e Vailati-Riboni *et al.*, 2018), a produção de leite na primeira lactação (Hoffman e Funk, 1992, Radcliff *et al.*, 2000, Lohakare *et al.*, 2012, Bazeley *et al.*, 2016 e Vailati-Riboni *et al.*, 2018), a vida produtiva (Hoffman, 1997, Bazeley *et al.*, 2016, Vailati-Riboni *et al.*, 2018 e Heinrichs e Jones, 2022) e a longevidade das futuras vacas (Bazeley *et al.*, 2016 e Heinrichs e Jones, 2022). O crescimento das vitelas de substituição deve ser moderado, de modo a não causar uma significativa deposição precoce de gordura (Heinrichs e Hargrove, 1987), nomeadamente, no úbere (Bazeley *et al.*, 2016).

O acompanhamento do crescimento das vitelas de substituição é fundamental, dado que permite identificar situações agudas e crónicas de saúde (Heinrichs e Coles, 1992 e Blackie e Wathes, 2021) e prevenir ou corrigir problemas de manejo (alimentar, sanitário, de alojamento, entre outros), minimizando os seus efeitos negativos sobre a saúde e o crescimento (Heinrichs e Coles, 1992, Frizzo *et al.*, 2011, Hoffman, 2015 e Blackie e Wathes, 2021). Na verdade, o crescimento sub-ótimo está associado a um aumento da incidência de doenças e à redução da capacidade produtiva e sua longevidade (Bazeley *et al.*, 2016).

### 1.1. BEM-ESTAR DAS VITELAS

O bem-estar tem sido descrito como um estado dinâmico (e não estático), uma vez que diferentes processos fisiológicos, como o envelhecimento, o funcionamento do sistema imunitário, o crescimento e o *stress*, são condicionados por variações cíclicas, circadianas e circanuais (Stull e Reynolds, 2008).

Na produção de leite, são vários os fatores que contribuem para o bem-estar das vitelas: alimentação, condições ambientais (fotoperíodo, temperatura e teor de humidade do ar e dinâmica atmosférica), alojamento, estado de saúde, interações sociais, tratador, entre outros (Mee, 2008a e Blackie e Wathes, 2021). Cada um destes fatores pode ser uma importante fonte de *stress* e conseqüentemente comprometer o bem-estar e alterar a resistência às doenças e a taxa de crescimento (Uetake, 2013 e Blackie e Wathes, 2021).

O crescimento saudável das vitelas de substituição é conseguido quando se conseguem disponibilizar condições adequadas de manejo, particularmente alimentar e sanitário, que satisfaçam as suas necessidades fisiológicas, de termorregulação e comportamentais (Cruz, 2013 e Lyu *et al.*, 2023).

### **1.1.1. CUIDADOS PÓS-PARTO**

As horas mais importantes para o neonato, são as suas primeiras 24 horas de vida (Cruz, 2013, Martinho, 2015 e Cerqueira *et al.*, 2017). Ao nascer, o vitelo entra em contacto com microrganismos, temperatura diferentes e a sua alimentação deixa de ser provida pelo cordão umbilical (Martinho, 2015, Cerqueira *et al.*, 2017 e Mahendran e Wathes, 2021a).

#### **1.1.1.1. DISTOCIA**

No parto, a distocia é um dos principais problemas que afeta a mãe e o(s) feto(s) e que se traduz frequentemente num aumento da taxa de mortalidade perinatal (Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022). A distocia é toda e qualquer dificuldade no parto, de origem materna ou fetal (Mee, 2008b, Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022). São múltiplas as causas de distocia – genética, indivíduo (idade, estado de saúde, condição corporal) e manejo (acasalamento/cruzamento, manejo reprodutiva, *stress*) (Mee, 2008b). Assim, é mais comum ao primeiro parto (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022). Por outro lado, ela é mais frequente quando as novilhas, em particular, são sujeitas a cruzamentos com raças de grande porte e maior rapidez de crescimento (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022).

#### **1.1.1.2. DIFICULDADE RESPIRATÓRIA**

Imediatamente após o parto, é essencial verificar se a vitela respira espontaneamente (Jackson, 2004, Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Ela deve começar por ser colocada em decúbito esternal, de modo a facilitar-lhe a respiração (Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Caso contrário, há que proceder à desobstrução e à limpeza das vias respiratórias (Jackson, 2004, Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Neste sentido, a sua desobstrução pode ser conseguida levantando a vitela pelos membros posteriores (sem balançar) (Mahendran e Wathes, 2021a), tocando-lhe no interior das narinas com os dedos ou com uma palha, esfregar vigorosamente o tórax com

palha ou lançando água fria sobre a sua cabeça, de modo a induzir o espirro e ajudar a insuflar os pulmões pela primeira vez (Jackson, 2004, Nagy, 2009, Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Os batimentos cardíacos, que são visíveis ou palpáveis, devem ser verificados, bem como o reflexo palpebral e outros movimentos espontâneos (Martinho, 2015). Caso não se verifiquem, é pouco provável que se consiga restabelecer o batimento cardíaco da vitela (Martinho, 2015).

#### 1.1.1.3. ACIDOSE

Durante um parto prolongado, as vitelas podem sofrer de falta de oxigênio e entrarem em hipoxia e acidose (Szenci, 2003, Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022). Na verdade, ao nascimento, todas as vitelas estão sujeitas a algum grau de acidose metabólica e respiratória (Mee, 2004). Nas vitelas, o pH normal do sangue é de 7,2 (Mahendran e Wathes, 2021a). Nas vitelas que sofrem de acidose severa, o pH é inferior a 7,0 (Mahendran e Wathes, 2021a), como consequência, a acidose aumenta o tempo que as vitelas demoram a levantar-se e reduz o vigor e o reflexo de sucção (Mahendran e Wathes, 2021a). Consequentemente, ela pode comprometer o futuro desenvolvimento da vitela recém-nascida (Szenci, 2003). Os casos extremos de acidose podem mesmo causar a morte (Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022).

#### 1.1.1.4. DESINFECÇÃO DO CORDÃO UMBILICAL

A desinfecção do cordão umbilical é outro cuidado fundamental e que é frequentemente desprezado (Martinho, 2015, Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022), apesar da sua não realização poder gerar custos veterinários (Bittar e Miqueo, 2022). No parto, o cordão rompe-se de forma espontânea, ficando uma pequena parte ligada ao vitelo que mais tarde seca, atrofia e origina o umbigo (Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Nos primeiros dias pós-parto, o cordão umbilical é uma potencial porta de entrada de microrganismos no organismo (Mahendran e Wathes, 2021a). Caso ocorra uma infecção, o umbigo tende a aumentar de tamanho, a vitela diminui a ingestão de alimentos (Martinho, 2015) e o seu crescimento é comprometido (Bittar e Miqueo, 2022). A falta de assepsia do cordão umbilical pode ainda causar uma hérnia umbilical (Bittar e Miqueo, 2022). Neste sentido, o cordão umbilical deve ser rapidamente desinfetado com um produto à base de iodo ( $\geq 7\%$ ) (Moran, 2002, Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022).

#### 1.1.1.5. HIGIENE NAS INSTALAÇÕES

As instalações onde as vitelas estão alojadas devem estar limpas e protegê-las das condições ambientais (nomeadamente, prevenindo a hipotermia e problemas respiratórios) e de possíveis infeções (Martinho, 2015, Mahendran e Wathes, 2021a e Bittar e Miqueo, 2022), que podem reduzir o bem-estar, prejudicar o crescimento e aumentar a taxa de mortalidade (Mahendran e Wathes, 2021a). Os principais fatores a ter em consideração são: ventilação, temperatura e teores de humidade do ar, higiene, tamanho dos grupos e estabilidade (Mahendran e Wathes, 2021a e Shardlow e Mahendran, 2021). A ventilação, fornecimento de ar fresco e limpo a um espaço fechado, é responsável por deslocar o ar parado e sujo que pode conter bactérias, poeiras e gases nocivos, causadores de problemas respiratórios e de baixas taxas de crescimento e de produtividade (Shardlow e Mahendran, 2021). Todavia, as correntes de ar também podem causar problemas respiratórios (Cruz, 2013 e Bittar e Miqueo, 2022). No sentido de prevenir a hipotermia, as vitelas devem ser limpas e secas pela mãe (Martinho, 2015). Caso tal não seja possível, elas devem ser limpas pelo tratador, que as secará esfregando o pelo com uma toalha, até que este fique totalmente eriçado (Martinho, 2015 e Mahendran e Wathes, 2021a). Não esquecer que as vitelas recém-nascidas perdem facilmente calor corporal por radiação (pouca gordura subcutânea), particularmente em ambientes frios (Bittar e Miqueo, 2022). O piso deve ser confortável, permitir o escoamento adequado da urina e ser fácil de lavar e secar. Consequentemente, o pelo dos flancos e dos membros posterior das vitelas estará sempre limpo e seco (Stull e Reynolds, 2008).

#### 1.1.1.6. MANEIO ALIMENTAR

Na bibliografia disponível são escassas as publicações relativas à influência da nutrição e do manejo sobre o início da vida das vitelas de substituição e sobre a sua produtividade durante a primeira lactação e lactações seguintes (Soberon e Amburgh, 2013). Sabe, no entanto, que o metabolismo das vitelas é condicionado pelo ambiente perinatal (Jirtle e Skinner, 2007).

Os fatores que influenciam o desenvolvimento da vitela recém-nascida são:

- Fornecimento de nutrientes no útero (Plagemann, 2005);
- Desenvolvimento pós-natal (DeNise *et al.*, 1989);
- Crescimento não relacionado com a nutrição (Weaver *et al.*, 2004).

Todos estes fatores afetam a expressão dos genes e o desenvolvimento dos tecidos que afetarão o crescimento da vitela e a produtividade da futura vaca (Piantoni *et al.*, 2010).

### **1.1.2. SISTEMA DIGESTIVO DAS VITELAS**

O sistema digestivo das vitelas passa por diferentes fases de desenvolvimento, entre o nascimento e o desmame (Leek, 2006):

1. Fase de recém-nascida, do nascimento às 24 horas de vida;
2. Fase pré-ruminante, do 1º dia de vida à 3ª semana de vida;
3. Fase de transição, da 3ª à 8ª semana de vida;
4. Fase de pré e pós-desmame, da 8ª semana de vida à idade adulta.

#### **1.1.2.1. FASE DE RECÉM-NASCIDA**

O colostro é o primeiro leite produzido pela progenitora nas primeiras 24 horas (Jaster, 2005) ou nos primeiros dias pós-parto (Playford e Weiser, 2021) e que deve ser fornecido às crias recém-nascidas, logo nas primeiras horas de vida (Lopez e Heinrichs, 2022). É considerado um alimento de elevado valor nutricional (Martinho, 2015, Silva, 2019 e Playford e Weiser, 2021), dado que é rico em gordura (7%), proteínas (15%), sais minerais (cálcio, fósforo, potássio, sódio, magnésio e zinco), vitaminas (lipossolúveis – A, D e E – e hidrossolúveis – B1, B2, B3 e B12), agentes microbianos, hormonas e fatores de crescimento (Silva, 2019 e Playford e Weiser, 2021). Por outro lado, ele é uma importante fonte de imunidade passiva (Cruz, 2013 e Martinho, 2015), uma vez que possui uma elevada quantidade de imunoglobulinas de ação local e sistémica (Martinho, 2015) – IgG (80-90%), IgA, IgD, IgE e IgM – (Silva, 2019, Playford e Weiser, 2021 e Lopez e Heinrichs, 2022) e de péptidos antimicrobianos (lactoferrina, lactoperoxidase e lisozima) (Playford e Weiser, 2021), essenciais à sobrevivência imediata das vitelas recém-nascidas (Chase *et al.*, 2008, Hulsén, 2016 e Lopez e Heinrichs, 2022). Nas primeiras horas pós-parto, as imunoglobulinas passam pelo estômago sem serem digeridas e alcançam o intestino, de onde passam intactas para a corrente sanguínea das crias (Heinrichs e Jones, 2003). Mais tarde, as vitelas desenvolvem a sua própria imunidade (Silva, 2019) – 4ª semana de vida (Hulsén, 2016). Na verdade, ela começa a formá-la imediatamente após o nascimento; ainda no útero, se o feto for exposto a agentes patogénicos (Hulsén, 2016).

### 1.1.2.2. FASE PRÉ-RUMINANTE

Nas duas primeiras semanas de vida, as vitelas são consideradas monogástricas, ou seja, funcionam como se tivessem um estômago de apenas um compartimento gástrico (Heinrichs e Jones, 2003, Martinho, 2015, Pfau, 2024 e Yearsley, 2024). Nos ruminantes recém-nascidos, o abomaso é o único compartimento gástrico funcional e capaz de digerir o leite (Heinrichs e Jones, 2003, Martinho, 2015 e Pfau, 2024). Todavia, ele possui um volume limitado, pelo que cada refeição não deve exceder 5% do seu peso corporal (Cruz, 2013). Neste período, a vitela possui enzimas muito eficientes na digestão do leite, mas pouco eficiente na digestão de outros alimentos (Martinho, 2015 e Yearsley, 2024). Assim, por exemplo, as células parietais da mucosa do abomaso segregam ácido clorídrico, que converte a enzima inativada pro-renina em renina, capaz de quebrar a ligação peptídica das K-caseínas (Kein, 2021). Consequentemente forma-se um coágulo (Kein, 2021 e Yearsley, 2024), em que a gordura do leite fica retida (Kein, 2021). Todavia, uma porção do leite ingerido não coagula e passa para o intestino delgado (Kein, 2021 e Yearsley, 2024). Essa porção, conhecida por soro do leite, é diretamente absorvida, juntamente com os minerais, a água, a lactose e outras proteínas, incluindo as imunoglobulinas (Klein, 2021 e Yearsley, 2024).

Nas explorações leiteiras é prática corrente utilizar aleitamento artificial (Cruz, 2013 e Martinho, 2015). Este pode ser feito com recurso a vários tipos de leite: leite inteiro de vaca comercializável, leite inteiro de vaca não comercializável e leite de substituição (Martinho, 2015). O leite inteiro de vaca comercializável é proveniente de vacas em lactação, com características nutricionais equilibradas (Martinho, 2015). A sua utilização depende sempre da disponibilidade e do preço do mercado (Martinho, 2015). O produtor pode optar pela administração de leite inteiro não comercializável (Martinho, 2015). Este leite provém de vacas paridas e lactantes em tratamento ou em período de intervalo de segurança, pelo que pode ser fonte de agentes patogénicos e resíduos de antibióticos (Martinho, 2015). O leite de substituição deve ser de qualidade e nutricional adequado às necessidades das vitelas (Cruz, 2013 e Martinho, 2015).

A partir do terceiro dia de vida (Pfau, 2024 e Yearsley, 2024), dos 8-10 dias (Risques, 2002) ou da 2ª semana de vida, a dieta deve incluir alimentos sólidos (Martinho, 2015), incluindo um alimento concentrado comercial de iniciação (*starter*), formulado especificamente para vitelas, tendo em conta a sua fase de crescimento (Martinho, 2015).

Estes alimentos são feitos à base de cereais (Martinho, 2015 e Yearsley, 2024), subprodutos celulósicos, fontes azotadas (bagaços, proteaginosas, ureia entre outras), minerais (particularmente, cálcio e fósforo) e também vitaminas A, B, D e E (Martinho, 2015). Eles aumentam a população microbiana do rúmen responsável pela fermentação dos alimentos sólidos (Pfau, 2024). Devem ser atrativos (partícula com diâmetro  $\leq 5$  milímetros) e palatáveis para promover o seu consumo (Martinho, 2015 e Yearsley, 2024).

