



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**Comparação de três regimes alimentares na  
produção de Vitelão Mertolengo DOP**

**Ricardo Azevedo da Silva Madeira**

Orientação:

Professor Doutor Carlos José Reis Roquete

Professor Doutor Amadeu António Borges Freitas

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

Évora, 2015



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

**Comparação de três regimes alimentares na  
produção de Vitelão Mertolengo DOP**

**Ricardo Azevedo da Silva Madeira**

Orientação:

Professor Doutor Carlos José Reis Roquete

Professor Doutor Amadeu António Borges Freitas

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

Évora, 2015

**Para os meus pais e irmão**

## **Agradecimentos**

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos, sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais estarei eternamente grato.

Ao Professor Doutor Carlos Roquete, do Departamento de Zootecnia da Universidade de Évora, por ter aceite a orientação desta dissertação, por toda a ajuda prestada, pela disponibilidade e enorme dedicação na realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Amadeu Freitas, do Departamento de Zootecnia da Universidade de Évora, por ter aceite ser o meu coorientador, por todos os conhecimentos transmitidos e auxílio na realização deste trabalho.

À Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos, por ter permitido a realização do ensaio experimental nas suas instalações e com os seus animais.

A todos os Colaboradores da Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos pela ajuda que me deram durante e após o ensaio. Em especial ao Engenheiro José Pais, por todo o apoio prestado na parte experimental do trabalho e por toda a informação disponibilizada.

Aos meus amigos de Ferreira do Zêzere, que embora esteja cada vez menos tempo com eles, nunca me vou esquecer de toda a minha infância e adolescência passada ao seu lado.

Aos amigos que fiz e que me acompanharam durante o tempo de Universidade. Foram dos melhores momentos da minha vida, dos quais tenho as melhores recordações, e a vocês as devo. Em especial quero agradecer aos Malinos (Alexandre, Ana, Bruno, Catarina, Flávio, Inês, Katia, Liliana, Marisa e Tomás), à Miriam, à minha madrinha, à minha afilhada e por fim àqueles que me acompanharam e “sofreram” comigo nestes últimos tempos - Alexandre, Catarina, Emanuel, Flávio e Liliana.

À Minha Família, em especial aos meus Pais, ao meu Irmão e aos meus Avós, um enorme obrigado por acreditarem sempre em mim e naquilo que faço, para além de todo o apoio, incentivo e motivação que sempre me deram. Espero que esta etapa que agora termino possa de alguma forma retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que constantemente me oferecem.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação.

## Resumo

Os elevados custos da alimentação na recria-acabamento de bovinos de carne, exigem a adoção de estratégias para melhorar a eficiência zootécnica e económica do processo, como se pretendeu efetuar na produção de Vitelão Mertolengo DOP.

Na presente dissertação, estudaram-se parâmetros relacionados com o desempenho produtivo, com as características da carcaça e com a qualidade da carne em bovinos de raça Mertolenga submetidos a três regimes alimentares, que basicamente diferiam no alimento concentrado disponibilizado na fase de acabamento e na mudança de concentrado entre as duas fases.

Em termos de desempenho produtivo, os principais parâmetros zootécnicos e económicos avaliados conduziram à obtenção de resultados idênticos para os regimes alimentares, mas determinaram diferenças entre as fases. Enquanto a velocidade de crescimento absoluta foi inferior na fase de transição (entre as outras fases), a eficiência alimentar e o custo de produção de um quilograma de peso vivo foram melhores na fase de recria.

**Palavras-chave:** Vitelão Mertolengo DOP, Nutrição, Regimes alimentares, Parâmetros zootécnicos, Parâmetros económicos.

**Title: Comparison of three diets in the production of Vitelão  
Mertolengo DOP**

**Abstract**

The high feed costs in growing-finishing of beef cattle, demand the adoption of strategies to improve the zootechnical and economic efficiency of the process, as it was pretended in the production of the Vitelão Mertolengo DOP.

In the present dissertation were studied the parameters related with the productive performance, with the carcass characteristics and with the beef quality in Mertolenga cattle breed submitted to three diets, that witch basically differed in concentrated feed available in the finishing phase and in change of concentrated between the two phases.

In terms of productive performance, the main zootechnical and economic parameters evaluated conducted to obtain identical results for the diets, but determined differences between phases. While the absolute growth rate was lower in the transition phase (between the other phases), the feed efficiency and cost of production of one kilogram of live weight were better in the growing phase.

**Keywords:** Vitelão Mertolengo DOP, Nutrition, Diets, Zootechnical parameters, Economic parameters.

# Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo .....	ii
Abstract.....	iii
Lista de Abreviaturas .....	vi
Índice de Tabelas.....	viii
Índice de Figuras.....	x
1. Introdução .....	1
2. Revisão Bibliográfica .....	4
2.1. Crescimento e Desenvolvimento .....	5
2.1.1. Influência da Alimentação .....	8
2.1.1.1. Energia .....	10
2.1.1.2. Proteína.....	12
2.1.2. Influência da Fase do Crescimento .....	13
2.2. Raça Mertolenga .....	17
2.2.1. Enquadramento Histórico .....	17
2.2.1.1. Origem .....	17
2.2.1.2. Utilização.....	18
2.2.2. Evolução Recente .....	19
2.2.2.1. Intensificação da Produção .....	19
2.2.2.2. Produtos Certificados.....	19
2.2.3. Caracterização da Raça.....	22
2.2.3.1. Parâmetros Produtivos .....	24
2.2.3.1.1. Ganho Médio Diário .....	24
2.2.3.1.2. Ingestão de Alimento .....	26
2.2.3.1.3. Índice de Conversão .....	27
2.2.3.2. Caracterização da Carcaça e Qualidade da Carne .....	28
2.2.3.2.1. Peso e Rendimento de Carcaça.....	28
2.2.3.2.2. Classificação de Carcaças.....	29
2.2.3.2.3. Incidência da Condição <i>Dark Firm and Dry</i> .....	31
3. Materiais e Métodos.....	34
3.1. Animais .....	35
3.2. Alimentação .....	37
3.3. Instalações e Equipamentos .....	40
3.4. Pesagens .....	41
3.5. Abate e Medição do pH .....	42
3.6. Parâmetros Analisados .....	42
3.7. Análise Estatística .....	44

4. Resultados e Discussão .....	49
4.1. Desempenho Produtivo .....	50
4.1.1. Crescimento .....	50
4.1.1.1. Peso Vivo .....	50
4.1.1.2. Percentagem do Peso Adulto .....	54
4.1.1.3. Velocidade de Crescimento .....	56
4.1.1.3.1. Ganho Médio Diário .....	56
4.1.1.3.2. Aumento da Percentagem de Peso .....	63
4.1.2. Ingestão de Alimento .....	67
4.1.2.1. Ingestão Ajustada do Alimento Concentrado .....	67
4.1.2.2. Ingestão Ajustada do Alimento Grosseiro .....	73
4.1.3. Eficiência Alimentar .....	75
4.1.3.1. Índice de Conversão do Alimento Concentrado Ajustado .....	76
4.1.3.2. Índice de Conversão da Matéria Bruta Ajustada .....	81
4.1.4. Eficiência Bio Económica .....	85
4.1.4.1. Custo do Alimento Concentrado Ajustado .....	86
4.1.4.2. Custo da Matéria Bruta Ajustada .....	89
4.1.4.3. Custo de Produção de um Quilograma de Peso Vivo .....	93
4.1.4.4. Valor de um Quilograma de Peso Vivo .....	98
4.1.4.5. Eficiência Económica por Quilograma de Peso Vivo .....	102
4.2. Características da Carcaça e Qualidade da Carne .....	107
4.2.1. Peso e Rendimento de Carcaças .....	107
4.2.2. Classificação de Carcaças .....	109
4.2.3. pH da Carne .....	110
5. Conclusão .....	113
6. Bibliografia .....	116

## Lista de Abreviaturas

A	fase de acabamento
ACBM	Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos
ADP	adenosina difosfato
ADAPT	período de adaptação dos bovinos no Centro
ANCOVA	análise de covariância
ANOVA	análise de variância simples
ATP	adenosina trifosfato
BSE	encefalopatia espongiforme bovina
CF	acesso ou não ao <i>creep-feeding</i>
Conc.	alimento concentrado
DFD	<i>dark firm and dry</i> (escura, firme e seca)
DOP	Denominação de Origem Protegida
EXP	exploração de origem dos bovinos
GER	geração do progenitor
gl	graus de liberdade
GMD	ganho médio diário
GMD <sub>nasc-entr</sub>	ganho médio diário desde o nascimento até à entrada no Centro
IC	índice de conversão
IENT	idade de entrada dos bovinos no Centro
ING	ingestão de alimento
IVP	idade da progenitora no parto
Kg	quilograma
MB	matéria bruta
MS	matéria seca
n	número de observações
NASC	época de nascimento
PB	proteína bruta
PDI	proteína digestível no intestino
PDIE	proteína digestível no intestino - o fator limitante é a energia
PDIN	proteína digestível no intestino - o fator limitante é o azoto
PEL	pelagem dos bovinos

pH <sub>final</sub>	pH medido 12 a 48 horas pós-morte
pH <sub>24horas</sub>	pH medido 24 horas pós-morte
P0	pesagem na entrada do Centro
P1,...P6	1ª pesagem,...6ª pesagem
R	fase de recria
T	fase de transição
UF	unidade forrageira
UFV	unidade forrageira carne

## Índice de Tabelas

Tabela 1. Intervalo entre partos .....	23
Tabela 2. Peso ao desmame (210 dias).....	24
Tabela 3. Ganho médio diário em sistemas de produção semi-intensivos.....	25
Tabela 4. Ganho médio diário em sistemas de produção intensivos .....	26
Tabela 5. Ganho médio diário .....	26
Tabela 6. Ingestão de alimento em sistemas de produção semi-intensivos e intensivos .....	27
Tabela 7. Índice de conversão em sistemas de produção semi-intensivos e intensivos .....	27
Tabela 8. Índice de conversão .....	28
Tabela 9. Rendimentos de carcaça - comercial, corrigido e verdadeiro.....	29
Tabela 10. Classes de conformação.....	30
Tabela 11. Classes do estado de gordura.....	30
Tabela 12. Descrição complementar para as classes de conformação .....	31
Tabela 13. pH <sub>final</sub> da carne .....	33
Tabela 14. Níveis dos fatores de variação.....	36
Tabela 15. Número de animais presentes por tratamento .....	36
Tabela 16. Concentrado de Crescimento .....	37
Tabela 17. Concentrado de Acabamento.....	37
Tabela 18. Concentrado de Crescimento.....	38
Tabela 19. Concentrado de Acabamento.....	38
Tabela 20. Palha .....	38
Tabela 21. Data das Pesagens .....	41
Tabela 22. Peso vivo dos bovinos em P0 e P1 .....	51
Tabela 23. Peso vivo dos bovinos de P2 a P6 .....	52
Tabela 24. Análise de variância simples do peso vivo .....	52
Tabela 25. Resultados da percentagem do peso adulto .....	55
Tabela 26. Análise de variância simples da percentagem do peso adulto .....	56
Tabela 27. Resultados do ganho médio diário .....	57
Tabela 28. Análise de variância simples do ganho médio diário.....	58
Tabela 29. Análise de medições repetidas do ganho médio diário.....	59
Tabela 30. Análise de covariância do ganho médio diário.....	62
Tabela 31. Resultados do aumento da percentagem de peso .....	63
Tabela 32. Análise de variância simples do aumento da percentagem de peso.....	64
Tabela 33. Análise de medições repetidas do aumento da percentagem de peso.....	66
Tabela 34. Análise de covariância do aumento da percentagem de peso .....	67
Tabela 35. Resultados da ingestão do alimento concentrado .....	69
Tabela 36. Análise de variância simples da ingestão do concentrado.....	70
Tabela 37. Consumo de concentrado real e estimado .....	71
Tabela 38. Análise de covariância da ingestão do concentrado .....	72
Tabela 39. Resultados da ingestão do alimento grosseiro.....	73
Tabela 40. Análise de variância simples da ingestão de palha.....	74
Tabela 41. Análise de covariância da ingestão de palha.....	75
Tabela 42. Resultados do índice de conversão do alimento concentrado .....	76
Tabela 43. Análise de variância simples do índice de conversão do concentrado .....	77
Tabela 44. Análise de medições repetidas do índice de conversão do concentrado .....	78
Tabela 45. Análise de covariância do índice de conversão do concentrado.....	80
Tabela 46. Resultados do índice de conversão da matéria bruta .....	81
Tabela 47. Análise de variância simples do índice de conversão da matéria bruta .....	82
Tabela 48. Análise de medições repetidas do índice de conversão da matéria bruta .....	83
Tabela 49. Análise de covariância do índice de conversão da matéria bruta .....	85
Tabela 50. Resultados do custo do alimento concentrado.....	86
Tabela 51. Análise de variância simples do custo do concentrado .....	87

Tabela 52. Análise de covariância do custo do concentrado .....	89
Tabela 53. Resultados do custo da matéria bruta .....	90
Tabela 54. Análise de variância simples do custo da matéria bruta.....	91
Tabela 55. Análise de covariância do custo da matéria bruta .....	92
Tabela 56. Resultados do custo de produção de um quilograma de peso vivo .....	94
Tabela 57. Análise de variância simples do custo de produção de um quilograma de peso vivo...	95
Tabela 58. Análise de medições repetidas do custo de produção de um quilograma de peso vivo .....	96
Tabela 59. Análise de covariância do custo de produção de um quilograma de peso vivo.....	97
Tabela 60. Resultados do valor de um quilograma de peso vivo .....	98
Tabela 61. Análise de variância simples do valor de um quilograma de peso vivo.....	100
Tabela 62. Análise de medições repetidas do valor de um quilograma de peso vivo .....	100
Tabela 63. Análise de covariância do valor de um quilograma de peso vivo.....	102
Tabela 64. Resultados da eficiência económica por quilograma de peso vivo .....	103
Tabela 65. Análise de variância simples da eficiência económica por quilograma de peso vivo..	104
Tabela 66. Análise de medições repetidas da eficiência económica por quilograma de peso vivo .....	105
Tabela 67. Análise de covariância da eficiência económica por quilograma de peso vivo.....	106
Tabela 68. Peso vivo, peso de carcaça e rendimento de carcaça.....	109
Tabela 69. Classes de conformação e de gordura .....	110
Tabela 70. pH da carne .....	111

## Índice de Figuras

Figura 1. Curva de crescimento .....	6
Figura 2. Distribuição da quantidade de carne bovina certificada no ano de 2005 .....	21
Figura 3. Interação entre a pesagem e o período de adaptação .....	54
Figura 4. Interação entre o período e a idade da vaca ao parto .....	59
Figura 5. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	61
Figura 6. Interação entre o período e o regime alimentar .....	65
Figura 7. Interação entre o período e o regime alimentar .....	71
Figura 8. Interação entre o período e o regime alimentar .....	78
Figura 9. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	79
Figura 10. Interação entre o período e o regime alimentar.....	83
Figura 11. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	84
Figura 12. Interação entre o período e o regime alimentar.....	88
Figura 13. Interação entre o período e o regime alimentar.....	92
Figura 14. Interação entre o período e o regime alimentar.....	95
Figura 15. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	97
Figura 16. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	101
Figura 17. Interação entre o período e o regime alimentar.....	104
Figura 18. Interação entre a fase e o regime alimentar .....	106

## 1. Introdução

A encefalopatia espongiforme bovina (BSE) foi o mais grave escândalo alimentar dos últimos anos, tendo causado a partir de 1995 uma redução drástica do consumo de carne de bovino em toda a Europa (Mateus e Russo-Almeida, 2014; Rodrigues, 1998; Telo da Gama *et al.*, 2004). De acordo com Rodrigues (1998), a redução do consumo de carne ocorreu principalmente na carne proveniente de animais de raças leiteiras, tendo aumentado a importância dos bovinos de aptidão carne e principalmente das raças autóctones na produção de carne a nível nacional, o que levou ao aumento de quota de mercado dos produtos certificados (Banović *et al.*, 2007), em virtude do aumento do grau de exigência do consumidor, passando assim estes produtos a ter a relevância merecida (Telo da Gama *et al.*, 2004).

A produção de Vitelão Mertolengo DOP (denominação de origem protegida) é realizada em sistemas intensivos de produção, sistemas que Koenig e Beauchemin (2013) designam como insustentáveis e potencialmente ameaçadores do meio ambiente, em virtude da baixa eficiência de produção.

De entre os fatores com maior impacto no custo de produção dos produtos de origem animal destacam-se a alimentação e a mão-de-obra (Freitas, 2008; Sithyphone *et al.*, 2011), com os custos da alimentação a serem considerados os custos variáveis mais elevados (Mao *et al.*, 2013). Na recria-acabamento de Vitelão Mertolengo DOP, os custos com a alimentação representam  $39,3\% \pm 6,8\%$  da composição estrutural final do produto, com apenas uma pequena prevalência do valor do vitelo no início da recria ( $41,5\% \pm 7,9\%$ ), que equivale ao montante que o produtor recebe (Pais *et al.*, 2013).