Os alimentos volumosos, como o feno (de qualidade), são extremamente importantes, porque promovem o crescimento e o desenvolvimento do rúmen (Figura 1) (Cruz, 2013, Martinho, 2015 e Pfau, 2024). A ingestão apenas de leite faz com que o abomaso cresça e que, proporcionalmente, o rúmen permaneça pequeno (cresce lentamente) (Pfau, 2024). Quando mais tarde se fizer a introdução de alimentos volumosos na dieta, mais se atrasa o crescimento do rúmen e a sua capacidade de fermentar e digerir as forragens (Pfau, 2024). Consequentemente, o crescimento pós-desmame será prejudicado (Pfau, 2024).



Figura 1 – Tamanho percentual dos compartimentos gástricos das vitelas na primeira semana e aos 3-4 meses de idade (Pfau, 2024).

Quando as vitelas iniciam a ingestão de alimentos secos, a fermentação ruminal disponibiliza novos nutrientes, nomeadamente, ácidos gordos voláteis (AGV) – acetato, butirato e proprionato (Jones e Heinrichs, 2016, Pfau, 2024 e Yearsley, 2024) – que são absorvidos pela parede do rúmen (Pfau, 2024). Os AGV são usados como fonte de energia, essencial ao desenvolvimento das papilas ruminais e ao estabelecimento da flora bacteriana ruminal (Khan e Line, 2010, Jones e Heinrichs, 2016 e Mahendran e Wathes, 2021b). A celulose dos alimentos volumosos ajuda a prevenir a ocorrência de diarreias

(Martinho, 2015). Antes dos três meses de idade, as vitelas não devem ingerir silagem, uma vez que esta pode originar anomalias no desenvolvimento do rúmen (Martinho, 2015). Por outro lado, porque fora do silo as silagens se adulteram facilmente, elas tornam-se num perigo para a saúde das vitelas (Cruz, 2013).

#### 1.1.2.3. FASE DE TRANSIÇÃO

Muitos produtores de leite desmamam as vitelas muito jovens, com o objetivo de reduzir os custos associados ao fornecimento de leite (Cruz, 2013, Khan *et al.*, 2016 e Blackie e Wathes, 2021). Trata-se de uma decisão errada, dado que causa um grande *stress* às vitelas (Blackie e Wathes, 2021) e o funcionamento do rúmen ainda não consegue satisfazer as necessidades nutricionais de manutenção e de crescimento das vitelas (Khan *et al.*, 2016 e Blackie e Wathes, 2021). Esta transição depende do desenvolvimento físico e metabólico do rúmen, que acompanha o desenvolvimento das glândulas salivares, do processo de ruminação e os ajustes fisiológicos que ocorrem a nível hepático, intestinal e tecidual (Khan *et al.*, 2016).

#### 1.1.2.4. FASES PRÉ E PÓS-DESMAME

Na fase pré-desmame, a melhoria da alimentação tende a aumentar a taxa de crescimento e a diminuir a suscetibilidade das vitelas às doenças e a taxa de mortalidade, de que resulta uma redução dos custos veterinários e da perda de animais e um aumento da produtividade e dos ganhos económicos (Appeby *et al.*, 2001, Moallem *et al.*, 2010, Soberon e Amburgh, 2013 e Moffett e Mahendran, 2021).

A fase pós-desmame estende-se desde a transição da alimentação de leite para a alimentação de alimentos sólidos até à primeira beneficiação das novilhas (Mahendran e Wathes, 2021b). Para atingirem sensivelmente 65% do seu peso adulto, aos 14 meses de idade, as vitelas devem apresentar um crescimento médio diário de 0,8 kg (Mahendran e Wathes, 2021b).

### 1.1.3. MANEIO ALIMENTAR

No início da vida das vitelas, a alimentação é essencial ao seu futuro desenvolvimento (Cruz, 2013, Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Ela terá um impacto direto no metabolismo e na imunidade (Cerqueira *et al.*, 2017 e Moffett e Mahendran, 2021) e na morbidade e na mortalidade (Bittar e Miqueo, 2022), com efeitos a curto e a longo prazo sobre o bem-estar, a saúde e a produtividade (Cerqueira *et al.*, 2017,

Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Contudo, será sempre necessário balancear o ideal para as vitelas (mais próximo possível da relação vaca/vitela) e o ótimo econômico (Moffett e Mahendran, 2021).

#### 1.1.3.1. ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA

Na vida das vitelas, a fase de aleitamento é um dos períodos mais críticos, uma vez que é quando o crescimento é mais acelerado (Cerqueira *et al.*, 2017) e elas estão mais suscetíveis a contrair doenças (Bittar e Miqueo, 2022). A dieta líquida deve suprir as necessidades físicas e nutricionais do indivíduo (Martinho, 2015). Nas primeiras três semanas de vida, as necessidades energéticas das vitelas devem ser satisfeitas através da ingestão de leite inteiro ou de leite de substituição para vitelas, uma vez que elas não ingerem alimentos secos em quantidade suficiente (Ellingsen *et al.*, 2016, Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Mais, a longo prazo, a alimentação pré-desmame condiciona o desenvolvimento do rúmen (Soberon *et al.*, 2012) e a sua capacidade de ingerir alimentos secos (Moffett e Mahendran, 2021).

De acordo com as diretrizes do Conselho Nacional de Investigação (NRC) americano, as vitelas com 45 kg de PV têm uma necessidade diária de energia metabolizável de 7,3 megajoules (MJ) (NRC, 2001). O leite de vaca contém cerca de 2,13 MJ por litro (NRC, 2001). Consequentemente, um vitelo que pesa 45 kg tem de ingerir cerca de 3,4 litros de leite gordo para satisfazer as necessidades energéticas de manutenção (NRC, 2001). Contudo, para satisfazer as suas necessidades de crescimento, ele necessita de ingerir ainda mais energia (Ellingsen *et al.*, 2016). O fornecimento inadequado de energia terá, por conseguinte, efeitos negativos sobre o seu crescimento (Ellingsen *et al.*, 2016).

Antes do desmame, um ganho médio diário de peso ótimo (0,8-0,9 kg/dia) favorece o crescimento e o desenvolvimento da glândula mamária (Godden, 2008 e Bittar e Miqueo, 2022) e aumenta a produção de leite à primeira (Godden, 2008) e nas lactações seguintes (Bittar e Miqueo, 2022).

##### 1.1.3.1.1. Importância da Água no Crescimento das Vitelas

A água é um nutriente essencial a todos os seres vivos. Nas primeiras semanas de vida, o leite de vaca, que contém cerca de 87% de água, possui a quantidade suficiente deste alimento para satisfazer as necessidades fisiológicas das vitelas em aleitamento

(Moran, 2002). O início da ingestão de alimentos sólidos (palha, feno, alimento concentrado comercial) aumenta a necessidade de as vitelas ingerirem água (Moran, 20202). Para além de saciar a sede, a água contribui para aumentar a ingestão de alimentos secos, o que ajuda a desenvolver o rúmen (Stull e Reynolds, 2008 e Martinho, 2015), promove a digestão dos alimentos sólidos (Cruz, 2013) e diminui a idade ao desmame (Moran, 20202).

Desde o 1º dia de vida, as vitelas devem ter sempre água à disposição (Stull e Reynolds, 2008 e Cruz, 2013). Esta deve estar sempre limpa e fresca (Cruz, 2013 e Martinho, 2015). Com 1 mês de idade, as vitelas bebem cerca de 4,9 litros de água por dia (Cruz, 2013). Depois de desmamadas, elas têm de beber diariamente 10-15 litros de água (Moran, 2002). Nos dias mais quentes, elas podem mesmo ter de ingerir 25 litros de água por dia (Moran, 2002).

#### **1.1.3.1.2. Colostro**

O colostro é o primeiro leite produzido pela glândula mamária após o parto (Cruz, 2013, Silva, 2019 e Bittar e Miqueo, 2022). A produção de colostro ocorre nos últimos dias da gestação (Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022) e termina na altura este ocorre (Wathes, 2021). Nas vacas, a sua produção estende-se por um período de 4 dias (Godden, 2008). É um líquido normalmente de cor amarelada (Potter, 2011), cuja composição, quando comparada com a do leite, é pobre em lactose (2,7%) (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007, McGrath *et al.*, 2016, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022) e rico em gordura (6-7%) (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007, McGrath *et al.*, 2016, Silva, 2019, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022), proteínas (14%) (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007, McGrath *et al.*, 2016 e Silva, 2019), imunoglobulinas (Barrington, 1997, Radostits, 2001, Pace, 2004, Jaster, 2005 e Silva, 2019), citocinas (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007 e McGrath *et al.*, 2016), vitaminas (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007, McGrath *et al.*, 2016 e Bittar e Miqueo, 2022), sais minerais (Blum e Hammon, 2000, Gary *et al.*, 2007, McGrath *et al.*, 2016 e Bittar e Miqueo, 2022), agentes microbianos (Silva, 2019) e fatores de crescimento (Silva, 2019) (Quadro I).

A composição e as propriedades físicas do colostro variam consoante a raça (Santos, 2001, Godden, 2008, Martinho, 2015, McGrath *et al.*, 2016, Silva, 2019 e Wathes, 2021), a vaca (McGrath *et al.*, 2016), a idade da vaca (Santos, 2001, Godden, 2008, Silva, 2019 e Wathes, 2021), o local de nascimento e de criação da vaca (Godden, 2008 e Wathes, 2021), a duração do período seco (pelo menos, 2 meses) (Martinho, 2015 e

McGrath *et al.*, 2016 e Wathes, 2021), o número de lactações (superior a partir da 3 lactação) (Godden, 2008, McGrath *et al.*, 2016 e Silva, 2019), a estação do ano (Santos, 2001, Silva, 2019 e Wathes, 2021), o manejo (Santos, 2001 e Silva, 2019), a nutrição nos períodos seco (Wathes, 2021) e pré-parto (Santos, 2001 e McGrath *et al.*, 2016), o estado nutricional (Silva, 2019) e o tempo decorrido entre o parto e a primeira ingestão de colostro (Santos, 2001, Godden, 2008, Martinho, 2015, McGrath *et al.*, 2016 e Wathes, 2021). Os componentes do colostro são máximos quando da primeira ordenha e depois diminuem até cerca da 6 ordenha, quando passa a ser produzido leite (Wathes, 2021).

Quadro I – Variação das características físicas e da composição do colostro relativamente ao leite, ao longo das 5 primeiras ordenhas pós-parto (adaptado de Foley e Otterby, 1978)

Parâmetros	Colostro					Leite
	1	2	3	4	5	
<b>Gravidade específica</b>	1,05	1,04	1,03	1,03	1,03	1,032
<b>pH</b>	6,32	6,32	6,33	6,34	6,33	6,50
<b>Gordura (%)</b>	6,7	5,4	3,9	4,4	4,1	4,0
<b>Proteína total (%)</b>	14,0	8,4	5,1	4,2	4,1	3,1
<b>Lactose (%)</b>	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	5,0
<b>Sólidos totais (%)</b>	23,9	17,9	14,1	13,9	13,6	12,9
<b>Imunoglobulinas (%)</b>	6,0	4,2	2,4	---	---	0,09
<b>IgG (g/dl)</b>	3,2	2,5	1,5	---	---	0,06

As primeiras 24 horas representam o período mais crítico da vida das vitelas (Cruz, 2013). O colostro cumpre três funções essenciais: satisfaz as necessidades nutricionais das vitelas recém-nascidas (Cruz, 2013, Martinho, 2015, Silva, 2019 e Bittar e Miqueo, 2022), fornece-lhes imunoglobulinas (Santos, 2001, Jaster, 2005, Singh *et al.*, 2010, Martinho, 2015, Cerqueira *et al.*, 2017, Silva, 2019 e Bittar e Miqueo, 2022) e promove a expulsão dos mecónios (efeito laxativo) (Martinho, 2015 e Cerqueira *et al.*, 2017). O efeito laxativo do colostro resulta da sua elevada composição em sais minerais (Martinho, 2015). Nos primeiros 3-4 dias de vida, as vitelas devem ingerir 10-15% do seu peso corporal em colostro (Cruz, 2013).

Nos ruminantes, a função imunológica do colostro é particularmente importante (Singh *et al.*, 2010, Cruz, 2013, Silva, 2019, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022), dado que a placenta sindesmocorial dos bovinos, que protege o feto da maioria das agressões

bacterianas e virais, impede a passagem de proteínas séricas, principalmente, de imunoglobulinas (Santos, 2001 e Wathes, 2021). O consumo de colostro de qualidade tem de ser feito nas primeiras 4-6 horas de vida (Santos, 2001, Cruz, 2013, Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022), período de tempo em que a quantidade de imunoglobulinas e o seu nível de absorção intestinal são elevados (Santos, 2001 e Martinho, 2015). Nos dias seguintes, as vitelas devem continuar a ingerir colostro, uma vez que estas continuam a garantir proteção local contra os microrganismos que causam diarreias neonatais (Santos, 2001).

Quando nascem, as vitelas não têm imunidade passiva, dado que a placenta não permite a transferência de imunoglobulinas da vaca para o feto (Santos, 2001, Bartier *et al.*, 2015, Martinho, 2015, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Neste sentido, elas têm de adquiri-la através do consumo de colostro – IgG (IgG1 e IgG2) (Santos, 2001, Baumrucker *et al.*, 2010, Cruz, 2013, Martinho, 2015, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022), IgA, IgM e IgE (Barrington, 1997 e Santos, 2001). Os níveis séricos de IgG devem alcançar valores superiores a 10 mg/mL ou ocorre uma falha imunológica (Baumrucker *et al.*, 2010, Wathes, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Imediatamente após o nascimento, as vitelas são confrontadas com muitos microrganismos potencialmente patogénicos (Cerqueira *et al.*, 2017 e Wathes, 2021). Do ponto de vista imunológico, outro dos momentos críticos surge por volta dos 14 dias de idade, altura em que os níveis de imunidade passiva diminuem e os de imunidade ativa (própria) ainda é baixa (Figura 2) (Hulsen, 2016). Contudo, à medida que as vitelas continuam a crescer, a sua imunidade ativa aumenta (Heinrichs e Jones, 2003 e Wathes, 2021).

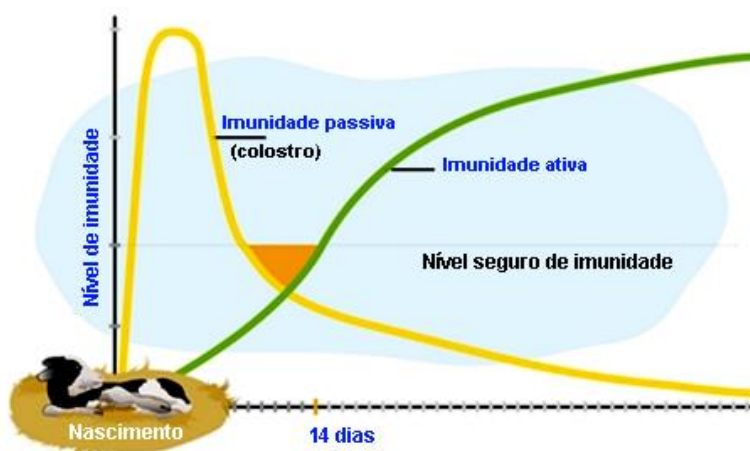


Figura 2 – Momentos críticos do desenvolvimento da imunidade nas vitelas (Hulsen, 2016).

A qualidade do colostro também é ditada pela presença e/ou ausência de bactérias (Heinrichs e Jones, 2003), pelo que a sua recolha deve ser feita de forma o mais higiénica possível (Wathes, 2021). Deve-se evitar ao máximo misturar o colostro de várias vacas – diluição dos colostros de qualidade, possível contaminação microbiana e maior risco de transmissão da paratuberculose (Wathes, 2021).

Depois de ingerirem o colostro, as vitelas podem ser alimentadas com leite inteiro de vaca ou com leite de substituição (Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). O primeiro deve ser retirado do tanque de refrigeração, ou seja, ser de qualidade comercial (Moffett e Mahendran, 2021). Não se deve usar leite residual ou com um elevado número de células somáticas (Moffett e Mahendran, 2021). Também não se deve usar leite de vacas com mamite ou tratadas com antibióticos, para não contaminar as vitelas em aleitamento (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022), não promover o desenvolvimento de bactérias resistentes aos antibióticos e não administrar indiretamente antibióticos às vitelas e desta forma por em causa a saúde animal e humana (Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022).