Nos últimos anos, o preço dos alimentos concentrados tem aumentado drasticamente (Retallick *et al.*, 2013a) e como consequência os custos de produção subiram e as receitas diminuíram (Marti *et al.*, 2013), pelo que o sector se encontra com sérias dificuldades em termos de rentabilidade (Avilés *et al.*, 2015). Este aumento no preço dos alimentos concentrados surge em parte devido ao grão de milho, fonte energética com grande incorporação nos concentrados, estar a ser utilizado em grande escala na produção de etanol (McNew e Griffith, 2005 citados por Nuñez *et al.*, 2015).

O elevado custo da alimentação na recria-acabamento de bovinos de carne significa que a rentabilidade depende do uso eficiente dos alimentos na satisfação das necessidades de manutenção e de crescimento dos animais, com o mínimo de perdas possível (Nkrumah *et al.*, 2006), ou seja a eficiência alimentar é cada vez mais de particular importância na produção de carne bovina (Mao *et al.*, 2013; Mitchell, 2007; Nkrumah *et al.*, 2006; Retallick *et al.*, 2013b). Assim, qualquer estratégia que vise a redução dos custos e a melhoria da rentabilidade das explorações pecuárias deve basear-se em soluções válidas, tanto em termos técnicos como económicos (Freitas, 2008).

O trabalho que constituiu a base experimental da presente dissertação diz respeito ao estudo de diversos parâmetros zootécnicos e económicos, relacionados com o desempenho produtivo, características da carcaça e qualidade da carne, em machos inteiros da raça Mertolenga, mantidos em sistema de produção intensivo e destinados à produção de Vitelão Mertolengo DOP. O principal objetivo consistiu em verificar se os três regimes alimentares idealizados tinham influência nos parâmetros estudados. Em dois regimes alimentares diferenciou-se o alimento concentrado fornecido nas fases de recria (R) e de acabamento (A), enquanto no outro regime alimentar a dieta não sofreu qualquer alteração.

O alimento concentrado da fase de acabamento, com uma menor concentração proteica, mas superior em termos energéticos, ao comparar com o outro concentrado utilizado na fase de recria e em todo o ensaio no regime alimentar que se manteve inalterável, pretendia estar mais adequado às necessidades nutritivas dos bovinos, tendo em consideração o desenvolvimento diferencial dos tecidos corporais, para além do seu custo ser inferior, pelo que se pretendia que nestes dois regimes alimentares os parâmetros económicos fossem melhores, mas que os parâmetros zootécnicos também não fossem afetados de forma negativa. Outro assunto abordado, prendia-se com a mudança do alimento concentrado da fase de recria para a fase de acabamento, pelo que num regime alimentar se efetuou uma transição gradual e no outro uma transição mais repentina.

Na redação desta dissertação, após uma revisão bibliográfica que abrange os principais assuntos estudados no presente trabalho, e um capítulo relativo aos aspetos

gerais da metodologia, optou-se por facilidade de exposição, pela divisão dos resultados e discussão em dois subcapítulos: um referente ao crescimento, ingestão de alimento, eficiência alimentar e eficiência bio económica, e outro relativo às características da carcaça e qualidade da carne.

## **2. Revisão Bibliográfica**

Pretende-se na presente revisão bibliográfica, em primeira instância, efetuar uma breve descrição do processo de crescimento e da influência da nutrição e da fase de crescimento em todo o processo. Em seguida apresenta-se uma síntese dos conhecimentos relativos ao desempenho produtivo, às características da carcaça e à qualidade da carne em bovinos Mertolengos, para além de primeiramente se efetuar a caracterização da raça, bem como o aparecimento da Carne Mertolenga DOP.

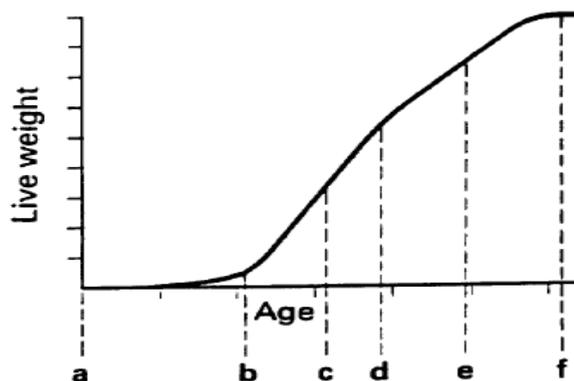
## **2.1. Crescimento e Desenvolvimento**

De um modo geral, o processo de crescimento engloba dois aspetos distintos: o crescimento quantitativo ou ponderal que se caracteriza pelo aumento contínuo da massa corporal com a idade, e o crescimento qualitativo ou desenvolvimento que se refere a alterações da forma e composição corporal resultantes do desenvolvimento diferencial dos tecidos (Pomeroy, 1978). De forma mais simplificada e de acordo com Micol *et al.* (1993), o crescimento reflete o aumento de peso dos componentes corporais, enquanto o desenvolvimento reflete a contribuição relativa de cada um desses elementos, pelo que Trenkle e Marple (1983) consideram que estes dois conceitos não são absolutamente distintos, uma vez que normalmente não ocorrem de forma independente.

Para Goll *et al.* (1992) o crescimento muscular é determinado fundamentalmente por três fatores: o número de células musculares, a taxa de síntese proteica muscular e a taxa de degradação proteica muscular, enquanto para Perry e Thompson (2005) o crescimento muscular resulta do balanço positivo entre as taxas de síntese e de degradação proteica, influenciadas pela idade e nível nutricional disponibilizado aos animais.

Usualmente o crescimento é representado por uma curva que pode ser aplicada, na generalidade, a todas as espécies animais de crescimento determinado (Brody, 1945). A curva, geralmente sigmoide (Figura 1), pode ser dividida em dois segmentos principais: o primeiro, designado por fase aceleradora, em que a velocidade de crescimento aumenta exponencialmente desde a conceção até ao ponto de inflexão, pelo que o declive da curva apresenta valores crescentes; o segundo segmento, designado por fase inibidora, tem início no ponto de inflexão, a partir do qual a velocidade de crescimento diminui à medida que o animal se aproxima da maturidade (Brody, 1945; Owens *et al.*,

1993). De acordo com Simões (1991) citado por Rodrigues (1998) a fase aceleradora e inibidora são conhecidas em zootecnia, por fase de crescimento e fase de acabamento, respectivamente. O ponto de inflexão da curva representa o momento em que termina o aumento da velocidade de crescimento e a sua diminuição ainda não se iniciou, pelo que a velocidade de crescimento é máxima e está diretamente relacionada com a puberdade (Brody, 1945).



**Legenda:** a- concepção; b- nascimento; c- fase aceleradora (de "a" a "d"); d- ponto de inflexão; e- fase inibidora (de "d" a "f"); f- maturidade.

Adaptado de Owens *et al.* (1993).

**Figura 1.** Curva de crescimento

Para Brody (1945), o crescimento para além de se poder representar pela curva de crescimento, também se pode representar pela velocidade de crescimento, que se pode exprimir de várias formas. De acordo com Marple (2003) a medida mais comum é a velocidade de crescimento média absoluta, ou ganho médio absoluto de peso por unidade de tempo, normalmente calculado por dia e denominado assim por ganho médio diário (GMD), que segundo Fraústo da Silva (1996) aumenta até ao ponto de inflexão da curva de crescimento e diminui posteriormente. A velocidade de crescimento média absoluta na mesma espécie varia com o genótipo, com o sexo, com a fase de crescimento e com a dieta (Mitchell, 2007; Robelin e Daenicke, 1980). As raças com um peso em adulto ou à maturidade superior têm normalmente valores superiores para a velocidade de crescimento (Owens *et al.*, 1993; Perry e Thompson, 2005), assim como para o mesmo genótipo, os machos têm um peso adulto e uma velocidade de crescimento superior ao das fêmeas (Micol *et al.*, 1993).

O desenvolvimento, avaliado geralmente em termos percentuais, exprime o peso de um componente em relação a um conjunto de referência, embora também possa ser avaliado através da equação alométrica de Huxley que permite estudar o desenvolvimento global dos tecidos e a sua distribuição (Brody, 1945).

Os tecidos desenvolvem-se de forma diferencial durante o crescimento (Owens *et al.*, 1993). O tecido nervoso é aquele cujo desenvolvimento é mais precoce, seguido do tecido ósseo, do tecido muscular e finalmente do tecido adiposo (Pomeroy, 1978), o que está de acordo com Berg e Butterfield (1968), Butterfield *et al.* (1983) e Mukhoty e Berg (1971) que consideram o osso de desenvolvimento precoce ou de baixo ímpeto de crescimento, o músculo de desenvolvimento intermédio ou ímpeto médio e a gordura de desenvolvimento tardio ou ímpeto de crescimento elevado. No tecido adiposo, a deposição de gordura visceral, precede a deposição de gordura intermuscular e subcutânea, e finalmente deposita-se a gordura intramuscular (Owens *et al.*, 1993; Pomeroy, 1978). Micol *et al.* (1993) verificaram em machos de raça Frísia, que relativamente ao peso vivo, o tecido muscular variou entre 43,0% aos 200,0 quilogramas (kg) de peso vivo e 32,0% em animais adultos, o tecido adiposo aumentou de aproximadamente 7,0% para 40,0% e o tecido ósseo, que representava no animal jovem cerca de 17,0%, atingiu valores próximos de 12,0% nos animais adultos.

Pressupondo um valor constante para a gordura, a proporção de músculo aumenta e a de osso diminui (Mukhoty e Berg, 1971), pelo que aumenta a relação músculo/osso (Berg e Butterfield, 1966). As proporções de músculo e de gordura também estão inversamente relacionadas (Berg e Butterfield, 1968).

Como o desenvolvimento dos tecidos não é um processo isométrico (Marple, 2003), o coeficiente de alometria para o tecido ósseo apresenta o valor mais baixo, inferior a 1, o tecido muscular tem valores intermédios, normalmente próximos de 1 e o tecido adiposo apresenta os valores mais elevados, superiores a 1 (Berg e Butterfield, 1966).

A sucessão de prioridades no desenvolvimento dos tecidos é consequência da importância funcional dos tecidos para a sobrevivência (Pálsson, 1975 citado por Fraústo da Silva, 1996), pelo que um animal tem de repartir os nutrientes de acordo com essas prioridades (Mitchell, 2007).

Tal como ocorre no crescimento, fatores genéticos, como o genótipo e o sexo, e fatores ambientais, como variações quantitativas e/ou qualitativas na alimentação, influenciam o desenvolvimento dos tecidos corporais (Berg e Butterfield, 1968; Marple, 2003; Pomeroy, 1978).

De acordo com Owens *et al.* (1993) e Pomeroy (1978), a velocidade de desenvolvimento de um tecido depende da sua localização no corpo. Considera-se que um osso, um músculo ou a gordura numa determinada região é de maturidade precoce, quando em qualquer fase do crescimento anterior à maturidade, atinge uma proporção do seu peso de adulto, superior à atingida pela totalidade do tecido. Já quando se trata de um tecido de maturidade tardia, este atinge uma proporção do peso adulto, inferior à atingida numa determinada região (Butterfield *et al.*, 1983).

Um método para determinar a composição corporal é a dissecação da carcaça em vísceras, pele, ossos, músculo e gordura e realização da análise química (Marple, 2003; Mitchell, 2007), pois com o ganho médio absoluto de peso por unidade de tempo não é possível determinar de forma qualitativa o aumento de peso (Owens *et al.*, 1993).

Depois de expostos os principais fatores que afetam os processos de crescimento e desenvolvimento, aborda-se de forma mais pormenorizada o efeito da alimentação e principalmente da concentração energética e proteica da dieta, bem como a influência da fase de crescimento, sobretudo no desempenho produtivo dos animais, mas também nas características de carcaça e na qualidade da carne.

### **2.1.1. Influência da Alimentação**

O crescimento e a nutrição afetam-se mutuamente, na medida em que cada um pode influenciar o outro (McDonald *et al.*, 2006). O ritmo de crescimento de um animal determina as suas necessidades nutritivas (Robelin e Daenicke, 1980), mas com alterações na alimentação, também é possível modificar o ritmo de crescimento dos animais (McDonald *et al.*, 2006), já que o crescimento resulta da absorção de nutrientes a partir do sangue, necessários para a síntese de macromoléculas dos tecidos do corpo (Trenkle e Marple, 1983).

Os efeitos da alimentação na velocidade de crescimento absoluta, são bem visíveis quando ocorre uma redução voluntária da ingestão (ING) ou um acesso restrito

à alimentação (Marple, 2003; Owens *et al.*, 1993), o que se verifica facilmente nos sistemas em que se procura maximizar o pastoreio, em que o crescimento oscilatório dos animais reflete as variações sazonais na quantidade e na qualidade de alimento disponível (Fraústo da Silva, 1996; Perry e Thompson, 2005). É frequente ocorrerem períodos nos quais os bovinos apresentam um crescimento inferior ao seu potencial máximo, mas quando lhes é fornecida uma dieta adequada, normalmente de elevado nível energético, apresentam um crescimento compensatório, ou seja verifica-se um aumento da velocidade de crescimento, face a animais da mesma idade que não foram afetados por qualquer restrição alimentar (Berg e Butterfield, 1968), embora a capacidade dos animais para compensar uma restrição seja diferente, já que é afetada por diversos fatores, como a severidade e duração do período de subnutrição, a fase do crescimento e a alimentação disponibilizada na fase de crescimento compensatório (Mitchell, 2007; Owens *et al.*, 1993).

Para alguns autores, o crescimento compensatório pode ser atribuído de forma independente ao aumento da ingestão de alimento (Ashworth, 1969 citado por Fox *et al.*, 1972; McDonald *et al.*, 2006), ou à maior eficiência na utilização da energia (Drouillard e Kuhl, 1999; Meyer *et al.*, 1965), mas para Brorsen *et al.* (1983) esses dois acontecimentos podem ocorrer em simultâneo. Noutra perspetiva, Sheehy e Sénior (1942) citados por Fox *et al.* (1972) consideram que o crescimento durante a recuperação se deve à maior deposição de proteína e à menor deposição de gordura.

As necessidades nutritivas dos animais estão muito relacionadas com a composição do ganho de peso (Robelin e Daenicke, 1980), pelo que as consequências das variações da quantidade e da qualidade da dieta ingerida são muito importantes na composição corporal, e também podem influenciar o rendimento de carcaça (Owens *et al.*, 1993). Os tecidos com o coeficiente de crescimento mais elevado na fase em que ocorre uma restrição alimentar são os mais afetados (Berg e Butterfield, 1968). Enquanto nos animais muito jovens, os principais tecidos afetados são o músculo e o osso (Fraústo da Silva, 1996), nos animais jovens a consequência mais evidente de uma restrição alimentar é a diminuição da velocidade de deposição de gordura e o aumento proporcional do crescimento muscular, acontecimento que é rapidamente recuperado depois de um período de realimentação (Berge, 1991 citado por Fraústo da Silva, 1996).

Verifica-se assim que o efeito de diminuição do nível alimentar traduz-se por uma diminuição da velocidade de crescimento dos vários tecidos na ordem inversa do seu desenvolvimento, isto é, os tecidos mais precoces são os menos afetados (Berg e Butterfield, 1968).

Com uma grande quantidade de alimento de elevado nível nutritivo ingerido, a velocidade de deposição da gordura aumenta (Berg e Butterfield, 1968; Owens *et al.*, 1995), o que ocorre ainda mais rapidamente a pesos mais elevados (Martinsson e Olsson, 1993 citados por Fraústo da Silva, 1996), em que apesar da quantidade de músculo depositado continuar a aumentar, em termos proporcionais acontece em menor quantidade do que a quantidade de gordura (Fraústo da Silva, 1996).

Para além de influenciar as características da carcaça, a alimentação também tem efeito na qualidade da carne, sobretudo o sistema de produção adotado (extensivo ou intensivo), embora o alimento concentrado utilizado em regime intensivo também possa constituir um fator de variação da qualidade da carne, devido a aspetos relacionados com a sua composição em matérias-primas e nível energético (Sañudo *et al.*, 1998).

#### **2.1.1.1. Energia**

A importância da energia é demonstrada pelo facto de os animais ingerirem os alimentos para satisfazerem as suas necessidades energéticas, pelo que a concentração energética da dieta condiciona o consumo de alimento, consumo esse, que é menor com uma alimentação mais energética. Para além disso, os alimentos energéticos são maioritários nas dietas dos animais (McDonald *et al.*, 2006). De acordo com Trenkle e Marple (1983), as necessidades energéticas do processo de crescimento podem ser separadas em dois componentes: um componente relacionado com as necessidades para os substratos que são utilizados para formar novos tecidos, designadamente proteína e gordura, enquanto o outro componente é a energia requerida para o metabolismo, ou seja, a perda de calor do corpo associada à transformação bioquímica dos nutrientes em tecidos corporais.

As necessidades energéticas dos ruminantes, bem como a composição energética dos alimentos, expressam-se em muitas ocasiões pelo sistema francês de

unidades forrageiras (UF), mais propriamente para bovinos de carne, pela unidade forrageira carne (UFV), que expressa a energia limpa de manutenção e crescimento, tendo em conta que uma UF é igual à energia limpa de um Kg de cevada (Demarquilly *et al.*, 1996).