#### **1.1.3.1.3. Leite Inteiro de Vaca**

A glândula mamária é uma estrutura complexa composta por vários tipos de tecidos e células em diferentes fases de crescimento, diferenciação, atividade secretora e involução (Connor *et al.*, 2007). O seu parênquima é o tecido que sintetiza o leite (Plantoni *et al.*, 2010). A produção de leite depende do número de células epiteliais mamárias, que varia em função da genética, do indivíduo, da alimentação, das condições ambientais, do número de ordenhas diárias, entre outros fatores (Singh *et al.*, 2010).

O leite inteiro de vaca é uma mistura complexa de ingredientes (Quadro II) (Fox *et al.*, 2015), sintetizada pelas células secretoras da mama, a partir de nutrientes retirados do sangue (Singh *et al.*, 2010 e Moffett e Mahendran, 2021). Cerca de 88% da sua composição é água e os restantes 12-13% são sólidos – gordura, proteínas, lactose, minerais e vitaminas (Fox *et al.*, 2015 e Moffett e Mahendran, 2021). Os principais minerais do leite são: cálcio, magnésio, sódio, potássio e zinco (Zhao *et al.*, 2023). As principais vitaminas são: B, D e E (Moffett e Mahendran, 2021). Adicionalmente, o leite inteiro fornece fatores imunitários essenciais à sobrevivência das crias (Singh *et al.*, 2010).

A partir do 3º dia de vida, a alimentação das vitelas passa de colostro para leite inteiro de vaca ou leite de substituição (Cruz, 2013). Elas digerem facilmente os nutrientes presentes no leite inteiro, incluindo as suas proteínas (Moffett e Mahendran, 2021). De um modo geral, o leite inteiro que é distribuído às vitelas é produzido na própria exploração, por vacas sujeitas aos mesmos agentes patogénicos que elas (Moffett e Mahendran, 2021). Este leite contém imunoglobulinas específicas da exploração, que confere às vitelas proteção imunitária local aos intestinos, o que reduz a ocorrência de doenças, nomeadamente, de diarreias e de problemas respiratórios (Moffett e Mahendran, 2021). Porém, a distribuição deste leite pode transmitir paratuberculose (Moffett e Mahendran, 2021).

Quadro II – Composição do leite de vaca (Stalings, 2023)

Nutrientes	Vaca/100 g
Água (g)	88,0
Energia (Kcal)	61,0
Proteína (g)	3,2
Gordura (g)	3,4
Lactose (g)	4,7
Minerais (g)	0,72

#### 1.1.3.1.4. Leite de Substituição

Presentemente, o leite de substituição é uma fonte de nutrientes, equilibrada e completa (Costello, 2012 e Martinho, 2015). No mercado existem vários produtos elaborados para satisfazer as necessidades de manutenção e de crescimento das vitelas (Costello, 2012 e Moffett e Mahendran, 2021). É um produto fácil de armazenar e de preservar em sacos por longos períodos de tempo, desde que sejam respeitadas as condições de temperatura e de humidade relativa do ar indicadas pelo fabricante (Gomes, 1995). É igualmente considerado um alimento seguro, uma vez que todas as matérias-primas utilizadas são laboratorialmente testadas nas fábricas (Costello, 2012).

Os leites de substituição são classificados segundo três critérios (Gomes, 1995):

- A origem da proteína: leites de substituição desnatados em pó e leites de substituição não lácteos;
- O pH: leites tradicionais, com pH próximo do neutro ou acidificado (baixa acidez);

- O teor de gordura: podem ser gordos, meios-gordos e magros, com, respectivamente, cerca de 20, 15 ou 10% de gordura na matéria seca.

Nos leites de substituição, a principal fonte de energia é a lactose, a que corresponde cerca de metade do valor energético fornecido pela gordura (Welboren *et al.*, 2021). O leite integral contém cerca de 37% de lactose e 28% de gordura (Welboren *et al.*, 2021). Os leites de substituição possuem cerca de 43% de lactose e menos de 21% de gordura (Welboren *et al.*, 2021). A utilização de elevadas percentagens de lactose sobrecarrega o trato gastrointestinal, de que resulta a sua não digestão, o aumento da osmolaridade e a consequentemente a ocorrência de diarreias (Welboren *et al.*, 2021).

A percentagem de gordura adicionada é essencial, dado que a energia que aporta é fundamental à regulação da temperatura corporal (Drackley, 2008). Nas regiões mais frias, a acumulação de tecido adiposo influencia a taxa de sobrevivência das vitelas recém-nascidas (Drackley, 2008).

#### 1.1.3.1.4.1. Fontes de Proteína nos Leites de Substituição

A proteína é essencial em diversas funções do corpo (crescimento, funcionamento do sistema imunitário, entre outros) (Schubert *et al.*, 2022). A inclusão de fontes de proteína não lácteas resulta, normalmente, em níveis de proteína bruta mais elevados, que tendem a reduzir a digestibilidade da proteína (Costello, 2012). Na verdade, as proteínas lácteas, de um modo geral, são mais digestíveis do que as proteínas não lácteas e oferecem um perfil de aminoácidos mais adequado ao crescimento das vitelas (Costello, 2012).

Enquanto que o leite integral contém cerca de 24% de proteína bruta, os leites de substituição contêm entre 20 e 28% (Schubert *et al.*, 2022). É aconselhável que estes últimos leites disponibilizem elevadas percentagens de proteína (26-28%), a fim de satisfazer as necessidades proteicas associadas ao rápido crescimento muscular das vitelas (Schubert *et al.*, 2022).

#### 1.1.3.1.4.2. Aditivos nos Leites de Substituição

Nos leites de substituição são utilizados vários tipos de aditivos: vitaminas, minerais e pré-bióticos ou probióticos (Costello, 2012 e Cerqueira *et al.*, 2017). As vitaminas adicionadas são a A, a D e a E, que têm um papel crucial no funcionamento das enzimas da digestão (Costello, 2012). Os minerais mais adicionados são o cálcio e o fósforo, es-

senciais ao desenvolvimento do tecido ósseo e à função muscular. Alguns autores recomendam a incorporação de pré-bióticos (Charlton, 2009). Tratam-se de hidratos de carbono estruturais não digeríveis, que têm o propósito de alterar a microbiótica intestinal, promovendo a sobrevivência de bactérias benéficas ao funcionamento do intestino (Charlton, 2009). Os probióticos são microrganismos que reduzem a população microbiótica intestinal desfavorável e que favorecem o funcionamento intestinal (Charlton, 2009 e Cerqueira *et al.*, 2017).

Nalguns leites de substituição são adicionados acidificantes, com o objetivo de reduzir o pH intestinal e desta forma limitar o crescimento de bactérias prejudiciais à digestão (Charlton, 2009). Indiretamente, eles facilitam ainda a formação do coalho (Charlton, 2009). Após a reconstituição do leite, os acidificantes aumentam a duração do tempo útil do leite, até três dias, se as condições atmosféricas assim o permitirem (Charlton, 2009).

#### **1.1.4.1. Desmame**

Antes do desmame, as vitelas devem ser capazes de se alimentar devidamente com alimentos sólidos, a fim de se evitar uma quebra no seu crescimento pós-desmame (Khan *et al.*, 2011). No momento do desmame, elas devem ser capazes de ingerir 0,75-1,00 kg/dia de alimento concentrado comercial, contendo mais de 22% de proteína bruta ou 2,00 kg/dia de alimento concentrado comercial com menos de 22% de proteína bruta, durante 3 dias consecutivos (van der Vliet e Cardoso, 2011). Este alimento concentrado comercial deve continuar a ser distribuído até as vitelas alcançarem a 10-14<sup>a</sup> semana de idade, altura em que se deve transitar para um alimento concentrado comercial de crescimento (Khan *et al.*, 2012).

O desmame é um momento de grande *stress*, que sinaliza a transformação das vitelas lactantes em ruminantes (Blackie e Wathes, 2021). Os criadores devem aproveitar esta oportunidade e preparar adequadamente a entrada das vitelas no estado de “ruminante” (Baldwin *et al.*, 2004). Eles devem fazê-lo de modo a que as vitelas consigam continuar a crescer e alcançar o máximo possível do seu potencial genético de crescimento (Blackie e Wathes, 2021). Nesta fase é importante fornecer uma dieta equilibrada, com recurso a alimentos que favoreçam a fermentação ruminal, mesmo quando os níveis de ingestão são baixos (Weary *et al.*, 2008). Por outro lado, o desmame bem feito favorece um estado imunitário saudável (Blackie e Wathes, 2021).

Nos programas tradicionais de desmame são utilizadas estratégias de restrição da quantidade de leite distribuída, com o objetivo de incentivar a ingestão de grãos e assim acelerar o desmame (Van Amburgh *et al.*, 2012). Existem dois métodos de desmame: o abrupto e o gradual (Costello, 2012 e Blackie e Wathes, 2021). O desmame abrupto consiste na remoção repentina da ingestão de leite ou num número muito pequeno de dias (Costello, 2012 e Blackie e Wathes, 2021). Por seu turno, o desmame gradual passa pela redução progressiva da ingestão de leite ao longo de um determinado período de tempo (Charlton, 2009 e Blackie e Wathes, 2021) – 7-14 dias (Charlton, 2009). Este último tipo de desmame pode ser feito reduzindo a quantidade de leite oferecido por refeição ou o número de refeições ou diluindo o leite oferecido (Blackie e Wathes, 2021).

O desmame gradual das vitelas garante que elas conseguem consumir e digerir a quantidade de alimentos necessários à satisfação das suas necessidades nutricionais, durante e após o desmame (Khan *et al.*, 2016). Desta forma, asseguram-se boas taxas de crescimento e a diminuição da morbidade e da mortalidade (Cruz, 2013).

#### **1.1.4.2. ALIMENTAÇÃO SÓLIDA**

A alimentação sólida estimula o desenvolvimento ruminal, dado que os alimentos grosseiros e fibrosos, em particular, promovem o crescimento do rúmen e das suas papilas, responsáveis pela absorção dos AGV (Oliveira, 2012).

O alimento concentrado de arranque ou “*starter*” é um alimento completo que contém 16-20% de proteína de alta qualidade (Charlton, 2009). Deve ser sólido, seco e saboroso para incentivar ao seu consumo (Charlton, 2009). As vitelas devem ingeri-lo do nascimento ao desmame (Drackley, 2008). No mercado existe uma diversidade de alimentos concentrados “*starter*” (Drackley, 2008). A sua digestão depende muito da sua forma física (Drackley, 2008). Assim, por exemplo, a forma de flocos de cereais aumenta a formação ruminal de ácido propiónico, que favorece o desenvolvimento das papilas ruminais (Drackley, 2008).

A distribuição de feno de qualidade promove uma melhor ingestão de alimentos e aumenta a eficiência alimentar (Khan *et al.*, 2012). A ingestão de feno estimula a mastigação e o fluxo de saliva, essencial à manutenção dos valores de pH que favorecem a atividade microbiana do rúmen (Khan *et al.*, 2011).

## 1.2. SISTEMAS DE ALOJAMENTO DAS VITELAS

O alojamento das vitelas deve ser confortável e permitir a expressão dos seus comportamentos naturais – descanso, ingestão (água e alimentos sólidos), eliminação de dejetos e locomoção (Neindre, 1993, Martinho, 2015 e Cerqueira *et al.*, 2017). Este terá sempre impacto (positivo ou negativo) sobre a saúde e o desempenho produtivo das vitelas (Shardlow e Mahendran, 2021). Os principais aspetos a ter em conta são: a ventilação, a temperatura e o teor de humidade relativa do ar, a higiene, o tamanho dos grupos e a estabilidade (Mahendran e Wathes, 2021a e Shardlow e Mahendran, 2021).

O *stress* térmico pode ser causado pelo frio ou pelo calor e afeta de forma mais marcada os animais jovens, doentes ou feridos, uma vez que os seus mecanismos de termorregulação ainda não estão funcionais ou funcionam deficientemente (Stull e Reynolds, 2008). A zona de conforto térmico é a zona de neutralidade térmica, que nas vitelas oscila entre os 15°C e os 25°C (Stull e Reynolds, 2008).

Nas instalações, a qualidade do ar é de extrema importância (Stull & Reynolds, 2008). Estas devem ser arejadas, mas sem correntes de ar (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022). As paredes devem ser lisas (fáceis de limpar), claras (fácil visualização da sujidade) e bem iluminadas (Martinho, 2015). A cama, feita com materiais isolantes, adequados às condições climáticas da região, deve estar sempre seca e limpa (Cruz, 2013, Martinho, 2015 e Cerqueira *et al.*, 2017). Para o efeito, o piso deve ter um bom sistema de drenagem (Cerqueira *et al.*, 2017). A acumulação de urina e de fezes dá origem à formação de gases tóxicos, como o amoníaco, que podem causar problemas respiratórios (Stull e Reynolds, 2008).

As vitelas podem ser alojadas das seguintes formas (Shardlow e Mahendran, 2021):

1. Sistemas de alojamento individual;
2. Sistemas de alojamento coletivo;
3. Iglus.

Até aos dois meses de idade, as vitelas devem ser alojadas em boxes individuais, com pelo menos 1,5 m<sup>2</sup> (Diário da República, nº189/1993, serie I-B de 1993 e Yague, 1994). Elas devem ter fácil acesso a água e a alimentos sólidos (Stull e Reynolds, 2008).

A partir das 8 semanas de vida, é proibido alojar as vitelas em boxes individuais (Decreto-Lei nº 48/2001).

A decisão quanto ao tipo de alojamento a utilizar deve ter em conta as condições ambientais e físicas da exploração, as disponibilidades no mercado e os custos das estruturas (Shardlow e Mahendran, 2021).

### **1.2.1. SISTEMAS DE ALOJAMENTO INDIVIDUAL**

Os sistemas de alojamento individual (cabanas ou boxes) tem como grande vantagem a redução da propagação de agentes patogénicos, dado que diminui de contacto entre animais (Fisher *et al.*, 1985, Cruz, 2013 e Shardlow e Mahendran, 2021). Por outro lado, eles são móveis (Shardlow e Mahendran, 2021). As cabanas, porque são feitas em plástico, tendem a ser duráveis, embora impliquem um maior investimento inicial (Shardlow e Mahendran, 2021). Têm uma área coberta e um parque exterior, este último por vezes coberto (mais caro) (Shardlow e Mahendran, 2021). As cabanas podem ser colocadas no exterior ou dentro das vacarias (Shardlow e Mahendran, 2021).

Antes do desmame, as vitelas tendem a ser mais suscetíveis a infeções causadas por agentes patogénicos (Fisher *et al.*, 1985). Neste sentido, o seu alojamento individual reduz a incidência de diarreias e de doenças respiratórias (Cruz, 2013). Por outro lado, cada fêmea tem acesso facilitado ao alimento e é mais fácil avaliar a sua ingestão voluntária diária de alimento (Fisher *et al.*, 1985). Neste sistema de alojamento, as vitelas veem reduzidas as suas competências sociais, o que prejudica as suas interações sociais quando colocadas em grupo, particularmente com vitelas anteriormente criadas com as mães ou em grupo (Fisher *et al.*, 1985).

Os sistemas de alojamento individual afetam negativamente o desenvolvimento do comportamento social e a cognição (Shardlow e Mahendran, 2021).

### **1.2.2. SISTEMAS DE ALOJAMENTO COLETIVO**

As cabanas ou boxes também podem ser usadas para alojar duas vitelas ou um pequeno grupo delas (Figura 3) (Shardlow e Mahendran, 2021). A escolha deste tipo de alojamento é, fundamentalmente, ditada pelo sistema de alimentação – baldes coletivos com tetinas e equipamentos automáticos de aleitamento (Shardlow e Mahendran, 2021). Ele reduz as necessidades de mão-de-obra por vitela (Shardlow e Mahendran, 2021).