Os animais aproveitam a energia química dos alimentos para satisfazerem as suas necessidades energéticas (Owens *et al.*, 1993). Num caso de acesso restrito à alimentação, os animais recorrem às suas reservas corporais (catabolismo pela seguinte ordem: glicogénio, gordura e músculo), mas quando a alimentação é suficiente, a energia que resta após a satisfação das necessidades energéticas de manutenção pode ser depositada nos tecidos corporais na forma de energia química (McDonald *et al.*, 2006), já que os animais armazenam a energia sobretudo na forma de proteína e lípidos (Owens *et al.*, 1995).

Variações no regime alimentar e principalmente na ingestão de alimentos energéticos, podem alterar a velocidade de crescimento dos animais (McDonald *et al.*, 2006; Micol *et al.*, 1993) e a composição da carcaça, devido à variação na deposição de lípidos e proteínas (Micol *et al.*, 1993; Owens *et al.*, 1995), ao contrário da fonte de energia que não afeta a composição das carcaças independentemente da velocidade de crescimento (Coleman *et al.*, 1995a). Robelin e Daenicke (1980) referem que em geral, quando o consumo de energia aumenta, a quantidade de lípidos depositados aumenta ainda mais rapidamente do que aumenta o ganho de peso.

Tal como na influência da proteína no desempenho produtivo e nas características da carcaça de bovinos, diversos fatores podem originar diferentes resultados da diferente concentração energética da dieta, mas neste caso verifica-se uma coerência dos diversos estudos realizados. Fan *et al.* (1985) e Meissner *et al.* (1995) relatam velocidades de crescimento absoluta superiores e uma maior eficiência alimentar dos bovinos, quando alimentados com dietas de maior conteúdo energético. Com o aumento do nível de energia, para além do GMD ser superior, o peso da carcaça também o foi (Meissner *et al.*, 1995; Prior *et al.*, 1977), assim como o rendimento de carcaça (Meissner *et al.*, 1995). Para um peso de carcaça ajustado, apenas para as raças de pequeno porte, Prior *et al.* (1977) referem um aumento da gordura intramuscular, e um maior rendimento em peças.

### 2.1.1.2. Proteína

A proteína é um nutriente essencial em todas as dietas de bovinos de carne (Parish, 2009), embora a sua qualidade e o equilíbrio em aminoácidos essenciais não seja um fator crítico na alimentação disponibilizada aos bovinos, já que a flora microbiana presente no rúmen efetua a sua síntese (McDonald *et al.*, 2006; Simens *et al.*, 1999).

Geralmente expressa em termos de proteína bruta (PB), a proteína é importante para a saúde e para o desempenho dos animais (Parish, 2009), embora muitas vezes também se expressem as necessidades dos ruminantes e a composição das dietas em termos de proteína digestível no intestino (PDI) (Demarquilly *et al.*, 1996; McDonald *et al.*, 2006). Cada alimento tem dois valores - PDIN e PDIE - que indicam a quantidade de proteína que chega ao intestino, em função do fator que limita a síntese microbiana, proteína e energia, respetivamente (Demarquilly *et al.*, 1996).

A quantidade de proteína necessária para um bovino, aumenta com o incremento da sua massa corporal, mas ao expressar as necessidades proteicas em percentagem do alimento ingerido, essa percentagem diminui com o aumento do peso e idade do animal, porque a quantidade de alimento consumida diariamente aumenta mais rapidamente do que as suas necessidades proteicas (Simens *et al.*, 1999). Parish (2009) salienta que as necessidades proteicas dos animais aumentam com uma velocidade de crescimento superior, pelo que aumenta a sua deposição independentemente do peso vivo, embora com maior peso vivo, o aumento seja mais lento (Geay, 1984).

Quando um animal se encontra num estado de défice energético (alimentação energética deficiente), o músculo é um importante reservatório de aminoácidos (Allen e Goll, 2003), assim como o excesso de aminoácidos para a síntese proteica também podem ser degradado para obter energia (Anderson *et al.*, 1988), o que tem como consequência a produção de amoníaco (McDonald *et al.*, 2006).

Apesar de Owens *et al.* (1995) referirem que uma restrição proteica pode reduzir o peso à maturidade e aumentar a quantidade de gordura na carcaça, do ponto de vista ambiental e económico, há um movimento no sentido de reduzir a incorporação de compostos azotados na produção de alimentos concentrados para bovinos de carne

(Dawson, 2012). Cole *et al.* (2005) afirmam que a utilização de dietas com baixos níveis de PB é um meio eficaz de aumentar a eficiência da utilização de azoto e de reduzir as suas perdas, desde que não haja uma redução na velocidade de crescimento e na eficiência alimentar. Numa perspetiva económica, segundo Anderson *et al.* (1988), reduzir a concentração de PB faz com que os custos da alimentação sejam menores, pois os alimentos proteicos são mais dispendiosos que os alimentos energéticos (Chiba, 2014).

Diversos estudos têm sido realizados ao longo dos anos para verificar a influência da concentração proteica da alimentação, no desempenho produtivo e nas características da carcaça de bovinos, independentemente do tipo de proteína, que tem pouca influência nas performances produtivas e nas características da carcaça (Comerford *et al.*, 1992). Em virtude da distinta genética dos animais, dos diversos intervalos de peso dos animais presentes nos ensaios e dos diferentes níveis de proteína bruta comparados, os resultados são muito díspares. Umunna *et al.* (1980) com três níveis de proteína bruta (11,60, 14,70 e 17,70%) não determinaram diferenças significativas no GMD, na eficiência alimentar, no peso da carcaça e na espessura da gordura subcutânea, enquanto Eck *et al.* (1988) obtiveram melhores resultados para a velocidade de crescimento e para a eficiência alimentar em bovinos alimentados com 12,50% de PB (apesar da maior ingestão de alimento), do que com o nível de 10,50%. No ensaio de Anderson *et al.* (1988), os bovinos alimentados com 10,00% de PB apresentaram uma velocidade de crescimento absoluta inferior aos animais alimentados com níveis superiores de PB (12,00 e 14,00%), mas a ingestão de alimento e o índice de conversão (IC) não diferiram, assim como o rendimento de carcaça. Bass *et al.* (1990) citados por Fraústo da Silva (1996) referem que a proporção de gordura nos ganhos de peso diminui com o aumento da concentração proteica da dieta, mas Prior *et al.* (1977) afirmam que aumentar a percentagem de proteína não altera significativamente a composição da carcaça.

### **2.1.2. Influência da Fase do Crescimento**

A diferente composição química dos tecidos corporais e a ordem do seu desenvolvimento influenciam a composição química do animal e conseqüentemente as suas necessidades de crescimento (McDonald *et al.*, 2006; Micol *et al.*, 1993). Assim, em

determinadas etapas do crescimento dos animais, o excesso de nutrientes pode ser evitado dividindo o período de crescimento em fases, com dietas mais apropriadas que tenham em conta as necessidades nutritivas dos animais (Sutton e Lander, 2003), de modo a maximizar a eficiência biológica do sistema integrado (Drouillard e Kuhl, 1999; Reuter e Beck, 2013).

A fase de recria, compreendida entre o desmame e a fase de acabamento é uma fase de preparação para esta última fase (Bell e Greenwood, 2013; Durunna *et al.*, 2011; Loken *et al.*, 2009), de modo a uniformizar o peso e a composição dos ganhos dos bovinos (Loken *et al.*, 2009) e também para os bovinos aumentarem a massa corporal (Owens *et al.*, 1993).

É uma fase que varia muito em termos de alimentação (Bell e Greenwood, 2013), pois pode envolver pastoreio, ou o consumo de alimento concentrado (Reuter e Beck, 2013), mas normalmente é efetuada para um crescimento moderado dos animais, permitindo o desenvolvimento muscular e ósseo, enquanto restringe a deposição de gordura (Bell e Greenwood, 2013; Block *et al.*, 2001).

Nesta fase, o ganho de peso é constituído principalmente por água, proteína e minerais, que são necessários para o crescimento do osso e músculo (McDonald *et al.*, 2006) e assim, os animais necessitam de elevados níveis de PB para permitir principalmente o desenvolvimento muscular (Anderson *et al.*, 1988; Owens *et al.*, 1995; Parish, 2009), que ocorre em função da supremacia da síntese de proteína em relação à sua degradação (Allen e Goll, 2003; Owens *et al.*, 1995), pois a energia que resta da satisfação das necessidades de manutenção é utilizada maioritariamente na sua formação (McDonald *et al.*, 2006). Isto é comprovado pelo ensaio de Koenig *et al.* (2013), em que os bovinos alimentados com 14,00% de PB apresentaram um peso final e um GMD mais elevado que os alimentados com 12,00% de PB, apesar do índice de conversão superior, o que está de acordo com Eck *et al.* (1988), que afirmam que a ingestão de alimento aumenta com o aumento da concentração de PB na dieta. Apesar da maior importância da proteína nesta fase do crescimento, a concentração energética da alimentação não deixa de ser importante (Owens *et al.*, 1995). Loken *et al.* (2009) determinaram uma maior velocidade de crescimento e curiosamente um maior consumo de matéria seca (MS) em bovinos alimentados com dietas de elevada

concentração energética ao comparar com bovinos que ingeriram dietas de baixa energia, nos quais o custo de produção por animal foi inferior, mas o custo por kg de peso vivo não foi significativamente diferente.

Segundo Reuter e Beck (2013), os acontecimentos ocorridos na fase de recria refletem-se na fase de acabamento, pois os bovinos com uma velocidade de crescimento inferior na fase de recria obtiveram melhores resultados na fase de acabamento, no entanto os animais com GMD superior na fase de recria tiveram pesos de carcaça mais elevados. Contrariamente, Robinette *et al.* (2012) citados por Reuter e Beck (2013) afirmam que uma restrição do crescimento na fase de recria não tem efeito sobre o GMD durante toda a fase de acabamento e também nas características da carcaça não determinaram diferenças significativas, o que vai de encontro ao proferido por Coleman *et al.* (1995b) que afirmam que as diferenças entre dietas na fase de recria deixam de existir após 75 dias com a mesma alimentação na fase de acabamento.

De acordo com McDonald *et al.* (2006), a composição do ganho de peso vivo é definida em função da percentagem do peso adulto, independentemente do peso vivo do animal. Embora o peso de todos os tecidos aumente com o incremento da massa corporal, a partir de um determinado grau de maturidade, o peso da gordura aumenta mais rapidamente do que o do músculo e do osso e, em consequência, relativamente ao peso vivo ou ao peso de carcaça, a percentagem de gordura aumenta e as de músculo e de osso diminuem com o aumento do peso de abate (Berg e Butterfield, 1968). Para Berg e Butterfield (1968) o aumento da percentagem de gordura inicia-se a aproximadamente 30,0% do peso adulto, enquanto para Trenkle e Marple (1983) esse aumento ocorre a partir de 50,0 ou 60,0% do peso adulto, embora a grande aceleração do desenvolvimento do tecido adiposo ocorra a 70,0% do peso adulto (Robelin e Casteilla, 1990). Assim, pode optar-se por iniciar a fase de acabamento após o ponto de inflexão da curva de crescimento, que nas espécies pecuárias ocorre a aproximadamente 30,0% do peso adulto (Brody, 1945) ou então prolongar a fase de recria até que a deposição de tecido adiposo comece a ser mais notória.

Na fase de acabamento, o ganho de peso vivo está associado a um grande aumento na deposição de tecido adiposo, desde que a disponibilidade de nutrientes exceda a capacidade de crescimento do osso e do músculo (Drouillard e Kuhl, 1999;

Trenkle e Marple, 1983). O tecido adiposo, constituído maioritariamente por adipócitos, desenvolve-se em função do aumento do número de adipócitos (hiperplasia), mas sobretudo devido ao aumento do seu volume (hipertrofia), devido à acumulação de lípidos (predominantemente triglicéridos) (Scanes, 2003). Como a deposição de gordura requer mais energia do que a deposição de proteína (Fiems *et al.*, 2000; Robelin e Casteilla, 1990), compreende-se o declínio da eficiência do crescimento nesta fase (Marple, 2003), mas apenas porque mais água é armazenada com a deposição de proteína, e assim, o ganho de tecido magro é quatro vezes mais eficiente que o acréscimo de tecido adiposo, já que em termos de eficiência energética do aumento de volume, a gordura em comparação com a proteína é superior 1,7 vezes (Owens *et al.*, 1995). Portanto, nesta fase as necessidades proteicas são menos importantes do que as necessidades energéticas (Cole *et al.*, 2006), pois o ganho de peso vivo é apenas constituído por 12,0% de proteína (Garrett, 1977 citado por Geay, 1984), o que é comprovado por Koenig *et al.* (2013), que com um aumento da proporção de PB na dieta de 12,60 para 14,00%, não encontraram diferenças no peso final, na velocidade de crescimento, na ingestão de alimento, na eficiência alimentar e também nas características da carcaça dos bovinos. Tem mesmo sido demonstrado que a redução da proteína na fase de acabamento corresponde da melhor forma às necessidades dos animais, já que diminui a excreção de azoto e não afeta a performance dos bovinos (Nuñez *et al.*, 2015; Vasconcelos *et al.*, 2006), para além de reduzir os custos da alimentação (Cole *et al.*, 2006), sendo que Cole *et al.* (2003) afirmam que a concentração de PB não deve ser inferior a 12,00%, senão ocorre diminuição do desempenho produtivo, o que de certa forma é confirmado por Cole *et al.* (2006), que entre 11,50 e 13,00% de PB não encontraram diferenças nas performances dos bovinos, mas com 10,00% de PB, o desempenho dos animais já foi prejudicado.

## **2.2. Raça Mertolenga**

O nome de Mertolengo para a raça de bovinos está diretamente associado à povoação de Mértola, uma vez que os bovinos que existiam na região, “por serem diferentes dos vizinhos”, assim conduziram a essa designação (Frazão, 1961 citado por Roquete *et al.*, 2004).

Neste tópico aborda-se inicialmente o enquadramento histórico da raça, referindo a sua origem e a sua principal utilização consoante os tempos, de seguida demonstra-se a evolução recente marcada pela intensificação da produção e pelo desenvolvimento de produtos certificados, e por fim descrevem-se de forma sucinta as principais características da raça.

### **2.2.1. Enquadramento Histórico**

Tendo presente que a evolução é um facto adquirido nas espécies animais, também os objetivos de utilização das raças bovinas se alteraram com o desenvolvimento dos povos ao longo da história da Humanidade (Roquete, 1993).

#### **2.2.1.1. Origem**

Segundo Roquete (1993) existem opiniões contraditórias relativamente à origem da raça Mertolenga, uma vez que para uns é uma variedade da raça bovina Alentejana, para outros tem origem nos bovinos com a mesma pelagem que se encontram no Sul de Espanha, o que está em conformidade com o referido por Lima (s.d. citado por Sommer D’Andrade, 1952), e para Felius (1995) citado por Mateus *et al.* (2004) é muito provavelmente descendente da raça espanhola Berrenda com introdução de genes das raças Alentejana, Brava de Lide e Andaluza.

Num estudo que envolveu cinco proteínas sanguíneas polimórficas e sete microsatélites, realizado com cinco raças autóctones, Monteiro de Carvalho (2000) verificou a existência de três grupos (Barrosã/Maronesa, Alentejana/Mertolenga e Mirandesa), no entanto a distância genética de alelos partilhados não revelou agrupamentos bem definidos dos indivíduos nas respetivas raças, o que sugere uma diferenciação recente destas populações. Relativamente ao grupo Alentejana/Mertolenga, embora as raças apresentem uma estrutura morfológica diferente, nomeadamente na cor da pelagem e na estatura, são muito semelhantes ao

nível de polimorfismos bioquímicos, o que pressupõe uma origem comum e que durante o processo evolutivo não se diferenciaram suficientemente para terem criado identidades genéticas distintas.

Mateus *et al.* (2004) também realizaram um estudo com trinta microssatélites para caracterizar a diversidade genética das raças autóctones portuguesas, o qual permitiu identificar um certo relacionamento genético entre as raças Mertolenga, Alentejana, Garvonesa e Minhota, o que é consistente com os troncos ancestrais étnicos: Vermelho Convexo, representado pelas raças Alentejana, Mertolenga, Garvonesa e Minhota; Castanho Concavo que inclui as raças Mirandesa, Arouquesa, Marinhoa e Barrosã; e Negro Reto ou Ibérico, que abrange as raças Maronesa e Brava de Lide.

Apesar da proximidade genética entre as raças Mertolenga e Alentejana, Pereira (2004) realizou um estudo que demonstra um distanciamento entre as duas raças, uma vez que determinou uma clara distinção na resposta à tolerância ao calor, com a raça Mertolenga a apresentar uma tolerância muito mais elevada.

### **2.2.1.2. Utilização**

A raça bovina Mertolenga foi selecionada pela necessidade de se obterem animais rústicos, bem adaptados a regiões com pobres recursos forrageiros e a exigentes condições de trabalho de lavoura (Almeida, 2008), pois segundo Monteiro *et al.* (1976) e Ralo (1990), o principal objetivo da sua exploração era a produção de trabalho.