Figura 3 – Alojamento coletivo de um grupo de vitelas (Holm e Laule, 2023).

Quando as vitelas são criadas em grupos, o seu comportamento social desenvolve-se corretamente (Stull e Reynolds, 2008) e torna-se mais flexível, o que lhes permite enfrentar com maior facilidade as situações de *stress* (Shardlow e Mahendran, 2021). Elas aprendem, por exemplo, a comer alimento concentrado comercial por facilitação social (Shardlow e Mahendran, 2021). Tendem a crescer mais rápido, particularmente no momento do desmame, o que suaviza a passagem por este período de transição fisiológico e alimentar (Shardlow e Mahendran, 2021). Devido às interações sociais, elas tendem a locomover-se mais (Stull e Reynolds, 2008). Contudo, este tipo de alojamento dificulta a correta alimentação dos diferentes animais (Stull e Reynolds, 2008 e Shardlow e Mahendran, 2021), a higienização dos espaços (Stull e Reynolds, 2008) e o controlo de doenças (Stull e Reynolds, 2008 e Shardlow e Mahendran, 2021), particularmente quando os grupos são muito grandes (Stull e Reynolds, 2008). Recomenda-se, pois, que os grupos não incluam mais do que 2-6 (Stull e Reynolds, 2008) ou 12 animais (Shardlow e Mahendran, 2021), de modo a permitir a fácil avaliação de cada um deles (Stull e Reynolds, 2008 e Shardlow e Mahendran, 2021). Nos grupos grandes o crescimento das vitelas diminui e a transmissão de doenças respiratórias aumenta (Shardlow e Mahendran, 2021). A diferença de idade entre as vitelas alojadas em conjunto deve ser a menor possível ( $< 2$  semanas) (Cruz, 2013 e Shardlow e Mahendran, 2021). As vitelas mais velhas, para além de impedirem as mais novas de aceder ao alimento, constituem uma importante fonte de contágio para estas (Shardlow e Mahendran, 2021). A estabilidade do grupo é outro aspeto fundamental, pelo que não se devem introduzir ou retirar animais, no mínimo, até ao momento do desmame (Shardlow e Mahendran, 2021).

O alojamento das vitelas em grupo pode promover a sucção cruzada (Shardlow e Mahendran, 2021). Trata-se de um comportamento com origem na necessidade inata das vitelas mamarem e pode provocar perda de pelo e inflamação na zona sugada, normalmente, à volta do umbigo (Paço, 2014 e Shardlow e Mahendran, 2021).

### 1.2.3. IGLUS

Os iglus são alojamentos exteriores individuais ou coletivos (Figura 4) (Boersema *et al.*, 2010). São construídos em fibra de vidro, pelo que apresentam uma elevada durabilidade (Holm e Laule, 2023). A sua forma hemisférica garante uma boa ventilação, dado que o vento que circula no exterior cria uma pressão negativa no seu ponto mais alto, que garante aos vitelos um elevado nível de conforto térmico (Holm e Laule, 2023). Relativamente aos outros sistemas de alojamentos, a sua principal vantagem é proporcionar um ambiente mais reservado e tranquilo, o que reduz o *stress* (Boersema *et al.*, 2010).



Figura 4 – Iglus para alojamento de vitelas (Holm e Laule, 2023).

### 1.3. SISTEMAS DE ALIMENTAÇÃO DE VITELAS

Segundo o Decreto-Lei nº48, de 10 de fevereiro de 2001, os vitelos devem ser alimentados, pelo menos, duas vezes ao dia. Quando a alimentação é feita em grupo e não existe sistema de alimentação automático, os animais devem ter acesso simultâneo ao alimento (Stull e Reynolds, 2008). Para favorecer o bem-estar e a saúde das vitelas, elas devem receber uma alimentação adequada à idade, ao peso, ao estado de desenvolvimento e às suas necessidades comportamentais (Stull e Reynolds, 2008 e Bittar e Miqueo, 2022).

Nas explorações leiteiras, os sistemas de alimentação das vitelas são: baldes comuns, baldes com tetina individual, baldes coletivos com tetinas e sistemas automáticos de aleitamento (Paço, 2014, Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022).

### 1.3.1. BALDES COMUNS

Durante o aleitamento, a posição corporal que as vitelas devem adotar quando da ingestão de leite é aquela que mais se assemelha à posição natural que elas perfilham relativamente às suas mães, ou seja, as suas cabeças devem ser mantidas abaixo do nível do úbere das mães (Martinho, 2015). Desta forma, a goteira esofágica fecha-se e o leite é conduzido diretamente para o abomaso (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022).

Os baldes comuns permitem uma ingestão rápida do leite, ainda que resultem no encerramento incompleto da goteira esofágica (Bittar e Miqueo, 2022). Consequentemente, uma parte do leite fica temporariamente retida no retículo-rúmen, compartimentos gástricos que não estão capacitados para o digerir (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022). Consequentemente, ele causa distúrbios alimentares (acidoses ruminais, fermentações indesejáveis, diarreias e cólicas) (Szenci, 2003, Amaral-Phillips *et al.*, 2006 e Bittar e Miqueo, 2022). Nos ruminantes, o abomaso é o único compartimento do estômago capaz de digerir o leite (Heinrichs e Jones, 2003, Martinho, 2015 e Pfau, 2024).

O sistema de baldes comuns é mais usado quando as vitelas estão alojadas em boxes individuais (Martinho, 2015).

### 1.3.2. BALDES COM TETINA INDIVIDUAL

Estes baldes são utilizados maioritariamente no sistema de alojamento individual (Figura 5) (Martinho, 2015). Permitem um melhor acompanhamento do crescimento das vitelas e garantem uma melhor ingestão de leite (Bittar e Miqueo, 2022).



Figura 5 – Baldes com tetina individual.

Os baldes com tetina individual causam menos *stress*, uma vez que não há competição entre animais pelo alimento. Por outro lado, eles levam as vitelas a adotar uma posição corporal que favorece o encerramento da goteira esofágica (Figura 6) (Martinho, 2015 e Bittar e Miqueo, 2022). Contudo, a sua utilização implica o uso de mais mão-de-obra, necessária à preparação do leite de substituição e à higienização do material (Bittar e Miqueo, 2022). Para além da lavagem e desinfecção dos baldes e tetinas, é necessário trocar regularmente as tetinas (Bittar e Miqueo, 2022).

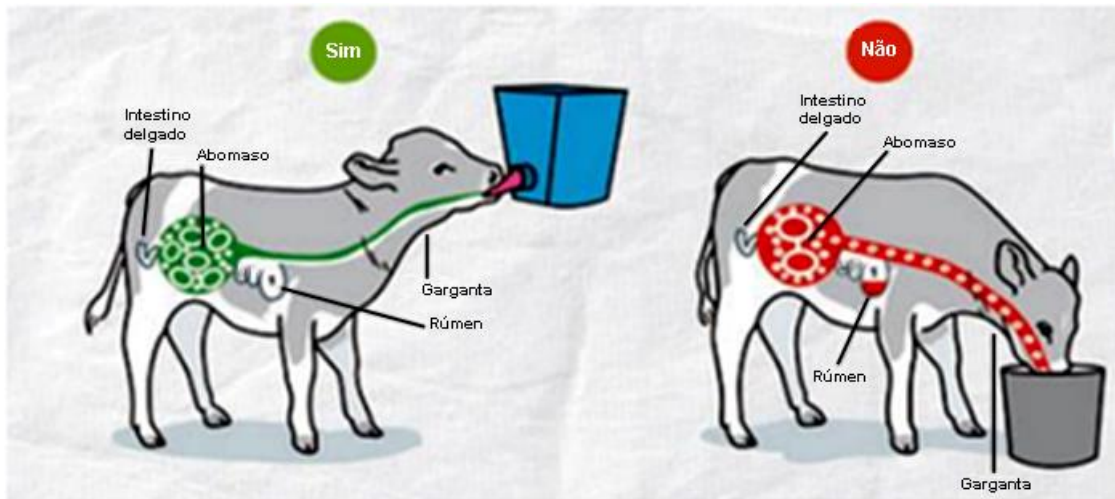


Figura 6 – Forma correta (esquerda) e incorreta (direita) de alimentar um vitelo com recurso a um balde comum (Martinho, 2015).

### 1.3.3. BALDES COLETIVOS COM TETINAS

As vitelas alimentadas com baldes coletivos com tetinas despendem, em média, quarenta e cinco minutos por dia a ingerir leite (Figura 7) (Appeby *et al.*, 2001, De Passilé *et al.*, 2004 e Paço, 2014).



Figura 7 – Alimentação de vitelas com baldes coletivos com tetinas.

A grande desvantagem deste sistema é que não é possível controlar o consumo individual de cada vitela (Bittar e Miqueo, 2022). As vitelas alimentadas em grupo com baldes com tetinas e fluxo rápido podem realizar sucção cruzada (nos primeiros 10-20 minutos pós-ingestão do leite), o que pode originar lesões e infeções (Passillé *et al.*, 2004 e Paço, 2014). Este comportamento pode ser drasticamente reduzido fornecendo-lhes feno (Haley *et al.*, 1998 e Paço, 2014), oferecendo-lhes tetinas secas (sem leite) (Haley *et al.*, 1998, Passillé *et al.*, 2004 e Paço, 2014), reduzindo o fluxo de leite nas tetinas (Haley *et al.*, 1998 e Paço, 2014) ou restringindo o acesso aos baldes (Chua *et al.*, 2002 e Paço, 2014).

#### 1.3.4. SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE ALEITAMENTO

Os sistemas automáticos de aleitamento possibilitam o fornecimento faseado de leite ao longo do dia, evitando-se desta forma alterações do comportamento ingestivo das vitelas (Figura 8) (Martinho, 2015, Bittar e Miqueo, 2022 e Holm e Laule, 2023). Eles garantem um maior controlo no acesso ao leite e na quantidade e na qualidade do leite fornecido (Martinho, 2015). Por outro lado, porque permitem a alimentação individual de todas as vitelas do grupo, eles tornam possível desmamá-las separadamente (Bittar e Miqueo, 2022).



Figura 8 – Sistema automático de aleitamento de vitelas (Holm e Laule, 2023).

Os sistemas automáticos são indicados para alimentar vitelas alojadas em grupo (Martinho, 2015). As suas necessidades em mão-de-obra são inferiores às dos outros sistemas anteriormente referidos (Martinho, 2015). A preparação da dose de leite é feita quando a vitela se aproxima do equipamento e o número do seu colar eletrónico é lido.

Os sistemas automáticos de aleitamento, porque dividem a distribuição diária de leite por várias porções (4-6), promovem o normal desenvolvimento do sistema digestivo (Holm e Laule, 2023). Eles possibilitam ainda uma melhor transição da alimentação líquida para a alimentação sólida, ou seja, facilitam o desmame (Holm e Laule, 2023). No período de 2-4 semanas, o desmame progressivo das vitelas deve ser feito diminuindo gradualmente a quantidade de leite distribuído diariamente (Holm e Laule, 2023).

## II – PARTE EXPERIMENTAL

### 1. MATERIAL E MÉTODOS

#### 1.1. OBJETIVO

O principal objetivo do presente estudo consiste em comparar os efeitos da administração de três dietas diferentes sobre o crescimento de vitelas da raça Holstein-Frísia, entre os 4 dias de idade e o desmame.

#### 1.2. CARACTERIZAÇÃO DAS EXPLORAÇÕES

A prática do presente estudo foi realizada em duas explorações de bovinos leiteiros situadas na região do Alto Minho: exploração A e exploração B (Quadro III).

Quadro III – Caracterização das explorações

	Exploração A	Exploração B
<b>Localização</b>	Poiares, Ponte de Lima	Paço, Ponte de Lima
<b>Nº de vacas em lactação</b>	120	100
<b>Nº de vitelas estudadas</b>	20	10

Na exploração A, o vitelheiro, localiza-se a 100 metros de altitude, está orientado no sentido nordeste. A exploração B, localiza-se a 110 metros de altitude, orientado no eixo leste – oeste reduzido a entrada da luz solar no pavilhão reduzido o sobreaquecimento durante o dia.

#### 1.3. VITELAS ESTUDADAS

Na exploração A foram utilizadas 20 vitelas e na exploração B 10 vitelas da raça Holstein-Frísia, filhas de reprodutoras múltiparas. As mães eram saudáveis e os partos foram naturais. Todas as vitelas nasceram em novembro/dezembro, de parto simples. Nas duas explorações, as vitelas foram posteriormente divididas aleatoriamente em dois grupos.

#### 1.4. ALOJAMENTO DAS VITELAS

Nas duas explorações, até aos 30 dias de idade, as vitelas recém-nascidas foram alojadas em compartimentos individuais, até perfazerem um mês de idade. De seguida, até aos 90 dias, as vitelas foram alojadas em grupos de 5 ou 10 indivíduos.

#### 1.5. MANEIO ALIMENTAR

As vitelas foram alimentadas com colostro até ao 3º dia de vida. A partir desse momento, a sua dieta baseou-se na ingestão de leite de substituição, suplementada com alimentos concentrados comerciais *pré-starter* e/ou *starter*. As vitelas receberam ainda feno de prados naturais e água distribuídos *ad libitum*.

O leite de substituição foi preparado misturando ao leite desidratado com água quente (55°C), na proporção de 140 g/l. Duas vezes por dia foram distribuídos 3 litros de leite de substituição por vitela (42°C). O leite foi administrado com o sistema de alimentação individual através do uso de baldes com tetina.

##### 1.5.1. DIETAS

**Na exploração A**, do nascimento ao 3º dia de vida, as vitelas foram alimentadas com colostro. Do 4º ao 90º dia de vida, 10 vitelas foram alimentadas com leite de substituição à base de soro de leite e alimento concentrado comercial *starter* (mistura de flocos) distribuído *ad libitum* – **Dieta 1**. No mesmo período de tempo, as demais 10 vitelas receberam uma **Dieta Experimental** que incorporava leite de substituição *spray*, contendo 62% de leite de vaca, e dois tipos de alimentos concentrados comerciais: até aos 30 dias de idade foi administrado um concentrado *pré-starter* em farinha (com composição láctea), até perfazer um total de 6 kg/vitela, e posteriormente um concentrado *starter* granulado distribuído *ad libitum* (Figura 9).

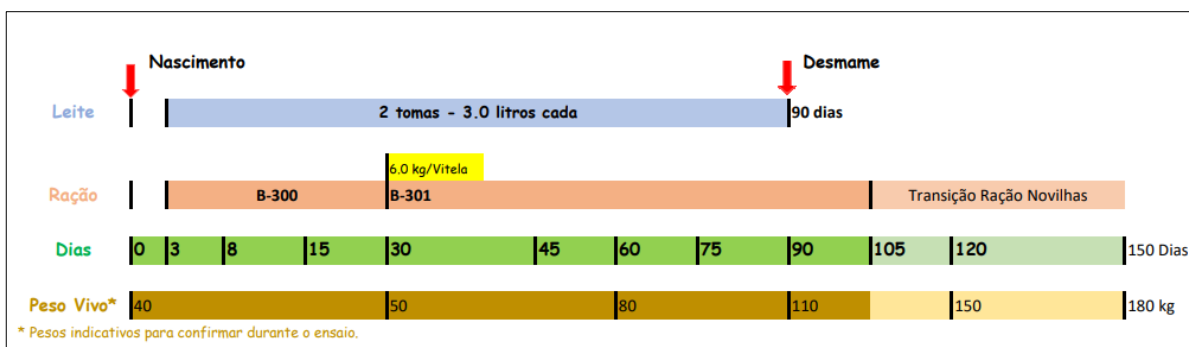


Figura 9 – Dieta alimentar experimental (Cevargado, 2023).

Na **exploração B**, do nascimento ao 3º dia de vida, as vitelas foram alimentadas com colostro. Do 4º ao 90º dia de vida, 5 vitelas foram alimentadas com leite de substituição *spray*, contendo 60% de leite de vaca, e alimento concentrado comercial *starter* (mistura de flocos) distribuído *ad libitum* – **Dieta 2**. As demais 5 vitelas receberam a **Dieta Experimental** acima descrita.

### 1.5.2. VALOR NUTRICIONAL DOS LEITES DE SUBSTITUIÇÃO

O valor nutricional dos três leites de substituição usados no presente estudo é apresentado no Quadro IV.

Quadro IV – Composição nutricional dos leites de substituição usados no presente estudo

Nutrientes	Soro de leite	Leite <i>spray</i> (62%)	Leite <i>spray</i> (60%)
	(Dieta 1)	(Dieta Experimental)	(Dieta 2)
Proteína bruta (%)	24,0	25,0	23,5
Gordura bruta (%)	20,0	19,5	19,1
Cinza bruta (%)	7,5	6,7	7,3
Fibra bruta (%)	0,02	0,01	0,00
Cálcio (%)	0,7	1,0	0,9
Fósforo (%)	0,6	0,8	0,7
Sódio (%)	0,6	0,5	0,5

### 1.5.3. VALOR NUTRICIONAL DOS ALIMENTOS CONCENTRADOS COMERCIAIS

O valor nutricional dos três alimentos concentrados comerciais administrados no presente estudo é apresentado no Quadro V. De salientar que o alimento concentrado comercial *starter* da dieta experimental possuía na sua composição derivados lácteos.

Quadro V – Composição nutricionais dos alimentos concentrados usados no presente estudo

	Dieta Experimental		Dieta 1	Dieta 2
	( <i>Farinado</i> )	( <i>Granulado</i> )	( <i>Mistura de flocos</i> )	( <i>Mistura de flocos</i> )
Dias	0-30 dias	31-90 dias	0-90 dias	0-90 dias
Proteína bruta (%)	16,34	16,30	15,86	15,86
Gordura bruta (%)	5,26	3,00	3,60	3,60
Fibra bruta (%)	4,00	4,00	4,10	4,10
Cinza bruta (%)	5,91	6,20	3,64	3,64
Sódio (%)	0,21	0,10	0,05	0,05

### 1.6. ESTUDO BIOMÉTRICO

Ao longo do presente estudo procedeu-se à medição de dois parâmetros biométricos: Peso vivo (PV) e Perímetro Torácico (PT). A partir do PV calculou-se o ganho médio diário (GMD) das vitelas estudadas.

Quatro dias após o nascimento, as vitelas começaram a ser pesadas e medidas (antes de iniciarem a ingestão de leite de substituição). A segunda pesagem e medição foram feitas aos 15 dias de vida. As demais pesagens e medições foram realizadas quinzenalmente até ao desmame (90 dias de vida).

O PV foi medido com recurso a uma balança de guincho (*Fuzyon Chasse*<sup>®</sup>). A pesagem foi feita de manhã cedo, antes de se proceder à distribuição do alimento. Por seu turno, o PT foi medido utilizando uma fita métrica (centímetros). Com as vitelas em estação, esta medida foi tomada imediatamente atrás das escápulas (Figura 10).



Figura 10 – Pesagem de uma vitela com recurso a uma balança de guincho (esquerda) e medição do perímetro torácico com uma fita métrica (direita).

### 1.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

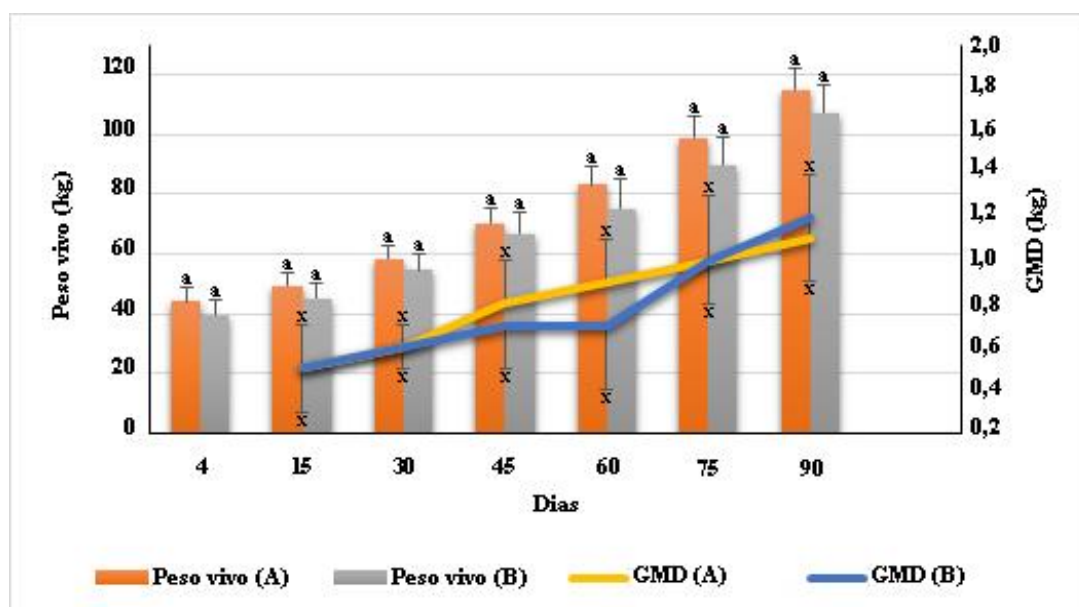
No sentido de identificar diferenças estatisticamente significativas entre parâmetros efetuaram-se análises de variância (Steel e Torrie, 1980). A comparação entre médias realizou-se segundo o teste de Bonferroni/Dunn (Dunn, 1961). Foram ainda feitas análises de regressão e correlação (Steel e Torrie, 1980), a fim de se estabelecerem relações entre o PV e o PT e o GMD e o PT.

## 2. RESULTADOS

### 2.1. VARIAÇÃO DO PESO VIVO MÉDIO E DO GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO

No período de estudo (4-90º dia de vida), o PV médio do conjunto das vitelas estudadas variou entre 42,5 e 112,3 kg (GMD: 0,798 kg). O PV médio das vitelas da exploração A variou entre 44,1 e 114,8 kg (GMD: 0,808 kg) e o das vitelas da exploração B entre 39,4 e 107,3 kg (GMD: 0,778 kg).

A evolução do PV médio e do GMD das vitelas das explorações A e B é apresentada na Figura 11 e no Quadro I dos Anexos. O PV médio das vitelas não variou significativamente entre as explorações A e B ( $P>0,05$ ). O mesmo sucedeu relativamente ao GMD ( $P>0,05$ ). Nas duas explorações, as diferenças entre vitelas relativamente a estes parâmetros mostraram-se não significativas ( $P>0,05$ ).



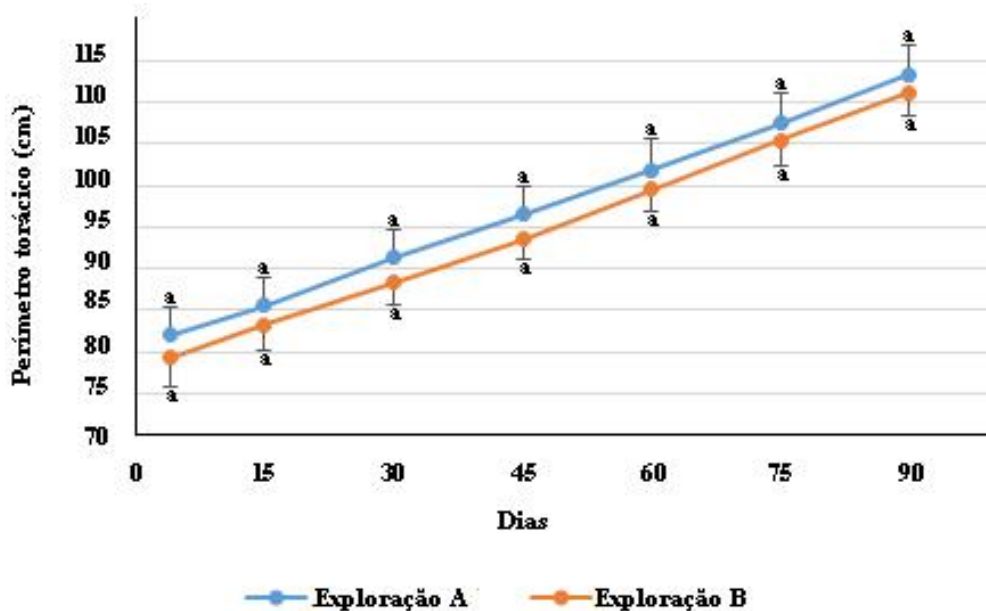
*a = a, para  $P>0,05$  (peso médio, entre explorações);  
x = x, para  $P>0,05$  (GMD, entre explorações).*

Figura 11 – Variação do peso vivo médio e do ganho médio diário (GMD) de peso das vitelas das explorações A e B entre os 4 e os 90 dias.

### 2.2. VARIAÇÃO DO PERÍMETRO TORÁCICO MÉDIO

No decurso deste estudo (4-90º dia de vida), o PT médio de todas as vitelas estudadas variou entre os 81,1 e os 112,6 cm. O PT médio das vitelas da exploração A variou entre 82,0 e 111,2 cm e o das vitelas da exploração B entre 79,4 e 107,3 cm.

A evolução do PT médio das vitelas das explorações A e B é apresentada na Figura 12 e no Quadro II dos Anexos. O PT médio das vitelas da exploração A revelou-se igual ao das vitelas da exploração B ( $P>0,05$ ). Nas duas explorações, as diferenças entre vitelas revelaram-se não significativas ( $P>0,05$ ).



*a = a, para  $P>0,05$ .*

Figura 12 – Variação do perímetro torácico médio das vitelas da exploração A e B entre os 4 e os 90 dias.

O PT e o PV correlacionaram-se positivamente ( $r = 0,979$ ). A equação de regressão encontrada foi:

$$PT = 64,080 + 0,443 \times PV$$

De igual modo, o PT e o GMD correlacionaram-se positivamente ( $r = 0,695$ ). A equação de regressão encontrada foi:

$$PT = 80,428 + 22,686 \times GMD$$

### 2.3. EFEITO DA DIETA SOBRE O PESO VIVO MÉDIO E O GANHO MÉDIO DIÁRIO DE PESO

Na exploração A, a dieta administrada não condicionou a evolução do PV médio e do GMD das vitelas ( $P>0,05$ ) (Figura 13 e Quadro III dos Anexos).

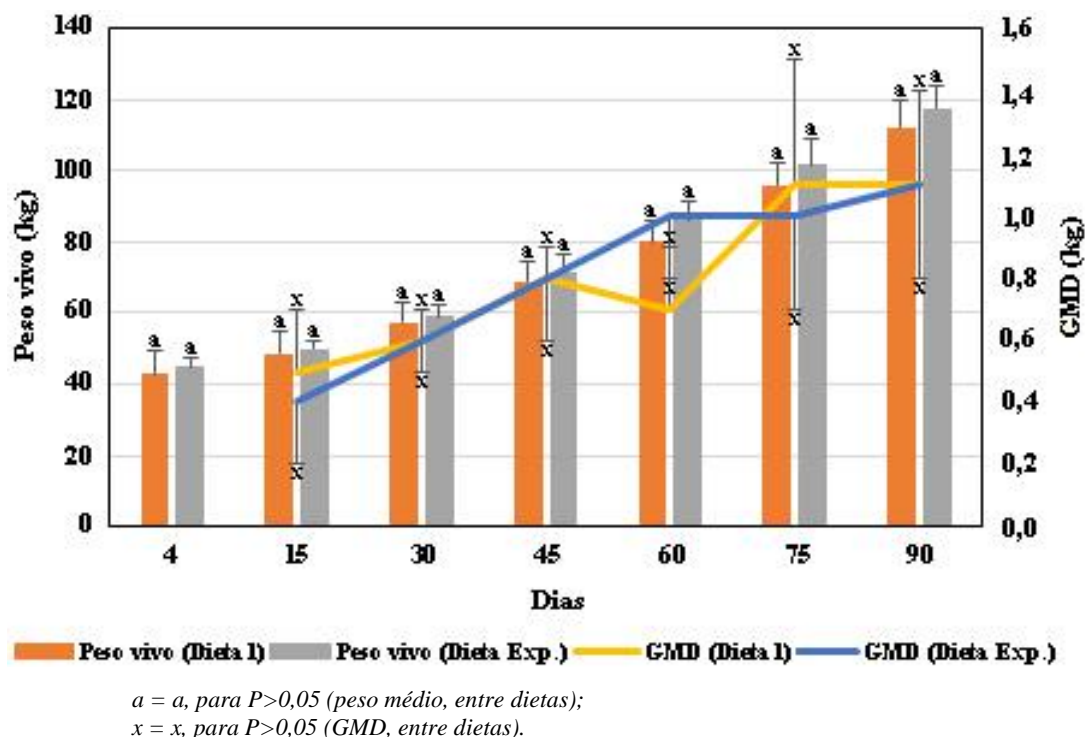


Figura 13 – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas da exploração A ao longo do período de estudo.

Na exploração B, a dieta distribuída também não influenciou a evolução do PV médio e do GMD das vitelas ( $P>0,05$ ) (Figura 14 e Quadro IV dos Anexos).

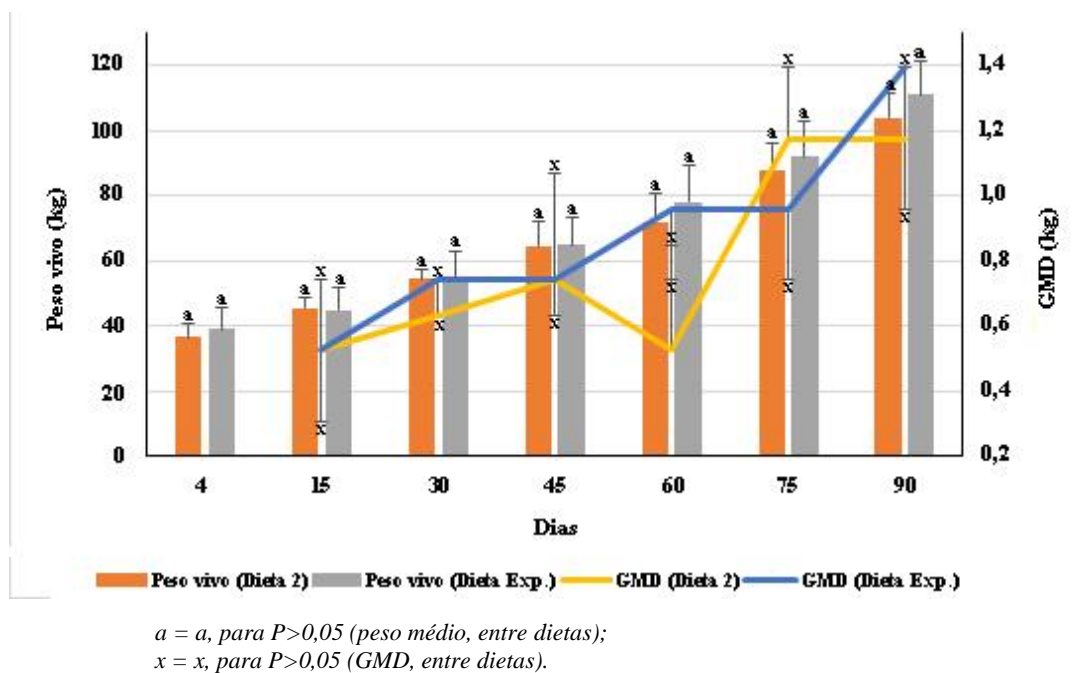
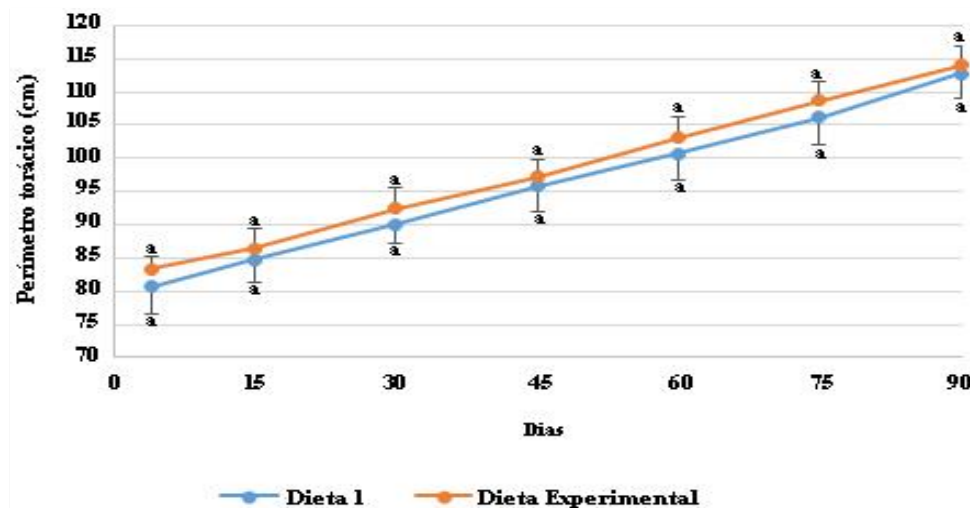


Figura 14 – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas da exploração B ao longo do período de estudo.