Com a mecanização da agricultura, entre outros fatores, ocorreu uma redução nos efetivos dos bovinos das raças autóctones, assim como o abandono da atividade agropecuária pela população rural que se mudou para áreas industrializadas (Banović *et al.*, 2007; Fraústo da Silva, 1996; Telo da Gama *et al.*, 2004), porque segundo Fraústo da Silva (1996) apesar da mecanização da agricultura ter aumentado a possibilidade de utilizar as raças nacionais como produtoras de carne, tal não ocorreu na plenitude devido aos valores inferiores das características das carcaças, comparativamente às de animais cruzados ou puros de raças especializadas na produção de carne.

De acordo com Almeida (2008) e Roquete (1993) os bovinos da raça Mertolenga apresentam uma adaptabilidade impar às difíceis condições de manejo alimentar a que

estão sujeitos nos sistemas de produção tipicamente extensivos, o que é confirmado por Pereira (2004) que refere a ampla difusão da raça Mertolenga nos sistemas de produção extensivos, considerando-a uma raça adaptada às condições que prevalecem no sul de Portugal.

### **2.2.2. Evolução Recente**

Atualmente o efetivo reprodutor inscrito no Livro Genealógico e em atividade inclui 17798 fêmeas e 239 machos, pertencentes a 213 criadores, e encontra-se distribuído pelos distritos de Castelo Branco, Santarém, Setúbal, Portalegre, Évora, Beja, para além de existir um efetivo em São Miguel, nos Açores e outro na região de Vila Nova de Paiva (ACBM,2015a).

#### **2.2.2.1. Intensificação da Produção**

Para Vaz *et al.* (1992), a raça Mertolenga com o seu “pequeno formato e elevada rusticidade”, apresenta crescimentos moderados e índices de conversão relativamente elevados em sistemas de produção intensivos, o que é comprovado pelos testes de performance realizados desde 1978.

Almeida (2008) considera que a intensificação da produção contraria a essência do sistema que está na base da diferenciação e que constitui a razão da afirmação da carne proveniente dos bovinos das raças autóctones, enquanto Fraústio da Silva (1996) e Telo da Gama *et al.* (2004) afirmam que a intensificação dos sistemas de produção observada sobretudo a partir da segunda metade do século XX foi certamente o fator que mais influenciou a regressão dos efetivos de raças autóctones em Portugal.

Com a generalização da utilização dos sistemas intensivos de produção, também se deve ter em atenção que a eventual necessidade de melhorar em termos produtivos a raça Mertolenga, levanta algumas questões de conceito e de metodologia, pois a produtividade entra geralmente em conflito com a adaptabilidade, uma das suas principais características (Roquete, 1993).

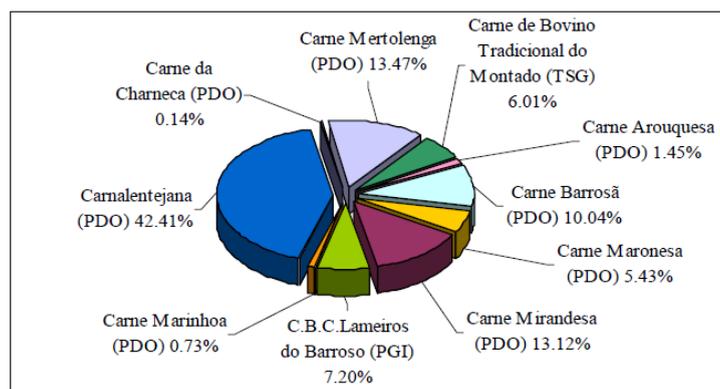
#### **2.2.2.2. Produtos Certificados**

O aumento das preocupações com a qualidade, a saúde, a diferenciação e a certificação, resultado das alterações tecnológicas e dos hábitos de consumo,

permitiram ao sector agropecuário a capacidade de obter valores acrescentados (Banović *et al.*, 2007; Mateus e Russo-Almeida, 2014; Telo da Gama *et al.*, 2004) e promover produtos de características específicas (Fraústo da Silva, 1996).

Almeida (2008) salienta a impossibilidade da carne proveniente de bovinos Mertolengos competir a nível comercial com a carne proveniente de animais mais eficientes em termos produtivos, pelo que acrescenta que o seu sucesso tem de assentar num elevado padrão de qualidade sensorial, que revele toda a especificidade da sua origem e que justifique o seu preço mais elevado. Assim, a aprovação e a implementação de produtos certificados teve um papel muito importante na afirmação comercial das raças autóctones (Fraústo da Silva, 1996), contribuindo dessa forma para a sua sustentabilidade (Telo da Gama *et al.*, 2004).

De acordo com Telo da Gama *et al.* (2004), algumas Associações de Criadores, para além da implementação do programa de melhoramento da raça, alargaram o seu âmbito de atuação e realizaram a promoção dos produtos da raça (Figura 2) e também dinamizaram a constituição de agrupamentos de produtores, com o objetivo de otimizar a comercialização, através da procura de novos circuitos de forma a obterem mais-valias. Foi o que sucedeu com a Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos (ACBM) que primeiramente efetuou a promoção dos produtos da raça através da venda de carne obtida em sistemas de produção por si controlados. Posteriormente foi constituída a MERTOCAR - Sociedade de Produtores de Carne de Qualidade, S.A., para a qual foi transferida a responsabilidade da comercialização da carne dos bovinos da raça (ACBM, 2015b). Com o objetivo de garantir a origem e a qualidade dos produtos ao consumidor final, a MERTOCAR solicitou o registo da denominação de origem protegida para a carne de bovinos da raça, com a designação Carne Mertolenga DOP, o qual foi aprovado e reconhecido pelo Despacho N.º 7/94 de 26-01-1994 (ACBM, 2015c).



Adaptado de IDHRA (2007b) citado por Banović *et al.* (2007).

**Figura 2.** Distribuição da quantidade de carne bovina certificada no ano de 2005

A utilização da designação Carne Mertolenga DOP condiciona a sua produção às regras estipuladas no respetivo Caderno de Especificações, no qual estão detalhadas condições relativas aos seguintes aspetos: descrição do produto; delimitação e características da área geográfica; elementos de prova de origem geográfica; descrição do método de obtenção; relação com o meio; estrutura de controlo; elementos específicos da rotulagem; outras exigências fixadas por disposições comunitárias ou nacionais (ACBM, 2014a).

De acordo com Almeida (2008), a designação Carne Mertolenga DOP poderá mesmo constituir um elemento de referência fundamental para o consumidor, caso este a relacione com um produto que lhe oferece garantias superiores de segurança e principalmente de qualidade.

Devido a diversas condicionantes, em 2003, a MERTOCAR entrou em falência (Pais, 2014), mas após um período de interregno, em 2006 foi efetuado o relançamento da Carne Mertolenga DOP através da PROMERT - Agrupamento de Produtores de Bovinos Mertolengos S.A. (ACBM, 2015c).

Atualmente, e de acordo com ACBM (2014a), a Carne Mertolenga DOP, que engloba várias classes de animais (vitela, vitelão, novilho, vaca e touro), é produzida a partir de animais da raça que se encontrem na área geográfica delimitada (distritos de Portalegre, Évora, Beja, Santarém e Setúbal, e concelhos de Vila Franca de Xira, Azambuja, Alcoutim, Castro Marim e Vila Real de Santo António), inscritos no Livro de Nascimento e filhos de pai e mãe inscritos no Livro Genealógico da raça.

Segundo Potes (2005) citado por Almeida (2008) já em 2005 tinha sido ponderada a introdução de uma nova classe de animais na Carne Mertolenga DOP

designada por Vitelão, correspondendo à tendência observada no mercado pela preferência por animais mais jovens, normalmente com uma carne de cor mais apelativa (vermelho vivo), com um menor teor em gordura e expetavelmente mais tenra, originada por carcaças com um peso médio inferior e conseqüentemente mais valorizadas em termos económicos (Almeida, 2008). O Vitelão Mertolengo DOP é um produto proveniente de animais com mais de 10,0 e menos de 15,0 meses ao abate e que apresentem um peso de carcaça igual ou superior a 100,0 kg (ACBM, 2014a).

### **2.2.3. Caracterização da Raça**

A raça Mertolenga aglutina três tipos de pelagens - vermelho, rosilho e malhado (ACBM, 2015d; Ralo, 1990). Pensa-se que a pelagem rosilho surgiu como resultado do cruzamento entre o bovino Mertolengo de pelagem vermelha, também designado “Mertolengo original alentejanado” com o bovino Mertolengo malhado, considerado “importado”, pela sua possível proveniência de Espanha (ACBM, 2015d), o que pode não ser totalmente verídico, uma vez que Mateus *et al.* (2012) num estudo com microssatélites realizado em 58 animais (24 de pelagem vermelha, 22 rosilhos e 12 malhados), concluíram que cada uma das variedades da raça é uma população completamente distinta e bem diferenciada em termos genéticos.

Atualmente predominam os efetivos de pelagem rosilho (47,0%) principalmente presentes nas regiões de Portalegre, Évora e Beja, enquanto nas zonas circunscritas pelas bacias hidrográficas dos rios Tejo e Sado predominam os efetivos com pelagem vermelha (36,0%), e os efetivos de pelagem malhada (17,0%) encontram-se principalmente na margem esquerda do rio Guadiana (ACBM, 2015a).

Segundo Roquete (1993), trata-se de uma raça marcadamente maternal, com uma grande variabilidade em termos produtivos, mas uma constante eficiência reprodutiva. Vaz *et al.* (1992) caracterizam-na como uma raça com boas qualidades maternas, alta fertilidade, facilidade de partos, boa capacidade leiteira e elevada produtividade de vitelos ao desmame.

Quanto aos parâmetros reprodutivos, Roquete (1993) ao analisar 3260 dados recolhidos entre 1962 e 1992, determinou para as fêmeas Mertolengas um intervalo médio entre partos de 409 dias, enquanto Vaz *et al.* (1992) num ensaio realizado entre

1976 e 1986 com 982 vacas Mertolengas determinaram um intervalo médio entre partos de 399 dias. Os intervalos entre partos representados na Tabela 1 resultam da avaliação genética realizada anualmente nos bovinos de raça Mertolenga.

**Tabela 1.** Intervalo entre partos

2010	2011	2012	2013	2014
449 ± 140 dias	457 ± 148 dias	460 ± 150 dias	463 ± 153 dias	467 ± 156 dias
	n= 124246	n= 141275	n= 160510	n= 186995

Média ± desvio-padrão.

Adaptado de ACBM (2011), ACBM (2012), ACBM (2013), ACBM (2014b), ACBM (2015e).

Roquete (1993) verificou que a idade à primeira cobertura é em média aos 24,5 meses com um peso médio de 299,5 kg. A longevidade reprodutiva característica das fêmeas desta raça permite a diluição dos encargos com a improdutividade das novilhas de substituição (Roquete *et al.*, 2004).

Relativamente aos parâmetros produtivos, Roquete (1993), ao analisar o peso ao nascimento de 1445 vitelos, obteve um peso médio para os machos de 26,1 kg, enquanto para as fêmeas obteve 24,3 kg, o que resulta numa média ponderada de 25,2 kg, embora 10,0% dos vitelos tenha um peso inferior a 20,0 kg. Monteiro *et al.* (1976) determinaram um peso médio para os vitelos nascidos entre Dezembro e Maio de 25,8 kg para os machos e 23,1 kg para as fêmeas, enquanto para os vitelos nascidos entre Junho e Novembro obtiveram uma média de 24,7 kg para os machos e 24,1 kg para as fêmeas, mas sem referirem o número de dados.

De acordo com ACBM (2015f) e Roquete (1993) os vitelos são geralmente desmamados entre os 6,0 e os 8,0 meses. Roquete (1993) ao analisar o peso de 1236 animais determinou um valor médio para o peso ao desmame corrigido para os 205 dias de idade de 153,0 kg, com 161,0 kg para os machos e de 144,0 kg para as fêmeas, em que 5,0% dos vitelos apresentaram um peso ajustado superior a 200,0 kg e aproximadamente 5,0% um valor inferior a 100,0 kg. O mesmo autor ao considerar 375,0 kg de peso vivo médio, como representativo de uma vaca adulta, o que está de acordo com Bettencourt e Vaz (1987) citados por ACBM (2015g) que obtiveram 380,0 kg de peso vivo como o peso médio ao longo de todo o ano, concluiu que o peso desmamado por vaca foi de 40,8%, o que é bem representativo da sua eficiência ao desmame. Na Tabela

2 demonstram-se os pesos ao desmame corrigidos para os 210 dias de idade, também obtidos a partir da avaliação genética realizada anualmente pela ACBM.

**Tabela 2.** Peso ao desmame (210 dias)

	<b>Machos</b>	<b>Fêmeas</b>
<b>2010</b>	163,2 ± 37,1 kg	
	n= 21328	
<b>2011</b>	173,1 ± 39,7 kg	152,3 ± 31,1 kg
	n= 11808	n= 11018
<b>2012</b>	172,7 ± 39,0 kg	152,3 ± 31,7 kg
	n= 13671	n= 12532
<b>2013</b>	174,2 ± 41,7 kg	152,6 ± 32,5 kg
	n= 15280	n= 13553
<b>2014</b>	175,4 ± 42,7 kg	153,7 ± 33,2 kg
	n= 17325	n= 15000

Média ± desvio-padrão.

Adaptado de ACBM (2011), ACBM (2012), ACBM (2013), ACBM (2014b), ACBM (2015e).

### 2.2.3.1. Parâmetros Produtivos

Geralmente as raças autóctones apresentam níveis produtivos mais reduzidos que algumas raças exóticas ou os seus cruzamentos, mas têm a capacidade de suportar condições ambientais muito adversas, em que as raças exóticas não conseguiriam produzir ou mesmo sobreviver (Ralo, 1990; Telo da Gama *et al.*, 2004). O mesmo refere Roquete (1993) que considera que as raças autóctones e nomeadamente a Mertolenga não estão geneticamente potencializadas para elevadas taxas de crescimento, mas noutra perspetiva, e apesar das carcaças não serem muito bem conformadas, apresentam um excelente rendimento cárnico e uma qualidade de carne superior (Roquete *et al.*, 2004).

Neste tópico são referidos unicamente para machos inteiros de raça Mertolenga, aqueles que podem ser considerados os principais parâmetros de avaliação da sua produtividade (diretos e indiretos) ou seja, o ganho médio diário, a ingestão de alimentos e o índice de conversão, obtidos em diversos ensaios experimentais realizados por diferentes autores

#### 2.2.3.1.1. Ganho Médio Diário

O crescimento dos vitelos até aos 90 dias é uma das formas de demonstrar a capacidade maternal da progenitora. Roquete (1993) obteve em 1028 vitelos (único caso que também envolve fêmeas) um crescimento médio de 0,574 kg/dia, com 7,5% dos

vitelos a apresentarem um crescimento superior a 0,800 kg/dia. Para o crescimento dos vitelos dos 90 até aos 205 dias de idade, obteve uma média de 0,669 kg, com apenas 3,0% dos 854 vitelos a conseguirem velocidades de crescimento superiores a 1,000 kg/dia. Este autor também determinou para 924 vitelos um GMD desde o nascimento até ao seu desmame de 0,602 kg/dia.

Na Tabela 3 apresentam-se os valores de GMD obtidos nas diferentes fases que constituem os sistemas de produção semi-intensivos. Enquanto os ensaios de Cláudio *et al.* (1988), Cláudio *et al.* (1991) e Cláudio *et al.* (1992) tiveram a duração de 18 meses, os trabalhos de Bettencourt *et al.* (1983) desenvolveram-se durante 24 meses, pelo que incluíram duas fases de pastoreio.

**Tabela 3.** Ganho médio diário em sistemas de produção semi-intensivos

Pastoreio (kg/dia)	Pastoreio + Supl. (kg/dia)	Pastoreio (kg/dia)	Acabamento (kg/dia)	Int. Peso Vivo (kg)	Regime Alimentar	Autor
	0,051	0,949		170-350	suplementação reduzida	Cláudio <i>et al.</i> (1991) citados por Fraústo da Silva (1996)
	0,329	0,780		170-350	suplementação média	Cláudio <i>et al.</i> (1991) citados por Fraústo da Silva (1996)
	0,345	0,642	0,893	162-428	acabamento com 30,0 kg SE e 3,5 kg MM	Cláudio <i>et al.</i> (1992)
	0,346	0,642	0,893			Cláudio <i>et al.</i> (1988) citados por Fraústo da Silva (1996)
	0,372	0,746		170-350	suplementação elevada	Cláudio <i>et al.</i> (1991) citados por Fraústo da Silva (1996)
	0,520		0,668	213-	supl. com luzerna desidratada	Vacas (2001)
	0,638				concentrado (2,5% PV)	Côrte-Real (2003)
	0,750		1,130	236-425	acabamento com C (16,0% PB e 0,7 UFV)	Marçal (1997)
0,376	0,021	0,429	0,975		acabamento com SM e C	Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
0,376	0,021	0,429	1,249		acabamento com milho e ureia	Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
0,545	0,352	0,648	0,826		acabamento com SM e C	Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
0,545	0,352	0,648	1,322		acabamento com milho e ureia	Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
			0,917		acabamento com silagem de milho	Vaz <i>et al.</i> (1992)
			1,209		acabamento com milho	Vaz <i>et al.</i> (1992)

**Legenda:** C- concentrado; MM- milho moído; SE- silagem de erva; SM- silagem de milho.

Após a exposição dos resultados em sistemas semi-intensivos, apresentam-se os resultados obtidos por diversos autores para a velocidade de crescimento absoluta de bovinos Mertolengos em sistema intensivo (Tabela 4).

**Tabela 4.** Ganho médio diário em sistemas de produção intensivos

GMD (Kg/dia)	Int. Peso Vivo (kg)	Regime Alimentar	Autor
0,646	217-314	concentrado 13,5% PB (2,0% PV) e palha	Veríssimo (2001)
0,712	216-342		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,714	211-340		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,758	165-329	70% MS de SM, 17% MS de T e 13% MS de BG	Fraústo da Silva (1996)
0,781	252-393		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,812	218-364		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,817	329-550	70% MS de SM, 17% MS de T e 13% MS de BG	Fraústo da Silva (1996)
0,838	194-	luzerna desidratada, concentrado e palha	Vacas (2001)
0,842	231-420	concentrado (18,4% PB e 0,8 UFV) e palha	Mendes (2004)
0,843	268-421		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,881	229-387		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,884	233-	concentrado e palha	Roquete (1993)
0,923	240-406	concentrado (2,0% PV) e palha	Rodrigues de Carvalho (2000)
0,936	209-378		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
0,945	165-329	30% MS de SM, 62% MS de T e 8% MS de BG	Fraústo da Silva (1996)
0,968	329-550	30% MS de SM, 62% MS de T e 8% MS de BG	Fraústo da Silva (1996)
1,088	271-509	silagem de milho, bagaço de girassol e aveia	Fraústo da Silva (1988) citada por Fraústo da Silva (1996)
1,140	158-362	concentrado <i>ad libitum</i> e palha	Pais <i>et al.</i> (2013)
1,321	252-	concentrado <i>ad libitum</i> (15,0% PB)	Castelo (2014)
1,345	223-	concentrado <i>ad libitum</i> (16,0% PB)	Castelo (2014)

**Legenda:** BG- bagaço de girassol; SM- silagem de milho; T- triticaie.

Na avaliação genética da raça que é realizada anualmente, também se determina a velocidade média de crescimento diária (Tabela 5), com a inclusão de dados desde o teste de performance de 1978 até ao teste de performance que ocorre antes da publicação da avaliação genética, pelo que engloba testes de performance realizados em sistema semi-intensivo e em sistema intensivo.

**Tabela 5.** Ganho médio diário

2010	2011	2012	2013	2014
0,935 ± 0,188	0,937 ± 0,186	0,937 ± 0,186	0,939 ± 0,182	0,939 ± 0,182
	n= 1037	n= 1037	n= 1135	n= 1185

Média ± desvio-padrão.

Adaptado de ACBM (2011), ACBM (2012), ACBM (2013), ACBM (2014b), ACBM (2015e).

### 2.2.3.1.2. Ingestão de Alimento

Para este parâmetro não se encontram muitos dados disponíveis, como se constata na Tabela 6. Enquanto os dados de Cabral (2005) são referentes a sistemas de produção semi-intensivos, os restantes resultados foram obtidos em sistema intensivo. Outra diferença reside no modo de determinação da ingestão de alimento, já que nos ensaios de Fraústo da Silva (1988, 1996) os resultados foram determinados para dietas completas em termos de ingestão total da matéria seca (MS), enquanto os restantes se

referem apenas à ingestão de alimento concentrado (Conc.) e não têm em conta o consumo de alimento grosseiro.

**Tabela 6.** Ingestão de alimento em sistemas de produção semi-intensivos e intensivos

ING (Kg/dia)	Int. Peso Vivo (kg)	Regime Alimentar	Autor
2,640 Conc.		concentrado (2,0% PV), past. nat. e palha	Cabral (2005)
4,570 Conc.		concentrado (2,0% PV), past. nat. e palha	Cabral (2005)
4,340 Conc.	217-314	concentrado 13,5% PB (2,0% PV) e palha	Veríssimo (2001)
5,750 Conc.	240-406	concentrado (2,0% PV) e palha	Rodrigues de Carvalho (2000)
7,738 Conc.	223-	concentrado <i>ad libitum</i> (16,0% PB)	Castelo (2014)
7,938 Conc.	252-	concentrado <i>ad libitum</i> (15,0% PB)	Castelo (2014)
7,006 MS	271-509	silagem de milho, bagaço de girassol e aveia	Fraústo da Silva (1988) citada por Fraústo da Silva (1996)
7,102 MS	329-550	silagem de milho, triticale e bagaço de girassol	Fraústo da Silva (1996)

### 2.2.3.1.3. Índice de Conversão

Os resultados do índice de conversão determinados em ensaios experimentais com bovinos Mertolengos apresentam-se na Tabela 7. Todos estes resultados foram obtidos em sistemas intensivos, exceto o de Côrte-Real (2003) que resulta de animais em sistema de produção semi-intensivo. Tal como na ingestão de alimento, os diversos autores também determinaram o índice de conversão para a ingestão de concentrado, para o consumo da matéria bruta (MB) (alimento concentrado mais o alimento grosseiro), mas também para as dietas completas em termos de ingestão de matéria seca.

**Tabela 7.** Índice de conversão em sistemas de produção semi-intensivos e intensivos

IC	Int. Peso Vivo (kg)	Regime Alimentar	Autor
5,440 Conc.		concentrado (2,5% PV)	Côrte-Real (2003)
7,513 Conc.	231-420	concentrado (18,4% PB e 0,8 UFV) e palha	Mendes (2004)
6,660 Conc.	217-314	concentrado 13,5% PB (2,0% PV) e palha	Veríssimo (2001)
6,510 Conc.	240-406	concentrado (2,0% PV) e palha	Rodrigues de Carvalho (2000)
6,482 Conc.	233-	concentrado e palha	Roquete (1993)
6,010 Conc.	252-	concentrado <i>ad libitum</i> (15,0% PB)	Castelo (2014)
5,750 Conc.	223-	concentrado <i>ad libitum</i> (16,0% PB)	Castelo (2014)
10,030 MB	217-314	concentrado 13,5% PB (2,0% PV) e palha	Veríssimo (2001)
8,824 MB	233-	concentrado e palha	Roquete (1993)
9,891 MS	194-	luzerna desidratada, concentrado e palha	Vacas (2001)
8,024 MS	329-550	silagem de milho, triticale e bagaço de girassol	Fraústo da Silva (1996)
7,687 MS	268-421		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
7,647 MS	252-393		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
7,248 MS	211-340		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
6,996 MS	218-364		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
6,310 MS	158-362	concentrado <i>ad libitum</i> e palha	Pais <i>et al.</i> (2013)
6,197 MS	229-387		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
6,031 MS	271-509	silagem de milho, bagaço de girassol e aveia	Fraústo da Silva (1988) citada por Fraústo da Silva (1996)
5,803 MS	209-378		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)
5,049 MS	216-342		Vaz (1986) citado por Fraústo da Silva (1996)

Na avaliação genética realizada anualmente aos bovinos de raça Mertolenga, também se determina o índice de conversão do alimento concentrado nos testes de performance (Tabela 8), com a inclusão de dados desde o teste de performance de 1978 até ao teste de performance que ocorre antes da publicação da avaliação genética.

**Tabela 8.** Índice de conversão

2010	2011	2012	2013	2014
6,210 ± 1,510	6,230 ± 1,490	6,230 ± 1,490	6,240 ± 1,490	6,230 ± 1,480
	n= 1026	n= 1026	n= 1124	n= 1174

Média ± desvio-padrão.

Adaptado de ACBM (2011), ACBM (2012), ACBM (2013), ACBM (2014b), ACBM (2015e).

### **2.2.3.2. Caracterização da Carcaça e Qualidade da Carne**

Depois de descritos diversos resultados dos parâmetros produtivos, pretende-se abordar as principais características da carcaça dos bovinos Mertolengos, bem como a qualidade da carne. Antes de iniciar este tópico, importa definir que carcaça é o corpo inteiro de um animal, depois da sangria, da evisceração, da ablação das extremidades dos membros ao nível do carpo e do tarso, da cabeça, da cauda e das glândulas mamárias e órgãos genitais, e ainda no caso dos bovinos depois da esfolia (CEE, 1981a; MASCTARN, 1994).

#### **2.2.3.2.1. Peso e Rendimento de Carcaça**

Embora estes dois fatores estejam relacionados (Fraústo da Silva, 1996), como alguns autores determinaram apenas o peso da carcaça e não se referiram ao rendimento obtido, primeiramente são expostos os pesos de carcaça e em seguida descrevem-se valores referentes ao rendimento obtidos por outros autores.

Num estudo realizado por Simões e Mira (2002) com novilhos de raças autóctones, encontravam-se 22 Mertolengos que foram abatidos a três pesos fixos. Os bovinos abatidos com um peso próximo dos 300,0 kg originaram carcaças com um peso médio de 126,0 kg, enquanto para os animais abatidos com 425,0 e 550,0 kg, se obteve um peso médio de carcaça de 207,0 e 324,0 kg, respetivamente.

Almeida (2008) efetuou um estudo com 770 bovinos Mertolengos provenientes de 55 explorações, que foram abatidos ao longo de 43 semanas. A dispersão de idades ao abate situou-se entre os 12,0 e os 36,0 meses, o que resultou numa amplitude do

peso da carcaça entre 128,0 e 373,0 kg (média de 244,7 kg). Os casos extremos de peso da carcaça ocorreram com menos frequência para as carcaças leves, com apenas 3,0% das carcaças a apresentarem um peso inferior a 180,0 kg, comparativamente às carcaças mais pesadas, em que 8,0% apresentaram um peso superior a 300,0 kg, o que revela uma certa tendência dos criadores em levarem os novilhos a atingirem maiores pesos de carcaça.

O valor considerado para o peso vivo ao abate, muito relacionado com o grau de repleção dos estômagos e intestinos (Owens *et al.*, 1993) constitui a principal fonte de variação do rendimento de carcaça, que se denomina assim verdadeiro, corrigido ou comercial, conforme se descontem no peso vivo ao abate os conteúdos dos estômagos e intestinos, o conteúdo dos estômagos, ou nenhum destes, respetivamente (Fraústo da Silva, 1996). O valor do rendimento de carcaça também varia com a utilização no seu cálculo do peso da carcaça quente ou fria, inferior neste caso em cerca de 2,0% (Allen, 1990 citado por Fraústo da Silva, 1996).

Os rendimentos de carcaça calculados para bovinos Mertolengos apresentam-se na Tabela 9, consoante o seu tipo.

**Tabela 9.** Rendimentos de carcaça - comercial, corrigido e verdadeiro

Comercial (%)	Corrigido (%)	Verdadeiro (%)	Peso Carcaça (kg)	Autor
51,8			187,8	Pais <i>et al.</i> (2013)
57,4			295,0	Neto (2003)
52,6			486,0	ACBM (2006) citado por Almeida (2008)
	62,1		208,9	Portugal <i>et al.</i> (1973) citados por Rodrigues (1998)
	56,8		227,2	ACBM (1997) citado por Roquete <i>et al.</i> (2004)
		61,8	239,0	Fraústo da Silva (1988) citada por Fraústo da Silva (1996)
		62,5	249,6	Fraústo da Silva (1996)
		62,0	297,0	Fraústo da Silva (1988) citada por Fraústo da Silva (1996)
		65,2		Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
		65,5		Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
		66,1		Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)
		66,9		Bettencourt <i>et al.</i> (1983) citados por Fraústo da Silva (1996)

#### 2.2.3.2.2. Classificação de Carcaças

Antes de se referirem os resultados para a classificação de carcaças em bovinos de raça Mertolenga, efetua-se a descrição das classes de conformação e gordura.

O Regulamento CEE (1981a) estabelece a grelha comunitária de classificação da carcaça de bovinos, com a intenção de estabelecer preços de orientação da carne desta

espécie pecuária na Comunidade Económica Europeia. Esta classificação das carcaças ou das meias-carcaças deve ser efetuada no mais curto espaço de tempo possível após o abate e deve ser realizada no próprio matadouro.

É uma classificação efetuada com base na conformação, ou seja de acordo com o desenvolvimento dos perfis da carcaça, e também com base no estado de gordura da carcaça, que está relacionada com a quantidade de tecido adiposo no exterior da carcaça e na face interna da caixa torácica (CEE, 1981a). Em função do progresso genético resultante do processo de seleção, ocorreu uma adaptação da grelha de classificação da conformação (Tabela 10), com a introdução (facultativa) de uma classe superior às já existentes, tendo em conta a existência de animais com grande desenvolvimento das massas musculares posteriores (CEE, 1991a).

**Tabela 10.** Classes de conformação

Classe de Conformação	Descrição
<b>S</b> superior	Todos os perfis extremamente convexos Desenvolvimento muscular excepcional com duplos músculos
<b>E</b> excelente	Todos os perfis convexos a superconvexos Desenvolvimento muscular excepcional
<b>U</b> muito boa	Perfis em geral convexos Forte desenvolvimento muscular
<b>R</b> boa	Perfis em geral rectilíneos Bom desenvolvimento muscular
<b>O</b> razoável	Perfis rectilíneos a côncavos Desenvolvimento muscular médio
<b>P</b> mediocre	Todos os perfis côncavos a muito côncavos Reduzido desenvolvimento muscular

Adaptado de CEE (1991a).

Apesar desta alteração nas classes de conformação, a classificação do estado de gordura não sofreu qualquer alteração (Tabela 11).

**Tabela 11.** Classes do estado de gordura

Classe de Estado de Gordura	Descrição
<b>1</b> muito fraca	Gordura de cobertura inexistente a muito fraca Ausência de gordura no interior da caixa torácica
<b>2</b> fraca	Leve cobertura de gordura, com músculos quase sempre aparentes No interior da caixa torácica, os músculos entre as costelas são claramente visíveis
<b>3</b> média	Músculos quase sempre cobertos de gordura, com excepção dos das coxas e das espáduas No interior da caixa torácica, os músculos entre as costelas ainda são visíveis
<b>4</b> forte	Músculos cobertos de gordura, mas ainda parcialmente visíveis ao nível da coxa e espádua Alguns depósitos pronunciados de gordura no interior da cavidade torácica
<b>5</b> muito forte	Toda a carcaça coberta de gordura Depósitos substanciais de gordura no interior da cavidade torácica

Adaptado de CEE (1981a), CEE (1981b).

Para assegurar que a classificação de carcaças fosse o mais uniforme possível, surgiu o Regulamento CEE (1981b) e posteriormente o Regulamento CEE (1991b) para

precisarem com uma maior clareza a definição principalmente das classes de conformação, uma vez que é descrito como deve ser o desenvolvimento das partes essenciais da carcaça (coxa, dorso e pá) para cada uma das classes (Tabela 12).

**Tabela 12.** Descrição complementar para as classes de conformação

Classe de Conformação	Disposições Complementares
S superior	<b>Coxa:</b> muito fortemente arredondada, dupla musculatura
	<b>Dorso:</b> muito largo e muito espesso até à altura da pá
E excelente	<b>Coxa:</b> muito arredondada
	<b>Dorso:</b> largo e muito espesso, até à altura da pá
U muito boa	<b>Pá:</b> muito arredondada
	<b>Coxa:</b> arredondada
R boa	<b>Dorso:</b> largo e espesso até à altura da pá
	<b>Pá:</b> arredondada
O razoável	<b>Coxa:</b> bem desenvolvida
	<b>Dorso:</b> ainda espesso, mas menos largo à altura da pá
P mediocre	<b>Pá:</b> razoavelmente arredondada
	<b>Coxa:</b> medianamente desenvolvida
	<b>Dorso:</b> de espessura média
	<b>Pá:</b> entre medianamente desenvolvida e quase chata
	<b>Coxa:</b> pouco desenvolvida
	<b>Dorso:</b> pouco espesso, com ossos aparentes
	<b>Pá:</b> chata, com ossos aparentes

Adaptado de CEE (1991b).

Hortêncio (2006) analisou os dados de 756 novilhos provenientes de 66 explorações que foram abatidos durante o ano de 2004 no Matadouro Regional do Alto Alentejo (Sousel). Verificou uma grande amplitude nas idades dos animais ao abate, desde os 11,0 aos 30,0 meses, mas a grande maioria dos animais (mais de 65,0%) e independentemente da pelagem que apresentavam, foram classificados para a conformação da carcaça com “R”. Nenhuma carcaça foi classificada com “S”, “E” e “P” e houve poucas classificadas com “U”. Para a classe de gordura torna-se evidente que a carcaça típica de um bovino Mertolengo é uma carcaça magra, com mais de 80,0% dos animais de cada um dos fenótipos a obterem uma carcaça classificada com 2. Resultados muito idênticos também foram obtidos por Neto (2003) em 114 animais com a mesma dispersão de idades ao abate (11,0 aos 30,0 meses).

#### 2.2.3.2.3. Incidência da Condição *Dark Firm and Dry*

As alterações pós-morte que ocorrem durante a conversão do músculo em carne, a sua velocidade e a sua extensão têm consequências nas propriedades físicas e químicas da carne e contribuem para a qualidade sensorial e para a aceitabilidade deste produto como alimento (Marsh, 1981).