## 2.4. EFEITO DA DIETA SOBRE O PERÍMETRO TORÁCICO

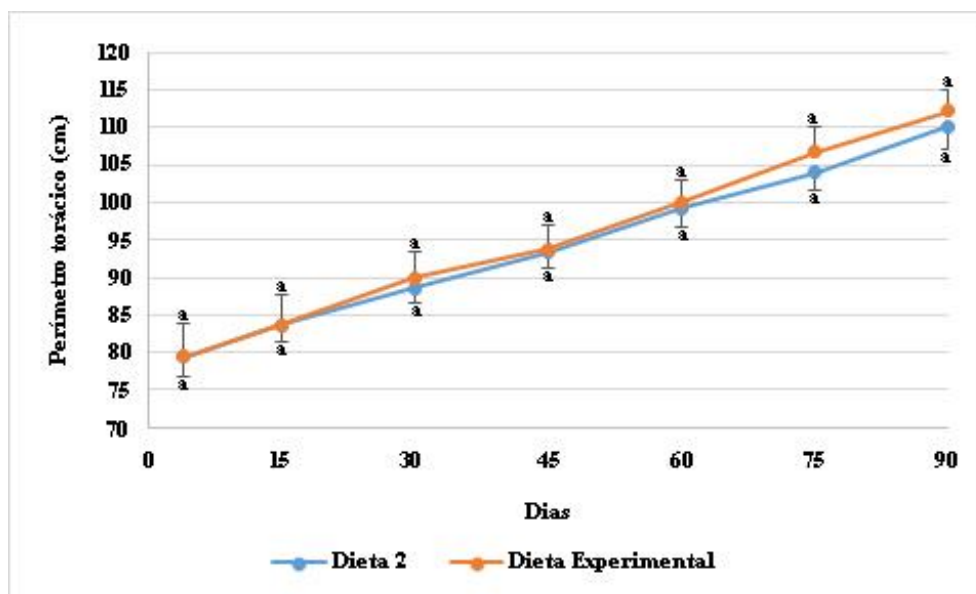
Na exploração A, a dieta fornecida não afetou a evolução do PT médio das vitelas ( $P>0,05$ ) (Figura 15 e Quadro V dos Anexos).



*a = a, para  $P>0,05$ .*

Figura 15 – Efeito da dieta sobre o perímetro torácico das vitelas da exploração A ao longo do período de estudo.

Na exploração B, a dieta fornecida também não influenciou a evolução do PT médio das vitelas ( $P>0,05$ ) (Figura 16 e Quadro V dos Anexos).



*a = a, para  $P>0,05$ .*

Figura 16 – Efeito da dieta sobre o perímetro torácico das vitelas da exploração B ao longo do período de estudo.

### 3. DISCUSSÃO

No início da vida das vitelas, o crescimento inadequado afeta o seu futuro tamanho corporal (em qualquer fase da vida), com consequências sobre a sua saúde (Bazeley *et al.*, 2016 e Blackie e Wathes, 2021) e as suas aptidões reprodutiva (Bazeley *et al.*, 2016) e produtiva (Greenwood e Café, 2007 e Blackie e Wathes, 2021). Por outro lado, ele afeta o desenvolvimento mamário (Hoffman e Funk, 1992, Hoffman, 1997 e Lohakare *et al.*, 2012) e a produção de leite à primeira lactação (Radcliff *et al.*, 2000, Lohakare *et al.*, 2012, Albino *et al.*, 2015 e Vailati-Riboni *et al.*, 2018).

O crescimento das vitelas de substituição varia marcadamente entre efetivos (Akins, 2016, Bazeley *et al.*, 2016 e Archer, 2021). Esta variação, para além de poder resultar de diferenças na dieta (Handcock *et al.*, 2019 e Blackie e Wathes, 2021), pode igualmente resultar de diferenças raciais (Akins, 2016 e Handcock *et al.*, 2019) e individuais (Akins, 2016 e Bazeley *et al.*, 2016), nomeadamente, no que diz respeito ao estado de saúde das vitelas (Bazeley *et al.*, 2016 e Blackie e Wathes, 2021). No presente estudo, o PV, o GMD e o PT das vitelas não variaram entre as explorações estudadas. Mais, as diferenças de crescimento manifestadas entre as vitelas da mesma exploração revelaram-se não significativas. Estes resultados indiciam que a genética, as condições ambientais e o manejo alimentar implementado nas duas explorações tiveram efeitos idênticos sobre o crescimento das vitelas.

A monitorização do crescimento das vitelas permite melhorar as taxas de crescimento e a eficácia da sua criação (Bazeley *et al.*, 2016 e Blackie e Wathes, 2021). O PV é a principal medição usada na avaliação do crescimento das vitelas leiteiras (London, 2012, Hoffman, 2015, Akins, 2016, Bazeley *et al.*, 2016 e Costa *et al.*, 2021). Segundo Vasseur *et al.* (2010) e Cruz (2013), o desmame das vitelas Holstein-Frísia deve ser feito quando elas alcançam os 100 kg de PV ou os 3 meses de idade. No presente estudo, as vitelas foram desmamadas aos 90 dias (3 meses) de idade, quando apresentavam um PV médio de  $112,3 \pm 8,7$  kg. De acordo com Vasseur *et al.* (2010) e Akins (2016), as vitelas Holstein-Frísia, entre o nascimento e o desmame, devem duplicar o seu PV (Vasseur *et al.*, 2010 e Akins, 2016). No presente estudo, o PV médio das vitelas mais do que duplicou (2,64).

Nas explorações de vacas leiteiras, a pesagem das vitelas de substituição e a determinação do seu GMD são procedimentos essenciais à tomada de decisões de manejo

(Blackie e Wathes, 2021 e Costa *et al.*, 2021), particularmente, no que concerne ao manejo alimentar (Blackie e Wathes, 2021). No período pré-desmame (até à 8ª semana de vida), as vitelas de substituição apresentam um GMD de 0,700 kg/dia (Roth *et al.*, 2009). No presente estudo, entre a 2-8ª semana de vida, o GMD das vitelas de substituição foi de 0,738 kg/dia, valor idêntico ao indicado por Roth *et al.* (2009).

A avaliação do crescimento das vitelas leiteiras não deve basear-se apenas no PV, uma vez que ele pode conduzir a interpretações errôneas (London, 2012). Na verdade, este parâmetro *per se* não permite perceber o padrão de crescimento (London, 2012). Assim, por exemplo, ele não permite perceber se o crescimento resultou de um desejado aumento dos tecidos ósseo e muscular ou de uma indesejada deposição precoce de gordura (Bagg *et al.*, 1985, London, 2012, Akins, 2016 e Blackie e Wathes, 2021). Esta limitação pode ser ultrapassada através de medições corporais (Hoffman, 1997, London, 2012, Hoffman, 2015, Akins, 2016 e Van De Stroet *et al.*, 2016). De facto, elas permitem caracterizar de forma mais correta o tamanho corporal das vitelas (Hoffman, 1997 e Van De Stroet *et al.*, 2016). Hoffman (2015) afirma que, quando comparadas com o PV, as medições corporais correlacionam-se tão bem ou melhor com a capacidade leiteira e o estado de saúde das futuras vacas.

As medidas corporais correlacionam-se com o PV (Van De Stroet *et al.*, 2016 e Busanello *et al.*, 2022) e com o GMD (Hoffman, 1997, McDonald *et al.*, 2005, Shamay *et al.*, 2005, Van De Stroet *et al.*, 2016 e Busanello *et al.*, 2022). São várias as medidas corporais que podem ser usadas na avaliação do crescimento das vitelas – altura à cernelha, comprimento corporal, altura à garupa, largura da garupa, área pélvica e PT (Heinrichs *et al.*, 1992, Hoffman, 1997, London, 2012, Hoffman, 2015, Bazeley *et al.*, 2016, Van De Stroet *et al.*, 2016 e Busanello *et al.*, 2022). Nos Estados Unidos da América, o PT é frequentemente utilizado para estimar o PV nas explorações que não têm balança (Heinrichs *et al.*, 1992, Hoffman, 1997 e London, 2012). No presente estudo, ele foi usado como medida complementar de avaliação do tamanho corporal e consequentemente do crescimento das vitelas estudadas. De acordo com os resultados observados, entre os 4 e os 90 dias de idade, o PT mostrou ser um excelente estimador do peso corporal das vitelas estudadas ( $r^2 = 0,979$ ). No mesmo intervalo de tempo, ele revelou-se um estimador moderado do GMD ( $r^2 = 0,695$ ).

A adequada alimentação das vitelas é essencial à otimização do seu crescimento (Stull e Reynolds, 2008 e London, 2012), nomeadamente no que concerne aos seus teores em energia metabolizável e em proteína (Akins, 2016 e Handcock *et al.*, 2019). De acordo

com Akins (2016), o GMD depende do tipo de leite de substituição administrado. No período pré-desmame, a alimentação destas vitelas baseia-se no consumo de leites de substituição (London, 2012, Cruz, 2013, Martinho, 2015, Moffett e Mahendran, 2021 e Bittar e Miqueo, 2022). Akins (2016) refere mesmo que estes devem ser usados de forma exclusiva.

Os leites de substituição convencionais contêm 20% de proteína e 15-20% de gordura (Akins, 2016). Por seu turno, os leites de substituição “melhorados” contêm 26-28% de proteína e 15-20% de gordura (Akins, 2016). No presente estudo, as vitelas foram alimentadas com leites de substituição com teores de proteína que variavam entre 23,5-25,0% e de gordura entre 19,1-20,0%. ou seja, com teores de proteína intermédios relativamente aos indicados por Akins (2016) para leites de substituição convencionais e “melhorados”. Os diferentes alimentos concentrados comerciais distribuídos continham teores de proteína que variavam entre 15,86-16,30% e de gordura que variavam entre 3,00-5,26%. De acordo com os resultados encontrados, as ligeiras variações nos teores de proteína e de gordura dos diferentes leites de substituição administrados, complementados com diferentes alimentos concentrados comerciais e feno, não alteraram o crescimento das vitelas estudadas.

Antes do desmame (até à 6-8ª semana de vida), as vitelas alimentadas à base de leites de substituição convencionais apresentam um GMD de 0,5-0,6 kg/dia e as alimentadas à base de leites de substituição “melhorados” de 0,6-0,8 kg/dia (Akins, 2016). No presente estudo, as vitelas Holstein Frísia, alimentadas com vários leites de substituição e suplementadas com diferentes alimentos concentrados comerciais e feno, apresentaram um GMD de 0,9 kg/dia, à 6ª semana de vida, e de 1,0 kg/dia, à 8ª semana de vida. Estes valores revelaram-se superiores aos indicados por Akins (2016) para vitelas alimentadas com leites de substituição “melhorados”. Esta diferença pode resultar do facto das vitelas estudadas, para além de terem sido alimentadas com leites de substituição com valores intermédios de proteína, relativamente aos indicados por Akins (2016), terem sido suplementadas com alimentos concentrados comerciais e feno. Ao desmame (12 semanas), as vitelas estudadas apresentavam um GMD de 1,1 kg/dia.

#### **4. CONCLUSÃO**

Tendo em conta as condições em que este trabalho foi desenvolvido, a metodologia empregue e os resultados alcançados, pode concluir-se que:

Entre os 4 e os 90 dias de idade, o peso médio do conjunto das vitelas estudadas aumentou de 42,5 para 112,3 kg, ou seja, mais do que duplicou (2,64). O GMD foi de 0,798 kg, por sua vez neste mesmo período de tempo, o PT médio aumentou de 81,1 para 112,6 cm.

Verificou-se também que o crescimento não variou em função da exploração e o crescimento individual das vitelas foi muito uniforme.

Entre os 4 e os 90 dias de idade, o PT revelou-se um excelente estimador do PV. Ele já não se mostrou tão eficaz na estimação do GMD.

Relativamente às dietas “tradicionais”, as dietas experimentais não resultaram num maior crescimento das vitelas. Neste sentido, o acréscimo dos custos a elas associados não justifica a sua utilização.

### III – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, R.L., Marcondes, M.I., Akers, R.M., Detmann, E., Carvalho, B.C. e Silva, T.E., 2015. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolizable protein: metabolizable energy. *Journal of Dairy Research*, 82, 113-120.
- Akins, M.S., 2016. Dairy heifer development and nutrition management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 32, 303-317.
- Amaral-Phillips, D.M., Scharko, P.B., Johns, J.T. e Franklin, S., 2006. Feeding and managing baby calves from birth to 3 months of age. UK - Cooperative Extension Service, Universidade do Kentucky, colégio de Agricultura, Lexington, EUA, 6 p.
- Anderson, R., Harness, J., Snead, A. e Salah, M., 1981. Mammary growth pattern in goats during pregnancy and lactation. *Journal of Dairy Science*, 64 (3), 427-432.
- Appeby, M., Weary, D. e Chua, B., 2001. Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Applied Animal Behaviour Science*, 74 (3), 191-201.
- Archer, S.C., 2021. An observational study of growth rate and body weight variance partition for United Kingdom dairy calves from birth to 20 weeks of age. *JDS Communications*, 2, 248-252.
- Baldwin, R., Mcleod, J., Klotz, J.L. e Heitmann, R., 2004. Rumen development, intestinal growth, and hepatic metabolism in the pre and post-weaning ruminant. *Journal of Dairy Science*, 87 (Supl), E55-E65.
- Barrington G.M., Besser, T.E., Gay, C.C., Davis, W.C., Reeves, J.J. e McFadden, T.B., 1997. Effect of prolactin on in vitro expression on the bovine mammary immunoglobulin G1 receptor. *Journal of Dairy Science*, 80 (1), 94-100.
- Bartier, A., Windeyer, M. e Doepel, L., 2015. Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *Journal of Dairy Science*, 98 (3), 1978-1884.
- Baumrucker, C., Burkett, A., Magliaro-Macrina, A. e Dechow, C., 2010. Colostrogenesis: mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of Dairy Science*, 93 (7), 3031-3038.