Depois da morte fisiológica, com a cessação da circulação sanguínea, os músculos não têm possibilidade de manter os níveis de adenosina trifosfato (ATP) através de fosforilação oxidativa. Inicialmente, o nível de ATP ainda se mantém, por conversão da adenosina difosfato (ADP) à custa da creatina-fosfato, no entanto quando esta se esgota, a concentração de ATP diminui (Pearson, 1994). A diminuição da concentração de ATP desencadeia a conversão anaeróbia do glicogénio muscular em ácido láctico, que se acumula no músculo devido à impossibilidade da sua remoção (Marsh, 1981), e que provoca uma diminuição do pH, mas também leva à formação de ATP, embora com um baixo rendimento (Pearson, 1994).

Por vezes pode ocorrer uma evolução pós-morte denominada “dark cutting beef” ou como é mais conhecida, DFD de “dark, firm and dry”, em que a carne apresenta uma cor vermelha escura a castanho-escuro e um reduzido volume de exsudação (Miller, 2007). Esta condição caracteriza-se por apresentar um valor de pH medido 12 a 48 horas pós-morte (Adzitey e Nurul, 2011), também designado  $pH_{final}$ , elevado, resultado de uma reduzida acidificação muscular (Wulf *et al.*, 2002). Enquanto numa carne designada normal ocorre um declínio no pH do músculo de aproximadamente 7,00 imediatamente após o abate (Miller, 2007; Wulf *et al.*, 2002) para 5,40 ou 5,50 como valor final do pH (Guàrdia *et al.*, 2005; Marsh, 1981; O’Neill *et al.*, 2003; Warriss, 2000 citado por Adzitey e Nurul, 2011; Wulf *et al.*, 2002), numa carne DFD, o  $pH_{final}$  é igual ou superior a 6,00 (Adzitey e Nurul, 2011; Almeida, 2008; Bartos *et al.*, 1993 citados por Adzitey e Nurul, 2011; Kreikemeier *et al.*, 1998; Miller, 2007; Mounier *et al.*, 2006; Wulf *et al.*, 2002). A reduzida descida do pH é consequência de baixas reservas de glicogénio nos músculos no momento de abate, o que provoca uma redução na produção de ácido láctico e assim um valor de  $pH_{final}$  mais elevado do que o normal (Adzitey e Nurul, 2011; Miller, 2007; Wulf *et al.*, 2002).

Entre os diversos fatores que contribuem para a reduzida quantidade de glicogénio nos músculos no momento de abate, causadores de *stress* crónico nos animais, destacam-se o seu transporte durante longas distâncias, a interdição de consumo de alimento por muitas horas, a grande concentração de animais na abegoria durante um longo período de tempo e o agrupamento de distintos grupos sociais (Adzitey e Nurul, 2011; Miller, 2007). A evolução do pH também depende das características intrínsecas musculares, como a proporção dos vários tipos de fibras

constituintes de cada músculo, assim como das características das operações de estimulação elétrica e de arrefecimento da carcaça (Hollung *et al.*, 2007).

Na carne com um  $pH_{\text{final}}$  normal, a proximidade com o ponto isoelétrico das principais proteínas miofibrilhares, especialmente da miosina ( $pI=5,40$ ), origina uma reduzida capacidade de retenção da água pelas fibras musculares e assim aumenta o espaçamento entre as miofibrilhas (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005; Lindahl, 2005), pelo que há grande reflexão da luz incidente e a carne apresenta uma maior luminosidade (Lindahl, 2005). No caso de incidência da condição DFD, permanece uma maior quantidade de água retida entre os filamentos das miofibrilhas e conseqüentemente não se verifica o aumento da fase aquosa nos espaços intermiofibrilhares (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005; Lindahl, 2005; Miller, 2007). O músculo apresenta assim uma estrutura mais compacta e de cor escura, em virtude da reduzida capacidade de reflexão da luz (Adzitey e Nurul, 2011).

Para além da cor escura que reduz a aceitabilidade da carne por parte do consumidor, o “tempo de prateleira” (vida útil) é inferior, uma vez que é uma carne que se deteriora mais facilmente (Adzitey e Nurul, 2011; Miller, 2007). Para além de ocorrer também uma substancial redução da palatabilidade da carne e uma maior variação na tenrura da carne, com diversos estudos a apontarem para uma menor tenrura (Wulf *et al.*, 2002), Miller (2007) considera que o consumo de carne DFD é tão seguro e nutritivo como o de carne normal.

No que diz respeito à incidência da condição DFD na carne de bovinos Mertolengos, não há muitos estudos realizados, embora o Caderno de Especificações da Carne Mertolenga DOP refira que o pH da carne deve ser inferior a 6,00 (ACBM, 2014a).

Na Tabela 13 é possível observar os valores de  $pH_{\text{final}}$  determinados pelos diferentes autores.

**Tabela 13.**  $pH_{\text{final}}$  da carne

pH	Músculo	Autor
5,75	<i>Long. dorsi</i>	Neto (2003)
5,66	<i>Long. dorsi</i>	Neto (2003)
5,79	<i>Long. dorsi e Semimembranosus</i>	Fraústo da Silva (1996)
6,20	<i>Long. dorsi</i>	Almeida (2008)
5,70	<i>Psoas major</i>	Almeida (2008)
5,42		Fraústo da Silva e Lemos (2006) citados por Carolino (2007)
5,88		Fraústo da Silva e Lemos (2006) citados por Carolino (2007)
6,00		Rodrigues (2007) citado por Carolino (2007)

### **3. Materiais e Métodos**

O ensaio experimental realizado com bovinos de raça Mertolenga iniciou-se a 13 de Novembro de 2014 e prolongou-se até 31 de Março de 2015 (duração de 138 dias). Durante esse período de tempo recolheram-se dados de avaliação do processo de crescimento dos bovinos, quer diretos (peso dos animais), quer indiretos (consumo de alimentos). Posteriormente, também se recolheram os dados do peso da carcaça, da sua classificação (conformação e estado de gordura), bem como da medição do pH da carne.

### **3.1. Animais**

Os quarenta e dois novilhos inteiros presentes no ensaio encontravam-se registados no Livro de Nascimentos da Raça Mertolenga e tinham origem em diferentes produtores da raça. De entre os 131 bovinos que a ACBM disponibilizou para realizar o ensaio, selecionaram-se aqueles que apresentavam idades e peso vivo mais semelhantes, dentro dos intervalos definidos de 5,5 a 10,5 meses e 150,0 a 205,0 kg, respetivamente.

Depois de selecionados os quarenta e dois novilhos, efetuou-se a sua distribuição de forma aleatória por três grupos (designados A, B e C) de catorze animais cada. Estes grupos foram formados com o objetivo de serem o mais homogéneos possível, não só em termos de idade e peso vivo, mas também tendo em conta os fatores de variação considerados - a pelagem (PEL), a época de nascimento (NASC), a idade da progenitora no parto (IVP), a geração do progenitor (GER), a exploração de origem (EXP), o acesso ao *creep feeding* (CF), a idade de entrada no Centro de Testagem e Recria (IENT), o período de adaptação desde a entrada no Centro de Testagem e Recria até ao início do ensaio (ADAPT), e os seus respetivos níveis (Tabela 14).

**Tabela 14.** Níveis dos fatores de variação

Fator	Nível	Descrição
PEL	1	bovino com pelagem vermelha
	2	bovino com pelagem rosilho
	3	bovino com pelagem malhada
NASC	1	bovino nasceu antes de 15-03-2014
	2	bovino nasceu entre 15-03-2014 e 15-04-2014
	3	bovino nasceu depois de 15-04-2014
IVP	1	progenitora com idade inferior a 5 anos
	2	progenitora com idade entre os 5 e os 9 anos
	3	progenitora com idade superior a 9 anos
GER	1	progenitor nasceu antes de 2007
	2	progenitor nasceu depois de 2007
EXP	1	bovino proveniente de diversas explorações (19, 79, 316, 372 e 448)
	2	bovino proveniente da exploração 140
	3	bovino proveniente das explorações 232 e 233
	4	bovino proveniente da exploração 299
CF	1	bovino sem acesso ao <i>creep feeding</i>
	2	bovino com acesso ao <i>creep feeding</i>
IENT	1	bovino com idade de entrada inferior a 6,0 meses
	2	bovino com idade de entrada entre os 6,0 e os 7,0 meses
	3	bovino com idade de entrada superior a 7,0 meses
ADAPT	1	bovino com período de adaptação superior a 35 dias
	2	bovino com período de adaptação inferior a 35 dias

Depois de listar os animais por ordem crescente do seu peso, realizou-se a sua distribuição pelos três grupos, em função dos fatores e níveis já referidos, como se pode observar na Tabela 15, em que está representado o número de animais presentes (por grupo e no geral) em cada tratamento.

**Tabela 15.** Número de animais presentes por tratamento

Fator	Nível	A	B	C	Geral
PEL	1	7	6	6	19
	2	5	5	5	15
	3	2	3	3	8
NASC	1	8	7	8	23
	2	4	5	4	13
	3	2	2	2	6
IVP	1	3	5	4	12
	2	4	6	7	17
	3	7	3	3	13
GER	1	7	7	7	21
	2	7	7	7	21
EXP	1	4	4	3	11
	2	2	2	1	5
	3	4	4	6	14
	4	4	4	4	12
CF	1	8	8	7	23
	2	6	6	7	19
IENT	1	5	5	6	16
	2	3	5	6	14
	3	6	4	2	12
ADAPT	1	5	6	9	20
	2	9	8	5	22

Em virtude de uma lesão muscular, um animal do grupo C foi para abate após a terceira pesagem, pelo que após essa pesagem esse grupo ficou apenas constituído por treze animais (n= 13).

## 3.2. Alimentação

Cada um dos três grupos constituídos por catorze animais foi sujeito a um regime alimentar distinto (designados 1, 2 e 3), embora todos fossem constituídos por alimento concentrado em forma de granulado e palha, ambos fornecidos *ad libitum*.

A principal diferença entre os regimes alimentares residia no alimento concentrado que era distribuído a cada grupo de bovinos (Tabelas 16 e 17). A formulação dos concentrados foi realizada com base nos teores de proteína bruta e de energia (UFV), procurando-se assim, além de obter dietas qualitativamente equilibradas, maximizar num caso a incorporação de alimentos proteicos (concentrado de crescimento) e no outro, a incorporação de alimentos energéticos (concentrado de acabamento).

**Tabela 16.** Concentrado de Crescimento

Ingrediente	Incorporação (%)
Milho	38,00
Cevada	15,00
Trigo	7,70
Gordura saponificada by-pass	1,60
Melaço	1,50
Bagaço de colza	10,30
Bagaço de soja 44% PB	8,50
Palha tratada com amoníaco	6,60
Radiculas de malte	6,30
Ureia	0,50
Carbonato de cálcio	1,00
Premix	3,00

**Tabela 17.** Concentrado de Acabamento

Ingrediente	Incorporação (%)
Milho	38,90
Corn gluten feed	15,85
Trigo	7,00
Cevada	6,00
Polpa de citrinos	3,00
Gordura saponificada by-pass	2,00
Melaço	1,00
Bagaço de soja 44% PB	7,00
Radiculas de malte	4,10
Bagaço de girassol	4,00
Ureia	0,30
Palha granulada	6,90
Carbonato de cálcio	0,95
Premix	3,00

O concentrado de crescimento, assim designado para facilitar a compreensão, apresentava um teor de PB superior (16,00%), mas em termos energéticos a sua concentração era inferior (1,00 Ufv), pelo que favorecia o crescimento dos animais (desenvolvimento muscular). Já o concentrado de acabamento era constituído por um teor inferior de PB (14,00%), mas apresentava uma maior concentração energética (1,02 Ufv), para garantir uma adequada deposição de gordura (Tabelas 18 e 19).

**Tabela 18.** Concentrado de Crescimento

Parâmetro	Valor	Unidade
Matéria Seca	87,82	%
UFV	1,00	UFV
Amido	34,00	%
Proteína Bruta	16,00	%
PDIN	115,89	g
PDIE	112,16	g
PDIA	56,00	g
Fibra Bruta	6,60	%
NDF	17,08	%
Gordura Bruta	4,47	%
Cinza Bruta	4,26	%
Ca	8,50	g
P	3,96	g
Mg	1,86	g
S	2,46	g
Mn	71,32	mg
Zn	105,49	mg
Cu	19,44	mg
Se	0,17	mg
Fe	116,75	mg
Vitamina A (E672)	9,99	1000 UI
Vitamina D3 (E671)	1,50	1000 UI
Vitamina E	36,96	mg
Vitamina B1	7,99	mg

**Tabela 19.** Concentrado de Acabamento

Parâmetro	Valor	Unidade
Matéria Seca	88,05	%
UFV	1,02	UFV
Amido	35,10	%
Proteína Bruta	14,00	%
PDIN	103,22	g
PDIE	108,55	g
PDIA	53,32	g
Fibra Bruta	7,10	%
NDF	19,13	%
Gordura Bruta	5,09	%
Cinza Bruta	4,26	%
Ca	8,00	g
P	4,00	g
Mg	2,04	g
S	1,93	g
Mn	66,78	mg
Zn	110,10	mg
Cu	20,40	mg
Se	0,15	mg
Fe	149,50	mg
I	1,00	mg
Co	0,50	mg
Vitamina A (E672)	9,99	1000 UI
Vitamina D3 (E671)	1,50	1000 UI
Vitamina E	39,96	mg
Vitamina B1	7,99	mg

O alimento grosseiro distribuído a todos os grupos de animais apresentava as mesmas características nutricionais (Tabela 20), pelo que não constituía uma fonte de variação nos regimes alimentares implementados.

**Tabela 20.** Palha

Parâmetro	Valor	Unidade
Matéria Seca	93,00	%
UFV	0,31	UFV
PDIN	22,00	g MS
PDIE	44,00	g MS
PDIA	11,00	g MS
P	1,02	g MS
Ca	5,45	g MS

O grupo A foi submetido ao regime alimentar 1 e assim durante todo o período experimental consumiu apenas o concentrado de crescimento, o que é a prática comum efetuada pela ACBM, tanto na recria como no acabamento dos bovinos, pelo que constituía o “grupo testemunha”.

Nos outros dois grupos (B e C), efetuou-se uma diferenciação entre a fase de recria e a fase de acabamento, com o consumo do alimento concentrado de acabamento nessa última fase. No grupo B, sujeito ao regime alimentar 2, após se efetuar uma fase

de transição (T) de 28 dias, na qual se aumentou de forma gradual a proporção de concentrado de acabamento e diminuiu a de concentrado de crescimento, os bovinos permaneceram a fase de acabamento (duração de 56 dias) a consumir o concentrado de acabamento. Já o grupo C que foi submetido ao regime alimentar 3, na fase de transição também com 28 dias de duração, efetuou a mudança entre os concentrados de forma gradual mas num período de 6 dias, pelo que consumiu o concentrado de acabamento durante 78 dias (22 dias na fase de transição, mais 56 dias na fase de acabamento). Embora no regime alimentar 1, não tenha ocorrido a alteração do alimento concentrado fornecido aos animais, também se considerou a existência de uma fase de transição de 28 dias, para posterior análise dos dados.

Quanto à distribuição dos alimentos, o alimento concentrado era fornecido numa única distribuição diária (sacas de 30 kg), ao contrário dos fardos de palha que apenas se colocavam à disposição dos animais quando o anterior estava prestes a terminar, mas garantindo sempre que em nenhum momento faltasse quer o alimento concentrado, quer a palha e também a água aos animais.

Ao longo de todo o período de ensaio foram contabilizados o alimento concentrado e o grosseiro consumidos por cada um dos três grupos, mas enquanto foi possível determinar o consumo de alimento concentrado entre cada pesagem dos animais, o consumo de palha refere-se a todo o período do ensaio experimental.

Em virtude da sua diferente composição nutricional, o alimento concentrado de crescimento apresentava um custo de 0,288 €/kg, enquanto o concentrado de acabamento custava 0,283 €/kg, pelo que numa tonelada de alimento concentrado, o de crescimento era mais dispendioso 5,000 € que o de acabamento. Tal como aconteceu nos alimentos concentrados, quando foi necessário adquirir palha, o seu preço também não se alterou durante o período experimental, apresentando um custo de 0,070 €/kg.

No período de adaptação que ocorreu antes de se iniciar o ensaio, todos os bovinos consumiram o concentrado de crescimento, para além da palha, ambos distribuídos também *ad libitum*, embora nesta fase não se tenha contabilizado a quantidade de alimento consumida pelos bovinos. Antes da chegada dos animais ao Centro de Testagem e Recria, é que não se conhece o manejo alimentar a que foram

submetidos nas suas explorações de origem, sabendo-se apenas, como já referido, se tinham acesso, ou não, a um sistema de *creep-feeding*.

### **3.3. Instalações e Equipamentos**

Este ensaio decorreu nas instalações do Centro de Testagem e Recria da Raça Mertolenga, localizado na Herdade dos Currais e Simalhas que se situa na Freguesia de São Manços (concelho de Évora).

Durante todo o período experimental, cada um dos três grupos de catorze bovinos permaneceu num parque individualizado dos restantes, pois só assim era possível contabilizar o consumo de alimento concentrado e palha pelos bovinos de cada grupo. Os três parques, de características muito idênticas entre si (160 m<sup>2</sup>) apresentavam forma retangular, tinham uma zona coberta (80 m<sup>2</sup>) e uma zona exterior (80 m<sup>2</sup>), pelo que o espaço por animal (aproximadamente 11 m<sup>2</sup>) excedia em 8 m<sup>2</sup> as recomendações de bem-estar animal (CAP, 2005/2006). Os parques eram delimitados por grades na separação com os parques contíguos e o pavimento era em betão, mas na zona de repouso colocou-se uma cama de palha, que para se manter sempre em boas condições higiénicas, era mudada de 15 em 15 dias. Para evitar também a acumulação de dejetos na área de alimentação, um rodo de limpeza automático realizava limpezas diariamente.

A distribuição dos alimentos era efetuada no corredor de alimentação, ou seja o alimento concentrado era distribuído num comedouro em alvenaria e os fardos de palha eram colocados na restante superfície de contacto entre cada parque e o corredor de alimentação. Essa separação dos parques para o corredor de alimentação, era efetuada por cabos de aço providos de esticadores assentes na estrutura do pavilhão. O abastecimento de água era assegurado por dois bebedouros automáticos que se encontravam em cada parque.

Todos os parques davam acesso à manga, que por sua vez conduzia os animais ao tronco de contenção onde estava localizada a balança eletrónica para a pesagem individual dos animais, e também dava acesso ao cais de embarque onde se efetuou o carregamento dos animais para o veículo que os transportou para o matadouro.

No período que decorreu antes de se iniciar o ensaio, os animais permaneceram num parque exterior de maiores dimensões (aproximadamente 1 hectare) que os parques onde se realizou este trabalho. No dia em que se iniciou o ensaio é que se transferiram os animais para as instalações onde este decorreu.

### 3.4. Pesagens

As pesagens, sempre que possível, foram realizadas de 28 em 28 dias desde o início do ensaio até ao seu fim, pelo que se efetuaram seis pesagens (Tabela 21). As pesagens dos animais funcionaram como marcos deste ensaio, pois para além de determinarem o início e o fim do ensaio, foi após a P3 que se iniciou a fase de transição, depois ter decorrido a fase de recria de P1 a P3, enquanto a fase de acabamento se iniciou após a realização da P4.

**Tabela 21.** Data das Pesagens

Pesagem	Data
P1	13/11/2014
P2	10/12/2014
P3	07/01/2015
P4	04/02/2015
P5	04/03/2015
P6	31/03/2015

Em cada pesagem efetuada pesaram-se os animais dos três grupos e sempre nas mesmas condições, ou seja antes da realização de cada pesagem os bovinos foram sujeitos a um jejum (alimento e água) de pelo menos doze horas, como recomendado por Owens *et al.* (1993), para que estas fossem o mais precisas possível e representassem verdadeiramente a variação da massa corporal sem a influência dos conteúdos existentes no sistema digestivo dos animais.

Como os técnicos da ACBM procederam à pesagem dos animais quando ocorreu a sua chegada ao Centro de Testagem e Recria, também se tirou partido dessa informação externa ao ensaio (pesagem designada P0).

Como já referido anteriormente, no grupo C um bovino foi para abate após a realização da 3ª pesagem, pelo que nesse grupo, no período compreendido entre essa pesagem e a última, estiveram presentes treze animais.

### 3.5. Abate e Medição do pH

O abate dos animais realizou-se em Santarém na Santacarnes - Comércio e Indústria de Carnes de Santarém, S.A.. Após o abate dos animais, a carcaça foi classificada quanto à sua conformação e estado de gordura e depois foi cortada longitudinalmente e obtiveram-se duas meias carcaças das quais se registaram os seus pesos (peso quente). Em seguida as meias carcaças foram transferidas para um corredor de refrigeração onde inicialmente e devido à sua entrada, a temperatura era de aproximadamente 6°C, embora o pretendido fossem -2°C, temperatura que se acaba por atingir mais tarde.

A medição do pH no músculo *Longissimus dorsi* ocorreu num único período, 24 horas após o abate dos animais (pH<sub>24horas</sub>), quando as meias carcaças foram transferidas para uma câmara frigorífica. Para este parâmetro também é importante referir que todas as carcaças foram sujeitas ao processo de estimulação elétrica.

Por se tratar de um ensaio realizado em “contexto real” e apesar da compreensão por parte da ACBM da necessidade de abater o maior número possível de animais no final do ensaio, por questões de mercado (procura), apenas foi possível abater nove dos quarenta e um novilhos, e nove dias após o fim do ensaio. Nesses nove novilhos abatidos, houve a preocupação de não pertencerem todos ao mesmo grupo, pelo que quatro animais pertenciam ao grupo A, três ao grupo B e por fim dois ao grupo C.

Relativamente ao pH, apenas foi possível efetuar a sua medição em oito das nove carcaças obtidas (três animais pertenciam ao grupo A, três ao grupo B e por fim dois ao grupo C).

### 3.6. Parâmetros Analisados

Dos dados recolhidos durante o ensaio experimental, constata-se que as pesagens realizadas se referem a dados individuais de cada animal, mas como não foi possível efetuar um controlo individual do consumo de alimento concentrado e de palha, os caracteres analisados que se encontram relacionados com estes dados foram ajustados para cada animal tendo em conta o seu peso em relação ao peso médio do grupo num determinado intervalo de tempo, pelo que se tratam de valores

aproximados. Tal como o peso vivo dos animais, o peso das carcaças, a sua classificação, bem como a medição do pH da carne também se referem a dados obtidos de forma individual para cada animal.

Relativamente ao crescimento, à ingestão de alimento e à eficiência alimentar, estudaram-se os parâmetros zootécnicos e económicos:

- Peso vivo
- Percentagem do peso adulto
- Ganho médio diário
- Aumento da percentagem de peso
- Ingestão ajustada do alimento concentrado
- Ingestão ajustada do alimento grosseiro
- Índice de conversão do alimento concentrado ajustado
- Índice de conversão da matéria bruta ajustada
- Custo do alimento concentrado ajustado
- Custo da matéria bruta ajustada
- Custo de produção de um quilograma de peso vivo
- Valor de um quilograma de peso vivo
- Eficiência económica por quilograma de peso vivo

A maioria destes caracteres foram determinados para o período de tempo entre cada pesagem realizada, para as três fases consideradas, ou seja para a fase de recria (P1-P3), fase de transição (P3-P4) e para a fase de acabamento (P4-P6), e por último os parâmetros foram também calculados para todo o período de ensaio (P1-P6).

Em termos dos caracteres relacionados com as características da carcaça, analisaram-se os seguintes:

- Peso da carcaça
- Rendimento comercial de carcaça
- Classificação da carcaça

Relativamente à qualidade da carne, apenas se estudou o parâmetro:

- ph medido às 24 horas após o abate

### 3.7. Análise Estatística

Para a análise estatística utilizou-se o programa R versão 3.2.1 (R Core Team, 2015) e o pacote estatístico para Windows do programa NCSS (Hintze, 2001). Primeiramente realizou-se uma análise descritiva (por períodos, fases e do início ao fim do ensaio) para determinar para cada grupo de animais e assim para cada regime alimentar, os valores médios, mínimos e máximos dos diversos caracteres analisados, bem como o desvio-padrão.

Posteriormente efetuou-se uma análise de variância para verificar se os fatores de variação tinham um efeito significativo nos parâmetros estudados e se estes diferiam consoante o regime alimentar adotado, ou seja permitia testar a hipótese nula ( $H_0$ : os três regimes alimentares apresentavam os mesmos resultados para os caracteres estudados). Também se realizou uma análise de variância prévia para testar a homogeneidade dos três grupos formados em termos de peso vivo e idade (apesar de esta ser um fator de variação) para a pesagem de início do ensaio (P1), mas também para a pesagem de entrada dos animais no Centro de Testagem e Recria (P0) (supondo que os grupos já estavam formados), já que Roquete (1993) afirma que são dois dos fatores que mais condicionam a resposta dos bovinos num ensaio.

Como já referido anteriormente, os caracteres de avaliação do desempenho produtivo foram determinados considerando três diferentes intervalos de tempo, pelo que se realizou uma análise de variância distinta para cada um desses intervalos. Assim, para analisar os parâmetros nos períodos entre cada pesagem, efetuou-se uma análise de variância simples vulgarmente designada por ANOVA; para estudar os parâmetros em cada uma das três fases de cada regime alimentar utilizou-se uma análise de medições repetidas. Por fim e considerando todo o período experimental, realizou-se uma análise de covariância, geralmente designada ANCOVA, em que a covariante utilizada foi o ganho médio diário desde o nascimento até à entrada dos bovinos no Centro de Testagem e Recria ( $GMD_{nasc-entr}$ ). Como não havia informação do peso ao nascimento dos animais, de forma a poder determinar a covariante, utilizou-se o valor de 26,1 kg obtido para vitelos machos (Roquete, 1993).

Na análise de variância prévia (ANOVA) o modelo matemático-estatístico utilizado (Modelo I) foi:

$$Y_{ij} = \mu + \text{Peso vivo/Idade}_i + e_{ij}$$

Em que:

$Y_{ij}$  - resultado j-ésimo do parâmetro em análise;

$\mu$  - valor médio observado na população em estudo;

Peso vivo/Idade<sub>i</sub> - efeito fixo do peso vivo ou idade i-ésimo;

$e_{ij}$  - erro.

Em cada umas das outras três análises de variância concebeu-se o mesmo modelo geral linear para todas as variáveis dependentes estudadas, que para além de incluir os fatores de variação que se acharam mais apropriados, inclui também as interações que se acharam com "sentido" do ponto de vista biológico.

Assim, para a análise de variância simples, utilizou-se o seguinte modelo matemático-estatístico (Modelo II):

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + \text{Regime alimentar}_i + \text{PEL}_j + \text{IENT}_k + \text{IVP}_l + \text{GER}_m + \text{ADAPT}_n + \text{CF}_o + \text{Pesagem/Período}_p + \text{Regime alimentar} \times \text{Pesagem/Período}_{ip} + \text{IVP} \times \text{Pesagem/Período}_{lp} + \text{ADAPT} \times \text{Pesagem/Período}_{np} + \text{CF} \times \text{Pesagem/Período}_{op} + e_{ijklmnopq}$$

Em que:

$Y_{ijklmnopq}$  - resultado q-ésimo do parâmetro em análise;

$\mu$  - valor médio observado na população em estudo;

Regime alimentar<sub>i</sub> - efeito fixo do regime alimentar i-ésimo;

PEL<sub>j</sub> - efeito fixo da pelagem j-ésima;

IENT<sub>k</sub> - efeito fixo da idade de entrada no Centro k-ésima;

IVP<sub>l</sub> - efeito fixo da idade da vaca ao parto l-ésima;

GER<sub>m</sub> - efeito fixo da geração do touro m-ésimo;

ADAPT<sub>n</sub> - efeito fixo do tempo do período de adaptação n-ésimo;

CF<sub>o</sub> - efeito fixo do *creep feeding* o-ésimo;

Pesagem/Período<sub>p</sub> - efeito fixo da pesagem ou período p-ésimo;

Regime alimentar × Pesagem/Período<sub>ip</sub> - interação dupla do regime alimentar com a pesagem ou período;

IVP × Pesagem/Período<sub>lp</sub> - interação dupla da idade da vaca ao parto com a pesagem ou período;

ADAPT × Pesagem/Período<sub>np</sub> - interação dupla do tempo do período de adaptação com a pesagem ou período;

CF × Pesagem/Período<sub>op</sub> - interação dupla do *creep feeding* com a pesagem ou período;

$e_{ijklmnopq}$  - erro.

Para a análise de medições repetidas, optou-se pelo modelo matemático-estatístico (Modelo III):

$$Y_{ijklmno} = \mu + \text{Regime alimentar}_i + \text{PEL}_j + \text{Regime alimentar} \times \text{PEL}_{ij} + \text{Animal} (\text{Regime alimentar} \times \text{PEL})_{k(ij)} + \text{EXP}_l + \text{IENT}_m + \text{Fase}_n + \text{Regime alimentar} \times \text{EXP}_{il} + \text{Regime alimentar} \times \text{IENT}_{im} + \text{Regime alimentar} \times \text{Fase}_{in} + e_{ijklmno}$$

Em que:

$Y_{ijklmno}$  - resultado o-ésimo do parâmetro em análise;

$\mu$  - valor médio observado na população em estudo;

Regime alimentar<sub>i</sub> - efeito fixo do regime alimentar i-ésimo;

PEL<sub>j</sub> - efeito fixo da pelagem j-ésima;

Regime alimentar × PEL<sub>ij</sub> - interação dupla do regime alimentar com a pelagem;

Animal (Regime alimentar × PEL)<sub>k(ij)</sub> - efeito aleatório nested do i-ésimo regime alimentar e da j-ésima pelagem no animal k-ésimo;

EXP<sub>l</sub> - efeito fixo da exploração de origem l-ésima;

IENT<sub>m</sub> - efeito fixo da idade de entrada m-ésima;

Fase<sub>n</sub> - efeito fixo da fase n-ésima;

Regime alimentar × EXP<sub>il</sub> - interação dupla do regime alimentar com a exploração de origem;

Regime alimentar × IENT<sub>im</sub> - interação dupla do regime alimentar com a idade de entrada no Centro;

Regime alimentar × Fase<sub>in</sub> - interação dupla do regime alimentar com a fase;

$e_{ijklmno}$  - erro.

Finalmente, apresenta-se o modelo matemático-estatístico (Modelo IV) concebido para a análise do início ao fim do ensaio, com a utilização de covariante, expresso por:

$$Y_{ijklmnopq} = \mu + b_1 (\overline{\text{GMDnasc-entr}} - \text{GMDnasc-entr}_q) + \text{Regime alimentar}_i + \text{PEL}_j + \text{NASC}_k + \text{IENT}_l + \text{IVP}_m + \text{GER}_n + \text{CF}_o + \text{EXP}_p + \text{Regime alimentar}_i \times \text{IVP}_m + \text{Regime alimentar}_i \times \text{CF}_o + \text{Regime alimentar}_i \times \text{EXP}_p + e_{ijklmnopq}$$

Em que:

$Y_{ijklmnopq}$  - resultado q-ésimo do parâmetro em análise;

$\mu$  - valor médio observado na população em estudo;

$b_1 (\overline{\text{GMDnasc-entr}} - \text{GMDnasc-entr}_q)$  - coeficiente de regressão para o GMD desde o nascimento até à entrada no Centro;

Regime alimentar  $_i$  - efeito fixo do regime alimentar i-ésimo;

PEL  $_j$  - efeito fixo da pelagem j-ésima;

NASC  $_k$  - efeito fixo da época de nascimento k-ésima;

IENT  $_l$  - efeito fixo da idade de entrada l-ésima;

IVP  $_m$  - efeito fixo da idade da vaca ao parto m-ésima;

GER  $_n$  - efeito fixo da geração do touro n-ésimo;

CF  $_o$  - efeito fixo do *creep feeding* o-ésimo;

EXP  $_p$  - efeito fixo da exploração de origem p-ésima;

Regime alimentar  $_i \times$  IVP  $_m$  - interação dupla do regime alimentar com a idade da vaca ao parto;

Regime alimentar  $_i \times$  CF  $_o$  - interação dupla do regime alimentar com o *creep feeding*;

Regime alimentar  $_i \times$  EXP  $_p$  - interação dupla do regime alimentar com a exploração de origem;

$e_{ijklmnopq}$  - erro.

Em todas as análises de variância foram considerados como valores significativos, aqueles cuja probabilidade de ocorrência era superior a 95% ( $P < 0,05$ ). Sempre que se verificaram diferenças significativas nas análises de variância relativamente aos fatores e às interações, as respetivas médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Para a análise de covariância, caso a covariante exibisse valores significativos, efetuou-se o Teste F para verificar a igualdade dos declives nos níveis do regime alimentar, com a fórmula:

$$F_{k,m} = \frac{(SSE_1 - SSE_2) / k}{MSE_2}$$

Em que:

$F_{k,m}$  - valor de F;

k - graus de liberdade do fator;

m - graus de liberdade da média do erro quadrado do modelo com variáveis de contraste;

$SSE_1$  - soma do erro quadrado do modelo com covariante simples;

$SSE_2$  - soma do erro quadrado do modelo com variáveis de contraste;

$MSE_2$  - média do erro quadrado do modelo com variáveis de contraste.

Na análise estatística das variáveis relacionadas com as características da carcaça, e da variável da qualidade da carne ( $pH_{24horas}$ ), em consequência do reduzido número de animais abatidos no final do período experimental, efetuou-se apenas a análise descritiva.

## **4. Resultados e Discussão**

Tal como referido nos Materiais e Métodos, não foi possível efetuar o abate de todos os animais no final do ensaio experimental. Assim, os resultados e a discussão que se apresentam seguidamente dividem-se em duas partes principais. A primeira (4.1.) refere-se aos parâmetros de avaliação do desempenho produtivo de todos os animais presentes no ensaio. A segunda (4.2.) inclui os resultados relativos às características da carcaça e da qualidade da carne dos animais abatidos.

## **4.1. Desempenho Produtivo**

Para uma maior clareza na exposição e uma melhor perceção dos caracteres estudados, este tópico encontra-se subdividido em quatro pontos, um relacionado com o crescimento dos bovinos (4.1.1.), outro com a ingestão de alimentos (4.1.2.), outro com a eficiência alimentar (4.1.3.), e por fim, o último refere-se à eficiência bio económica dos três grupos de animais presentes no ensaio (4.1.4.).