- Bazeley, K.J., Barrett, D.C., Williams, P.D. e Reyher, K.K., 2016. Measuring the growth rate of UK dairy heifers to improve future productivity. *The Veterinary Journal*, 212, 9-14.
- Bittar, C.M.M. e Miqueo, E., 2022. Manejo e alimentação de bezerras e novilhas leiteiras. 2ª edição, CEDITEC-SENAR AR/Pr, Curitiba, Brazil, 148 p.
- Blackie, N. e Wathes, C., 2021. Monitoring growth and the weaning period. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 131-149.
- Blum, J. e Hammon, H., 2000. Bovine colostrum: more than just an immunoglobulin supplier. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 142 (5), 221-228.
- Boersema, S., Cannas da Silva, J., Mee, J. e Noordhuizen, J., 2010. *Farm health and productivity management of dairy young stock*. Wageningen Academic Publishers, Países Baixos, 208 p.
- Brickell, J.S. e Wathes, D.C., 2011. A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 94, 1831-1838.
- Brickell, J.S., McGowan, M.M., Pfeiffer, D.U. e Wathes, D. C., 2009. Mortality in Holstein-Friesian calves and replacement heifers, in relation to body weight and IGF-I concentration, on 19 farms in England. *Animal*, 3, 1175-1182.
- Britt, J., 1992. Influence of nutrition and weight loss on reproduction and early embryonic death in cattle. *In: World Bariatric Congress*, 2, 143-149.
- Busanello, M., Sousa, D.G., Poczynek, M., de Almeida, R., Bittar, C.M.M., Mendonça, F.A.C. e Lanna, D.P.D., 2022. Body growth of replacement dairy heifers from 3 distinct genetic groups from commercial Brazilian dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 105 (4), 3222-3233.
- Cerqueira, J., Coelho, É., Sousa, R. e Araújo, J., 2017. Probióticos na alimentação de vitelas da raça Holstein Frísia. *Ruminantes*, 27, 24-27.
- Charlton, S., 2009. *Calf rearing guide-practical and easy to use*. Context Products Ltd., Leicestershire, Reino Unido, 140 p.

- Chase, C., Hurley, D. e Reber, A., 2008. Neonatal immune development in the calf and its impact on vaccine response. *Veterinary Clinics Food: Food Animal Practice*, 24 (1), 87-104.
- Chua, B., Coenen, E., van Delen, J. e Weary, D.M., 2002. Effects of pair versus individual housing on the behavior and performance of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85, 360-364.
- Connor, E., Meyer, M., Van Amburgh, M., Boisclair, Y. e Capuco, A., 2007. Regulation of gene expression in the bovine mammary gland by ovarian steroids. *Journal of Dairy Science*, 90 (Supl), E55-E65.
- Costa, A., Boselli, C. e de Marchi, M., 2021. Effect of body weight and growth in early life on the reproductive performances of Holstein heifers. *Agriculture*, 11, 159.
- Costello, R., 2012. Calf milk replacer guide. Merrick's Inc., Middleton, EUA, 19 p.
- Cruz, F.A.O.C., 2013. Idade ao primeiro parto em bovinos leiteiros: efeitos na produção e reprodução. Universidade do Porto, ICBAS, 38 p. (*Tese de Mestrado*)
- De Passilé, A., Rushen, J. e Weary, D., 2004. Designing good environments and management for calves. *Advances in Dairy Technology*, 16, 75-89.
- DeNise, S., Robison, J., Stott, G. e Armstrong, D., 1989. Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 72 (2), 552-554.
- Drackley, J., 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary clinics: Food Animal Practice*, 24 (1), 55-86.
- Dunn, O.J., 1961. Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association*, 56, 52-64.
- Ellingsen, K., Mejdella, C. e Ottesenb, N., 2016. The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. *Physiology & Behaviour*, 154, 169-174.
- Fisher, L., Peterson, G., Jones, S. e Shelford, J., 1985. Two housing systems for calves. *Journal of Dairy Science*, 68 (2), 368-373.
- Foley, J.A. e Otterby, O.D., 1978. Availability, storage, treatment, composition, and feeding value of surplus colostrum: a review. *Journal of Dairy Science*, 61, 1033-1060.

- Fox, P., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. e O'Mahony, J., 2015. Water in milk and dairy products. *In: Dairy chemistry and biochemistry*, 2ª edição, Springer, Suíça, 584 p.
- Frizzo, L., Soto, L., Zbrun, M. e Signorini, M., 2011. Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Animal Feed Science and Technology*, 169 (3-4), 147-156.
- Garry, F., Román-Muñiz, I., Lombard, J. e Van Metre, D., 2007. Dairy worker training in newborn calf management. *In: 4<sup>th</sup> Annual Convention Proceedings of Bovine Practitioners*, Vancouver, Canadá, 33-37.
- Godden, S., 2008. Colostrum management for dairy calves. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 19-39.
- Gomes, A., 1995. Criação de vitelos. *A Vaca Leiteira*, 55, 8-11.
- Greenwood, P.L. e Cafe, L.M., 2007. Prenatal and pre-weaning growth and nutrition of cattle: long-term consequences for beef production. *Animal*, 1 (9), 1283-1296.
- 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*, 81, 2165-2172.
- Handcock, R.C., Lopez-Villalobos, N., McNaughton, L.R., Back, P.J., Edwards, G.R. e Hickson, R.E., 2019. Live weight and growth of Holstein-Friesian, Jersey, and cross-bred dairy heifers in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 62 (2), 173-183.
- Heinrichs, A. e Jones, C., 2003. Feeding the newborn dairy calf. PennState Extension, The Pennsylvania State University, State College, EUA, 23 p.
- Heinrichs, A. e Jones, C., 2022. Monitoring dairy heifers growth. PennState Extension, The Pennsylvania State University, State College, EUA, 6 p.
- Heinrichs, A.J. e Hargrove, G.L., 1987. Standards of weight and height for Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 70, 653-660.
- Heinrichs, A.J., Rogers, G.W. e Cooper, J.B., 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *Journal of Dairy Science*, 75 (12), 3576-3581.

- Hoffman, P.C. e Funk, D.A., 1992. Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *Journal of Dairy Science*, 75, 2504-2516.
- Hoffman, P.C., 1997. Optimum growth rates of Holstein replacement heifers. *Journal of Dairy Science*, 75 (3), 836-845.
- Hoffman, P.C., 2015. Optimum growth rates for Holstein replacement heifers. *In*: <https://fyi.extension.wisc.edu/heifermgmt/files/2015/02/optimumgrowthrates.pdf> (consultado a 21/12/2023)
- Hoffman, P.C., Brehm, N.M., Price, S.G. e Prill-Adams, A., 1996. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, 79, 2024-2031.
- Holm e Laule, 2023. Manual de vitelos: informações para a criação saudável e eficiente. *In*: <https://www.holm-laue.de/> (consultado a 02/01/2023)
- Hulbert, L. e Moisés, S., 2015. Stress, immunity, and the management of calves. *Journal of Dairy Science*, 99 (4), 3199-3216.
- Hulsen, J., 2016. At which age do calves start with antibodies production in its immune system? *In*: [https://www.cowsignals.com/en/blog/at\\_which\\_age\\_do\\_calves\\_starts\\_with\\_antibodies\\_production\\_in\\_its](https://www.cowsignals.com/en/blog/at_which_age_do_calves_starts_with_antibodies_production_in_its) (consultado a 06/08/2024)
- Hurst, T.S., Lopez-Villalobos, N. e Boerman, J.P., 2021. Predictive equations for early-life indicators of future body weight in Holstein dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 104 (1), 736-749.
- Jackson, P.G.G., 2004. Handbook of veterinary obstetrics. 2ª Edição, W. B. Saunders Ltd., Filadélfia, EUA, 276 p.
- Jaster, E.H., 2005. Evaluation of quality, quantity, and timing of colostrum feeding on immunoglobulin G1 absorption in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, 88 (1), 296-302.
- Jirtle, R.L. e Skinner, M.K., 2007. Environmental epigenomics and disease susceptibility. *Nature Reviews Genetics*, 8 (4), 253-262.
- Jones, C., e Heinrichs, J., 2006. Calf care (CALF). Hoard's Dairyman, W. H. Company, Fort Atkinson EUA, 72 p.

- Kahn, C. e Line, S., 2010. Feeding young dairy calves. *In: The Merck veterinary manual*. 10ª Edição, Merck e Co. Inc., Whitehouse Station, Nova Jérсия, EUA, 2017-2018.
- Kein, B., 2021. Cunningham - tratado de fisiologia veterinária. 6ª Edição, Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 656 p.
- Khan, M.A., Batch, A., Weary, D.M. e Keyserlingk, M.A.G., 2016. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 99 (2), 885-902.
- Khan, M.A., Weary, D.M. e 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*, 94, 1071-1081.
- Khan, M.A., Weary, D.M., Viera, D.M. e Keyserlingk M.A.G., 2012. Postweaning performance of heifers fed starter with and without hay during the milk-feeding period. *Journal of Dairy Science*, 95 (7), 3970-3976.
- Larson B.L., Heary Jr, H.L. e Devery, J.E., 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science*, 63 (4), 665-671.
- Leek, B., 2006. Digestão no estômago do ruminante. *In: Dukes fisiologia dos animais domésticos*. W. O. Reece (Ed), Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil, 433-435.
- Lohakare, J.D., Sudekum, K.-H. e Pattanaik, A.K., 2012. Nutrition-induced changes of growth from birth to first calving and its impact on mammary development and first-lactation milk yield in dairy heifers: A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25 (9), 1338-1350.
- London, M.L., Bernard, J.K., Froetschel, M.A., Bertrand, J.K. e Graves, W.M., 2012. The relationship between weight, age, and average daily gain to show the performance of Georgia 4-H and Future Farmers of America (FFA) commercial dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 95 (2), 986-996.
- Lopez, A. e Heinrichs, A., 2022. Invited review: The importance of colostrum in the newborn dairy calf. *Journal of Dairy Science*, 105 (4), 2733-2749.

Lorenz, I., Earley, B., Gilmore, J., Hogan, I., Kennedy, E. e More, S., 2011. Calf health from birth to weaning. III. Housing and management of calf pneumonia. *Irish Veterinary Journal*, 64 (1), 14.

Lyu, J., Wang, C., Zhao, X.-W., Miao, E.-Y., Wang, Z.-P., Xu, Y., Bai, X-J. e Bao, J., 2023. Effect of group size and regrouping on physiological stress and behavior of dairy calves. *Journal of Integrative Agriculture*, 22 (3), 844-852.

Macdonald, K.A., Penno, J.W., Bryant, A.M. e Roche, J.R., 2005. Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88 (9), 3363-3375.

Maetjje, K., Verhoeff, J., Kremer, W.D. e van den Ingh, T.S., 1993. Automated feeding of milk replacer and health control of group-housed veal calves. *Veterinary Record*, 133 (11), 266-270.

Mahendran, S. e Wathes, C., 2021a. Calving. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 25-51.

Mahendran, S. e Wathes, C., 2021b. Care of the post-weaning calf. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 150-167.

Martinho, N.R.S.S., 2015. Criação de vitelos de leite. Maneio geral de vitelos de leite numa exploração Agro-pecuária. Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 67 p.

Maunsell, F. e Donovan, G., 2008. Biosecurity and risk management for dairy replacements. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 155-190.

Mcgrath, B.A., Fox, P.F., Mcsweeney, P.L.H. e Kelly, A.L., 2016. Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science and Technology*, 96, 133-158.

Mcguirk, S. e Collins, M., 2004. Managing the production, storage, and delivery of colostrum. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20 (3), 593-603.

Mee J.F., 2008a. Newborn dairy calf management. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 1-17.

- Mee, J.F., 2004. Managing the dairy cow at calving time. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 20 (3), 521-546.
- Mee, J.F., 2008b. Prevalence and risk factors for dystocia in dairy cattle: a review. *Veterinary Journal*, 176 (1), 93-101.
- Moallem, U., Werner, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S. e Shamay, A., 2010. Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science*, 93 (6), 2639-2650.
- Moffett, E. e Mahendran, S., 2021. Feeding the pre-weaned calf. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 105-130.
- Moore, D.A., Heaton, K., Poisson, S. e Sischo, W.M., 2010. Calf housing and environments series. IV. Effects of hutch or pen environment on pre-weaned calf health, welfare, and performance. Washington State University Extension & WSU College of Veterinary Medicine, Washington, EUA, 8 p.
- Moran, J., 2002. Calf rearing: a practical guide. 2ª Edição, Landlinks Press, Collingwood, Vitória, Austrália, 221 p.
- Nagy, D.W., 2009. Resuscitation and critical care of neonatal calves. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 25 (1), 1-11.
- National Farm Animal Care Council, 2013. Code of practice for the care and handling of beef cattle. Canadian Cattlemen's Association and the National Farm Animal Care Council, Calgary, Canadá, 66 p.
- Neindre, P., 1993. Evaluating housing systems for veal calves. *Journal of Animal Science*, 71 (5), 1345-1354.
- Nordlund, K., 2012. Ventilation retrofits of calf barns. *In: Four-state dairy nutrition and management conference*, Dubuque, EUA, 102-107.
- NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7ª Edição, National Academy Press, Washington, EUA, 405 p.

- Oliveira, D., 2012. Manejo e criação de bezerras e novilhas leiteiras. Departamento Técnico Agroceres Nutrição animal. *In*: [http://www.4shared.com/document/Fng3P8Le/apostila\\_tec\\_bez\\_nov.html](http://www.4shared.com/document/Fng3P8Le/apostila_tec_bez_nov.html) (Consultado a 21/10/2021)
- Pace, D., 2004. Keeping your calf healthy. Oklahoma Cooperative Extensive Service, Division of Agriculture Science and Natural Resources, 136, 4 p.
- Paço, S.M. do, 2014. Avaliação do crescimento de vitelos com sistemas de aleitamento automáticos. Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior Agrária, Ponte de Lima, Portugal, 75 p. (*Tese de mestrado*)
- Pfau, A., 2024. The overview of the digestive system of the calves. Extension, University of Wisconsin-Madison, Madison, EUA, 3 p.
- Passillé, A.M, Rushen, J. e Weary, D., 2004. Designing good environments and management for calves. *Advances in Dairy Technology*, 16, 75-89.
- Peri, I., Gestler, A., Bruckental, I. e Barsh, H., 1993. The effect of manipulation in energy allowance during the rearing period of heifers on hormone concentrations and milk production in first lactation cows. *Journal of Dairy Science*, 76, 742-751.
- Piantoni, P., Bionaz, M., Graugnard, D.E., Daniels, K.M., Everts, R.E., Rodriguez-Zas, S.L., Lewin, H.A., Hurley, H.L. e Loor, J.J., 2010. Functional and gene network analyses of transcriptional signatures characterizing pre-weaned bovine mammary parenchyma or fat pad uncovered novel inter-tissue signaling networks during development. *BMC Genomics*, 11, 331.
- Plagemann, A., 2005. Perinatal programming and functional teratogenesis: impact on body weight regulation and obesity. *Physiology and Behavior*, 86 (5), 661-668.
- Playford, R.J. e Weiser, M.J., 2021. Bovine colostrum: Its constituents and uses. *Nutrients*, 13 (1), 265.
- Potter, T., 2011. Colostrum: Getting the right start. *Livestock*, 16 (5), 25-27.
- Pritchard, T., Coffey, M., Mrode, R. e Wall, E., 2013. Understanding the genetics of survival in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96, 3296-3309.
- Radcliff, R.P., Vandehaar, M.J., Chapin, L.T., Pilbeam, T.E., Beede, D.K., Stanisiewski, E.P. e Tucker, H.A., 2000. Effects of diet and injection of bovine somatotropin on

prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 83, 23-29.

Radostits, O., 2001. Herd health: food animal production medicine. 3ª Edição, W.B. Saunders Company, Filadélfia, EUA, 884 p.

Roth, B., Keil, N., Gygax, L. e Hillmann, E., 2009. Influence of weaning method and health status and rumen development in dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 92 (2), 645-656.

Sandelin, A., Halli, O., Hartel, H., Herva, T., Seppa-Lassila, L., Tuunainen, E., Rautala, H., Soveri, T. e Simojoki, H., 2021. Effect of farm and animal-level factors on youngstock mortality and growth on calf rearing farms. *Preventive Veterinary Medicine*, 193, 105416.

Santos, G.T. dos, 2001. Imunidade passiva colostrar em bovinos. Universidade Estadual do Maringá, Paraná, Brasil, 10 p.

Shardlow, T. e Mahendran, 2021. Calf housing and the environment. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 77-104.

Schubert, D., Chuppava, B., Hoffmans, S., Pries, M., Visscher, C., Kamphues, J. e El-Wahad, A., 2022. Impacts of reducing protein content in milk replacer on growth performance and health of young calves. *Animals*, 12 (14), 1756.

Sejrsen K. e Purup, S., 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review. *Journal of Animal Science*, 75, 828-835.

Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H. e Bruckental, I., 2005. Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during the first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 88, 1460-1469.

Silva, E.D.S.O., 2019. Caracterização do colostro bovino e sua utilização na produção de iogurte tipo grego. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, Brasil, 78 p.

Singh, K., Erdman, R., Swanson, K., Molenaar, A., Maqbool, N., Wheeler, T., Arias, J. A., Quinn-Walsh, E.C. e Stelwagen, K., 2010. Epigenetic regulation of milk production in dairy cows. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, 15 (1), 101-112.

Sinha, Y.N. e Tucker, H.A., 1969. Mammary development and pituitary prolactin level of heifers from birth through puberty and during the estrus cycle. *Journal of Dairy Science*, 52 (4), 507-512.

Soberon, F. e Amburgh, M., 2013. Lactation biology symposium: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of pre-weaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *Journal of Animal Science*, 91 (2), 706-712.

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, W. e Van Amburgh, M., 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95, 783-793.

Stalings, C., 2023. Nutrition changes milk composition. The Cattle Site. In: <https://www.thecattlesite.com/articles/685/nutrition-changes-milk-composition> (consultado a 21/11/2023)

Steel, R.G.D. e Torrie, J.H., 1980. Principles and procedures of statistics. 2ª Edição, McGraw-Hill Company, Nova Iorque, EUA, 633 pp.

Stull, C. e Reynolds, J., 2008. Calf welfare. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24 (1), 191-203.

Swanson, E.W., 1967. Optimum growth patterns for dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 50 (2), 244-252.

Szenci, O., 2003. Role of acid-base disturbances in perinatal mortality of calves: a review. *Veterinary Bulletin*, 73 (7), 7-14.

Terosky, T., Heinrichs, A. e Wilson, L., 1997. A comparison of milk protein sources in the diet of calves up to eight weeks of age. *Journal of Dairy Science*, 80, 2977-2983.

Thatcher, E.F. e Gershwin, L.J., 1989. Colostral transfer of bovine immunoglobulin E and dynamics of serum IGE in calves. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 20, 325-34.

- Tucker, H., 1969. Factors affecting mammary gland cell numbers. *Journal of Dairy Science*, 52 (5), 720-729.
- Uetake, K., 2013. Newborn calf welfare: a review focusing on mortality rates. *Animal Science Journal*, 84 (2), 101-105.
- Ugwu, N., Love, E., Murrell, J., Whay, H., Knowles, T. e Hockenull, J., 2021. Development of an ethogram for hutch-housed dairy calves and determination of factors influencing their behavior. *Applied Animal Behaviour Science*, 234, 105165.
- Vailati-Riboni, M., Bucktrout, R.E., Zhan, S., Geiger, A., McCann, J.C., Akers, R.M. e Loor, J.J., 2018. Higher plane of nutrition pre-weaning enhances Holstein calf mammary gland development through alterations in the parenchyma and fat pad transcriptome. *BMC Genomics*, 19, 900.
- Van Amburgh, M., Soberon, F., Raffrenato, E. e Everett, R., 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95, 783-793.
- Van De Stroet, D.L., Calderón Díaz, J.A., Stalder, K.J., Heinrichs, A.J. e Dechow, C.D., 2016. Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 99 (10), 8347-8355.
- Van der Vliet, H. e Cardozo, P., 2011. Head-start strategies for optimal calf rearing. *International Dairy Topics*, 7 (5), 13-15.
- Vasseur, E., Borderas, F., Cue, R.I., Lefebvre, D., Pellerin, D., Rushen, J., Wade, K.M. e Paissillé, A.M., 2010. A survey of dairy calf management practices in Canada that affect animal welfare. *Journal Dairy Science*, 93 (3), 1307-1315.
- Wathes, C., 2021. Colostrum management. *In: Handbook of calf health and management*, S. Mahendran (Editora), 5M Books Ltd, Essex, Reino Unido, 53-76.
- Weary, D.M., Jasper, J. e Hotzel M.J., 2008. Understanding weaning distress. *Applied Animal Behaviour Science*, 110 (1-2), 24-41.
- Weaver, I.C.G., Cervoni, N., Champagne, F.A., D'Alessio, A.C., Sharma, S., Seckl, J.R., Dymov, S., Szyf, M. e Meaney, M.J., 2004. Epigenetic programming by maternal behavior. *Nature Neuroscience*, 7 (8), 847-854.

- Welboren, A., Hatew, B., Renaud, J., Leal, L., Martín-tereso, J. e Steele, M., 2021. Intestinal adaptations to the energy source of milk replacer in neonatal dairy calves. *Journal Dairy Science*, 104 (11), 12079-12093.
- Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R., Sangsritavong, S. e Gümen, A., 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, 65 (1), 17-29.
- Yague, J.L.F., 1994. Construcciones para la agricultura. Publicaciones de Extensión Agraria, Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentación, Madrid, Espanha, 478 p.
- Yearsley, M., 2024. Calf rumen development - the first building block. The Farm Consultancy Group. *In*: <https://www.fcgagric.com/2022/12/19/calf-rumen-development-the-first-building-block/> (consultado a 07/08/2024)
- Zhao, S., Eustina, H. e Wong, M., 2023. Physicochemical and rheological properties of skim milk with different added zinc salts. *International Dairy Journal*, 140, 105584.

## **ANEXOS**

Quadro I – Variação do peso vivo médio e do ganho médio diário de peso das vitelas das explorações A e B, entre os 4 e os 90 dias (*média ± desvio padrão; coeficiente de variação*)

Idade	Peso vivo (kg)		GMD (kg)	
	Exploração A	Exploração B	Exploração A	Exploração B
<b>4 dias</b>	44,1 <sup>a</sup> ± 4,8 (10,9%)	39,4 <sup>a</sup> ± 5,1 (13,1%)	-	-
<b>15 dias</b>	49,4 <sup>a</sup> ± 4,2 (8,6%)	45,2 <sup>a</sup> ± 5,3 (11,7%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,2 (38,9%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,2 (34,2%)
<b>30 dias</b>	58,4 <sup>a</sup> ± 4,4 (7,6%)	54,5 <sup>a</sup> ± 5,8 (10,7%)	0,6 <sup>a</sup> ± 0,1 (21,9%)	0,6 <sup>a</sup> ± 0,1 (20,9%)
<b>45 dias</b>	70,4 <sup>a</sup> ± 5,2 (7,4%)	66,7 <sup>a</sup> ± 7,3 (11,4%)	0,8 <sup>a</sup> ± 0,2 (20,9%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,2 (33,9%)
<b>60 dias</b>	83,2 <sup>a</sup> ± 6,3 (7,5%)	75,0 <sup>a</sup> ± 10,0 (13,3%)	0,9 <sup>a</sup> ± 0,2 (22,6%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,3 (43,4%)
<b>75 dias</b>	98,9 <sup>a</sup> ± 7,1 (7,2%)	89,8 <sup>a</sup> ± 9,4 (10,4%)	1,0 <sup>a</sup> ± 0,3 (31,7%)	1,0 <sup>a</sup> ± 0,2 (18,2%)
<b>90 dias</b>	114,8 <sup>a</sup> ± 7,4 (6,4%)	107,3 <sup>a</sup> ± 9,4 (8,7%)	1,1 <sup>a</sup> ± 0,3 (26,4%)	1,2 <sup>a</sup> ± 0,3 (25,3%)

a = a, para P>0,05 (entre colunas, mesmo parâmetro).

Quadro II – Variação do perímetro torácico médio das vitelas da exploração A e B, entre os 4 e os 90 dias (*média ± desvio padrão; coeficiente de variação*)

Idade	Perímetro torácico (cm)	
	Exploração A	Exploração B
<b>4 dias</b>	82,0 <sup>a</sup> ± 3,4 (4,1%)	79,4 <sup>a</sup> ± 3,5 (4,4%)
<b>15 dias</b>	85,6 <sup>a</sup> ± 3,3 (3,8%)	83,3 <sup>a</sup> ± 3,1 (3,7%)
<b>30 dias</b>	91,3 <sup>a</sup> ± 3,3 (3,6%)	88,3 <sup>a</sup> ± 2,7 (3,1%)
<b>45 dias</b>	96,5 <sup>a</sup> ± 3,3 (3,4%)	93,6 <sup>a</sup> ± 2,5 (2,7%)
<b>60 dias</b>	101,9 <sup>a</sup> ± 3,7 (3,7%)	99,6 <sup>a</sup> ± 2,7 (2,7%)
<b>75 dias</b>	107,5 <sup>a</sup> ± 3,7 (3,4%)	105,4 <sup>a</sup> ± 3,1 (3,0%)
<b>90 dias</b>	113,4 <sup>a</sup> ± 3,3 (3,0%)	111,2 <sup>a</sup> ± 2,9 (2,6%)

a = a, para P>0,05 (entre colunas).

Quadro III – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas na exploração A ao longo do período de estudo (*média ± desvio padrão; coeficiente de variação*)

Exploração A				
Idade	Peso vivo (kg)		GMD (kg)	
	Dieta 1	Dieta Experimental	Dieta 1	Dieta Experimental
4 dias	43,0 <sup>a</sup> ± 6,4 (14,8%)	45,1 <sup>a</sup> ± 2,4 (5,3%)	-	-
15 dias	48,8 <sup>a</sup> ± 5,8 (11,7%)	50,0 <sup>a</sup> ± 2,2 (4,4%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,2 (29,0%)	0,4 <sup>a</sup> ± 0,2 (49,4%)
30 dias	57,6 <sup>a</sup> ± 5,4 (9,4%)	59,2 <sup>a</sup> ± 3,2 (5,4%)	0,6 <sup>a</sup> ± 0,1 (20,6%)	0,6 <sup>a</sup> ± 0,1 (23,9%)
45 dias	69,0 <sup>a</sup> ± 5,5 (7,9%)	71,7 <sup>a</sup> ± 4,8 (6,7%)	0,8 <sup>a</sup> ± 0,1 (16,6%)	0,8 <sup>a</sup> ± 0,2 (23,9%)
60 dias	80,2 <sup>a</sup> ± 5,9 (7,4%)	86,2 <sup>a</sup> ± 5,2 (6,1%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,2 (22,2%)	1,0 <sup>a</sup> ± 0,2 (16,3%)
75 dias	96,0 <sup>a</sup> ± 6,1 (6,4%)	101,8 <sup>a</sup> ± 7,1 (7,0%)	1,1 <sup>a</sup> ± 0,4 (33,3%)	1,0 <sup>a</sup> ± 0,3 (31,7%)
90 dias	112,0 <sup>a</sup> ± 7,6 (6,8%)	117,6 <sup>a</sup> ± 6,3 (5,3%)	1,1 <sup>a</sup> ± 0,3 (28,6%)	1,1 <sup>a</sup> ± 0,3 (25,6%)

a = a, para P>0,05 (entre colunas, mesmo parâmetro).

Quadro IV – Efeito da dieta sobre o peso vivo médio e o ganho médio diário de peso das vitelas na exploração B ao longo do período de estudo (*média ± desvio padrão; coeficiente de variação*)

Exploração B				
Idade	Peso vivo (kg)		GMD (kg)	
	Dieta 2	Dieta Experimental	Dieta 2	Dieta Experimental
4 dias	39,6 <sup>a</sup> ± 4,1 (10,4%)	39,2 <sup>a</sup> ± 6,5 (16,7%)	-	-
15 dias	45,6 <sup>a</sup> ± 3,1 (6,7%)	44,8 <sup>a</sup> ± 7,3 (16,2%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,2 (33,3%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,2 (39,0%)
30 dias	54,4 <sup>a</sup> ± 2,9 (5,3%)	54,6 <sup>a</sup> ± 8,2 (5,4%)	0,6 <sup>a</sup> ± 0,1 (20,3%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,1 (22,1%)
45 dias	64,4 <sup>a</sup> ± 7,6 (11,8%)	65,0 <sup>a</sup> ± 8,0 (6,7%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,3 (51,0%)	0,7 <sup>a</sup> ± 0,1 (8,6%)
60 dias	72,0 <sup>a</sup> ± 8,9 (12,3%)	78,0 <sup>a</sup> ± 11,2 (14,3%)	0,5 <sup>a</sup> ± 0,3 (49,8%)	0,9 <sup>a</sup> ± 0,2 (27,2%)
75 dias	87,6 <sup>a</sup> ± 8,4 (9,6%)	92,0 <sup>a</sup> ± 10,7 (11,6%)	1,0 <sup>a</sup> ± 0,2 (16,7%)	0,9 <sup>a</sup> ± 0,2 (20,2%)
90 dias	103,8 <sup>a</sup> ± 7,3 (7,0%)	110,8 <sup>a</sup> ± 10,6 (9,6%)	1,1 <sup>a</sup> ± 0,2 (16,0%)	1,3 <sup>a</sup> ± 0,4 (30,6%)

a = a, para P>0,05 (entre colunas, mesmo parâmetro).

Quadro V – Efeito da dieta sobre o perímetro torácico das vitelas nas explorações A e B ao longo do período de estudo (*média ± desvio padrão; coeficiente de variação*)

Perímetro torácico (cm)				
Idade	Exploração A		Exploração B	
	Dieta 1	Dieta Experimental	Dieta 2	Dieta Experimental
<b>4 dias</b>	80,7 <sup>a</sup> ± 4,0 (5,0%)	83,3 <sup>a</sup> ± 2,0 (2,4%)	79,4 <sup>a</sup> ± 2,7 (3,4%)	79,4 <sup>a</sup> ± 4,5 (5,7%)
<b>15 dias</b>	84,8 <sup>a</sup> ± 3,6 (4,2%)	86,4 <sup>a</sup> ± 2,9 (3,4%)	83,6 <sup>a</sup> ± 2,2 (2,6%)	83,0 <sup>a</sup> ± 4,1 (4,9%)
<b>30 dias</b>	90,1 <sup>a</sup> ± 3,0 (3,3%)	92,4 <sup>a</sup> ± 3,3 (3,5%)	88,6 <sup>a</sup> ± 2,1 (2,3%)	90,0 <sup>a</sup> ± 3,5 (3,9%)
<b>45 dias</b>	95,8 <sup>a</sup> ± 3,9 (4,0%)	97,2 <sup>a</sup> ± 2,6 (2,6%)	93,4 <sup>a</sup> ± 2,2 (2,3%)	93,8 <sup>a</sup> ± 3,1 (3,3%)
<b>60 dias</b>	100,7 <sup>a</sup> ± 4,1 (4,0%)	103,1 <sup>a</sup> ± 3,1 (3,0%)	99,2 <sup>a</sup> ± 2,5 (2,5%)	100,0 <sup>a</sup> ± 3,1 (3,1%)
<b>75 dias</b>	106,2 <sup>a</sup> ± 4,2 (3,9%)	108,7 <sup>a</sup> ± 2,8 (2,6%)	104,0 <sup>a</sup> ± 2,3 (2,3%)	106,8 <sup>a</sup> ± 3,4 (3,2%)
<b>90 dias</b>	112,7 <sup>a</sup> ± 3,8 (3,4%)	114,0 <sup>a</sup> ± 2,8 (2,5%)	110,2 <sup>a</sup> ± 3,0 (2,7%)	112,2 <sup>a</sup> ± 2,8 (2,5%)

a = a, para P>0,05 (entre colunas, mesmo parâmetro).