Como já referido anteriormente, para cada um dos parâmetros estudados efetuou-se uma análise descritiva por cada grupo de animais, para além das análises de variância realizadas, tal como a análise descritiva, efetuadas para os três intervalos de tempo considerados (períodos, fases e início-fim).

### **4.1.1. Crescimento**

Embora o processo de crescimento englobe dois aspetos distintos, mas ao mesmo tempo interligados (Trenkle e Marple, 1983), neste trabalho abordou-se apenas o crescimento quantitativo, que se caracteriza pelo aumento da massa corporal dos animais desde a sua conceção até à sua estabilização na idade adulta, bem como duas das medidas que permitem avaliar a velocidade de crescimento.

Os tópicos 4.1.1.1. Peso Vivo e 4.1.1.2. Percentagem do Peso Adulto, como é evidente foram apenas determinados no momento da realização de cada uma das pesagens.

#### **4.1.1.1. Peso Vivo**

Na análise de variância prévia, garantiu-se a homogeneidade dos três grupos formados, já que tanto o peso vivo, como a idade dos animais não diferiram ( $P > 0,05$ ) em ambas as pesagens (P0 e P1).

Na Tabela 22 estão representados os valores médios, mínimos e máximos, bem como o desvio-padrão do peso e da idade nessas duas pesagens, para cada um dos grupos e para todos os animais presentes no ensaio (geral). Ao comparar a média do peso e da idade de entrada de todos os animais, com os resultados obtidos por Pais *et al.* (2013) na produção de Vitelão Mertolengo DOP no ano de 2012 ( $157,8 \pm 36,4$  kg e  $7,2 \pm 1,5$  meses), verifica-se que se obteve um menor peso vivo dos animais, mas estes também apresentavam uma idade inferior.

**Tabela 22.** Peso vivo dos bovinos em P0 e P1

Grupo		P0			P1		
		Peso (kg)	Idade (m)	n	Peso (kg)	Idade (m)	n
A	Média	132,6	6,7	14	176,1	8,1	14
	Desvio Padrão	25,1	1,2		14,7	0,9	
	Mínimo	104,0	4,7		155,0	6,9	
	Máximo	191,0	9,6		204,0	10,4	
B	Média	132,9	6,4	14	179,2	8,0	14
	Desvio Padrão	23,0	0,9		11,6	0,8	
	Mínimo	99,0	4,5		160,0	6,8	
	Máximo	160,0	7,6		200,0	9,9	
C	Média	121,5	6,0	14	178,2	7,8	14
	Desvio Padrão	23,0	0,9		12,5	0,8	
	Mínimo	94,0	4,2		157,0	5,7	
	Máximo	182,0	7,6		198,0	8,7	
Geral	Média	129,0	6,3	42	177,8	8,0	42
	Desvio Padrão	23,7	1,0		12,7	0,8	
	Mínimo	94,0	4,2		155,0	5,7	
	Máximo	191,0	9,6		204,0	10,4	

O peso vivo dos animais desde a segunda pesagem (P2) até à última (P6) encontra-se representado na Tabela 23. Com uma idade de  $8,8 \pm 0,8$  meses em P2, os 42 bovinos tinham um peso de  $207,3 \pm 10,9$  kg, embora 26,2% ainda apresenta-se um peso inferior a 200,0 kg. Já no final do ensaio, com um peso de  $331,8 \pm 22,3$  kg e  $12,5 \pm 0,9$  meses de idade, dos 41 animais, 4,9% ainda apresentava um peso inferior a 300,0 kg. Mais uma vez, Pais *et al.* (2013) obtiveram resultados superiores para o peso vivo ( $362,0 \pm 35,0$  kg) e idade ( $13,2 \pm 1,1$  meses) dos bovinos no final do seu trabalho, em função dos valores iniciais superiores e da maior duração do período experimental ( $181,10 \pm 36,13$  dias).

**Tabela 23.** Peso vivo dos bovinos de P2 a P6

Grupo		P2		P3		P4		P5		P6	
		Peso (kg)	n								
A	Média	207,9	14	241,3	14	271,5	14	302,3	14	332,0	14
	Desvio Padrão	11,7		15,8		20,6		24,3		28,7	
	Mínimo	186,0		218,0		241,0		272,0		296,0	
	Máximo	225,0		270,0		311,0		354,0		395,0	
B	Média	208,7	14	242,3	14	269,6	14	298,9	14	331,4	14
	Desvio Padrão	10,7		12,7		15,2		16,4		21,0	
	Mínimo	190,0		221,0		244,0		268,0		293,0	
	Máximo	223,0		266,0		298,0		320,0		358,0	
C	Média	205,4	14	238,3	14	265,5	13	299,3	13	331,9	13
	Desvio Padrão	10,7		13,9		14,3		15,8		16,9	
	Mínimo	190,0		218,0		243,0		274,0		305,0	
	Máximo	233,0		275,0		297,0		332,0		367,0	
Geral	Média	207,3	42	240,6	42	269,0	41	300,2	41	331,8	41
	Desvio Padrão	10,9		13,9		16,8		18,9		22,3	
	Mínimo	186,0		218,0		241,0		268,0		293,0	
	Máximo	233,0		275,0		311,0		354,0		395,0	

Na análise de variância simples, a grande maioria dos fatores de variação incluídos no modelo, influenciou de forma significativa o peso dos animais ( $P < 0,05$ ) (Tabela 24). De pesagem para pesagem (de P0 a P6) verificou-se um aumento da massa corporal nos bovinos dos três grupos, pois apesar do fator regime alimentar também ser muito significativo ( $P < 0,01$ ), com os animais do regime alimentar 3 a apresentarem o menor peso, não houve interação entre estes dois fatores ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 24.** Análise de variância simples do peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	237,7 <sup>a</sup>	0,00764	**
	2		237,6 <sup>a</sup>		
	3		232,3 <sup>b</sup>		
PEL	1	2	230,5 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		236,7 <sup>b</sup>		
	3		246,9 <sup>c</sup>		
IENT	1	2	228,1 <sup>a</sup>	0,00001	***
	2		238,5 <sup>b</sup>		
	3		242,9 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	238,1 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		227,8 <sup>a</sup>		
	3		244,1 <sup>b</sup>		
GER	1	1	240,4	0,40162	NS
	2		231,2		
ADAPT	1	1	227,2	0,00000	***
	2		243,6		
CF	1	1	239,4	0,00352	**
	2		231,5		
Pesagem	-	6	-	0,00000	***
Regime alimentar × Pesagem	-	12	-	0,92107	NS
IVP × Pesagem	-	12	-	0,20492	NS
ADAPT × Pesagem	-	6	-	0,00001	***
CF × Pesagem	-	6	-	0,26075	NS
Erro		237			

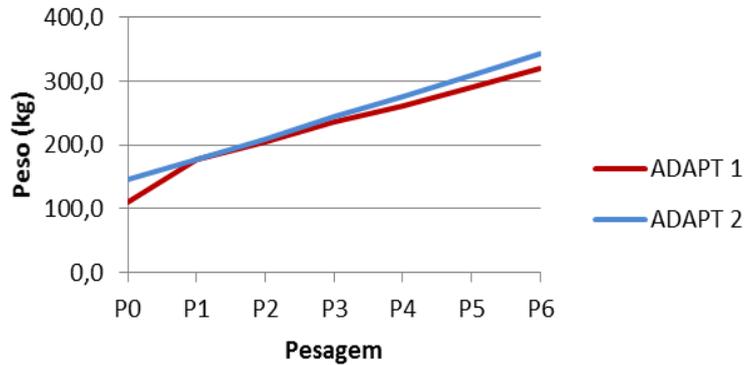
**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices (a,b,c) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

A pelagem dos animais foi um fator que influenciou extremamente ( $P < 0,001$ ) este caracter, ao contrário do que determinou Rodrigues de Carvalho (2000). Constatou-se que os bovinos de pelagem vermelha apresentaram o resultado inferior, seguindo-se os animais rosilho, e por fim surgiram os animais de pelagem malhada com uma maior massa corporal. Estas diferenças entre pelagens surgiram pelos distintos pesos à entrada do Centro apresentados pelos bovinos, uma vez que como se retrata posteriormente a velocidade de crescimento absoluta não diferiu entre pelagens. A diferença de peso vivo inicial pode ser explicada em parte devido às diferentes opções por parte dos criadores no desmame dos vitelos (geralmente cada produtor tem todos os animais da mesma pelagem), já que como afirmam ACBM (2015f) e Roquete (1993) os vitelos geralmente são desmamados entre os 6 e os 8 meses de idade.

No que se relaciona com a idade da vaca ao parto, os animais cuja progenitora tenha um idade superior a 9 anos apresentaram o maior peso, o que não deixa de por em causa a capacidade maternal das vacas com idade entre os 5 e os 9 anos. Curiosamente, os bovinos que não tiveram acesso ao *creep-feeding*, também exibiram um peso superior, o que pode ser explicado pelo fato dos produtores não praticarem esta modalidade de produção, quando acham que as suas vacas têm capacidade leiteira suficiente para desmamarem os vitelos com um peso elevado.

O fator idade de entrada no Centro de Testagem e Recria, também foi altamente significativo ( $P < 0,001$ ), pois os animais com idade de entrada inferior a 6,0 meses apresentaram pesos inferiores, tal como aqueles cujo período de adaptação foi superior a 35 dias. Como se observa na Figura 3 houve interação ( $P < 0,001$ ) entre o período de adaptação e a pesagem, pois os bovinos com um maior período de adaptação (ADAPT 1) exibiram um crescimento mais acentuado desde a sua entrada no Centro até ao início do ensaio, momento em que tinham um peso muito semelhante aos animais com um período de adaptação inferior, que tal como no momento de entrada apresentaram o peso final mais elevado.



**Figura 3.** Interação entre a pesagem e o período de adaptação

#### 4.1.1.2. Percentagem do Peso Adulto

Para determinar a percentagem do peso adulto que cada bovino apresentava em cada uma das pesagens, utilizou-se como representativo do peso adulto de um touro Mertolengo, 750,0 kg (Pais, 2015), embora o peso adulto seja um dado individual que é determinado geneticamente, e que ainda pode ser alterado por fatores nutricionais e hormonais (Owens *et al.*, 1993).

Como se verifica facilmente na Tabela 25, a percentagem do peso adulto aumentou de pesagem para pesagem em todos os grupos e assim no geral, pelo que se demonstra mais uma vez o aumento da massa corporal com a idade. Ao observar o valor médio da percentagem do peso adulto apresentada por todos os bovinos em P0 ( $17,2 \pm 3,2\%$ ), constata-se esse reduzido valor, pois caso se faça o mesmo cálculo para o peso ao desmame corrigido para os 210 dias de idade - aproximadamente 175,0 kg (ACBM, 2014b) - obtém-se 23,3% do peso adulto. A razão deste resultado, para além da idade inferior dos animais ( $6,3 \pm 1,0$  meses), está relacionada com o seu baixo peso e assim percentagem do peso adulto, pois em P1 com uma idade média de  $8,0 \pm 0,8$  meses apresentaram um resultado semelhante ( $23,7 \pm 1,7\%$ ) ao dos bovinos com menos um mês de idade (210 dias são aproximadamente 6,9 meses).

Tendo em conta que Berg e Butterfield (1968) referem que a percentagem de gordura aumenta e as de músculo e de osso diminuem com o aumento do peso de abate a partir de um grau de maturidade de aproximadamente 30,0% do peso adulto, verifica-se que na pesagem P4, pesagem na qual se iniciou a fase de acabamento, todos os animais já apresentavam uma percentagem do peso adulto superior a 30,0%, pelo que se pode considerar o momento correto para efetuar a mudança de concentrado. Em P3

também já se podia iniciar essa fase ( $32,1 \pm 1,9\%$  do peso adulto), o que ainda pode ser mais benéfico do ponto de vista económico, desde que não prejudique o desempenho produtivo dos animais. De certo modo, foi o que aconteceu com os animais do regime alimentar 3, já que começaram a consumir o concentrado de acabamento pouco tempo depois da realização de P3.

Se atentarmos agora nos valores obtidos em P6, verifica-se que nenhum animal apresentava mais de 70,0% do peso adulto, percentagem a partir da qual, segundo Robelin e Casteilla (1990), ocorre o grande desenvolvimento do tecido adiposo, portanto espera-se não se obterem carcaças com muita gordura, de forma a corresponder às preferências dos consumidores por carne magra quando consumirem Vitelão Mertolengo DOP (Potes, 2005 citado por Almeida, 2008).

**Tabela 25.** Resultados da percentagem do peso adulto

Grupo		Pesagem (%)						
		P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6
A	Média	17,7	23,5	27,7	32,2	36,2	40,3	44,3
	Desvio Padrão	3,3	2,0	1,6	2,1	2,8	3,2	3,8
	Mínimo	13,9	20,7	24,8	29,1	32,1	36,2	39,5
	Máximo	25,5	27,2	30,0	36,0	41,5	47,2	52,7
B	Média	17,7	23,9	27,8	32,3	36,0	39,8	44,2
	Desvio Padrão	3,1	1,6	1,4	1,7	2,0	2,2	2,8
	Mínimo	13,2	21,3	25,3	29,5	32,5	35,7	39,1
	Máximo	21,3	26,7	29,7	35,5	39,7	42,7	47,7
C	Média	16,2	23,8	27,4	31,8	35,4	39,9	44,3
	Desvio Padrão	3,1	1,7	1,4	1,9	1,9	2,1	2,2
	Mínimo	12,5	20,9	25,3	29,1	32,4	36,5	40,7
	Máximo	24,3	26,4	31,1	36,7	39,6	44,3	48,9
Geral	Média	17,2	23,7	27,6	32,1	35,9	40,0	44,2
	Desvio Padrão	3,2	1,7	1,5	1,9	2,2	2,5	3,0
	Mínimo	12,5	20,7	24,8	29,1	32,1	35,7	39,1
	Máximo	25,5	27,2	31,1	36,7	41,5	47,2	52,7

Em virtude da utilização de um peso adulto de referência e de não se ter predito o peso adulto de cada bovino, este carácter em termos de análise de variância acaba por apresentar as mesmas fontes de variância e com igual significância que o parâmetro analisado anteriormente, como é possível observar na Tabela 26.

**Tabela 26.** Análise de variância simples da percentagem do peso adulto

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	31,7 <sup>a</sup>	0,00776	**
	2		31,7 <sup>a</sup>		
	3		31,0 <sup>b</sup>		
PEL	1	2	30,7 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		31,6 <sup>b</sup>		
	3		32,9 <sup>c</sup>		
IENT	1	2	30,4 <sup>a</sup>	0,00001	***
	2		31,8 <sup>b</sup>		
	3		32,4 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	31,7 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		30,4 <sup>a</sup>		
	3		32,6 <sup>b</sup>		
GER	1	1	32,1	0,39277	NS
	2		30,8		
ADAPT	1	1	30,3	0,00000	***
	2		32,5		
CF	1	1	31,9	0,00316	**
	2		30,9		
Pesagem	-	6	-	0,00000	***
Regime alimentar × Pesagem	-	12	-	0,92535	NS
IVP × Pesagem	-	12	-	0,20465	NS
ADAPT × Pesagem	-	6	-	0,00001	***
CF × Pesagem	-	6	-	0,26962	NS
Erro		237			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (a,b,c) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

#### 4.1.1.3. Velocidade de Crescimento

Relativamente à velocidade de crescimento, estudaram-se os parâmetros ganho médio diário e aumento da percentagem de peso, duas das formas de realizar a sua avaliação, uma de forma absoluta e a outra de forma relativa, respetivamente.

Importa salientar que em todos os regimes alimentares se procurou fornecer aos animais dietas qualitativamente equilibradas, mas que permitissem velocidades de crescimento elevadas, característica dos sistemas intensivos de produção.

##### 4.1.1.3.1. Ganho Médio Diário

Nos resultados obtidos através da análise descritiva que se encontra representada na Tabela 27, averigua-se que em média, para todos os animais (geral) em nenhum dos períodos, fases e do início ao fim do ensaio, o GMD foi inferior a 1,000 kg/dia, embora nos grupos B e C no período P3-P4 e na fase de transição (corresponde ao mesmo intervalo de tempo) o crescimento médio dos bovinos tenha sido inferior a esse valor. Enquanto na fase de recria e na fase de acabamento, 26,2 e 19,5% dos

animais apresentavam um crescimento inferior a 1,000 kg/dia, respetivamente, na fase de transição esse resultado foi de 53,7%, com 9,8% dos bovinos a apresentarem mesmo um crescimento inferior a 0,750 kg/dia. Considerando o intervalo de tempo do início ao fim do ensaio, 22,0% dos bovinos apresentavam um crescimento médio menor que 1,000 kg/dia, mas por outro lado 26,8% apresentavam um resultado superior a 1,200 kg/dia, percentagens claramente melhores ao comparar com as obtidas por Roquete (1993).

**Tabela 27.** Resultados do ganho médio diário

Grupo		Período (kg/dia)						Fase (kg/dia)			Início-Fim (kg/dia)
		P0-P1	P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	1,080	1,177	1,194	1,079	1,100	1,100	1,186	1,079	1,100	1,130
	Desvio-Padrão	0,348	0,288	0,268	0,244	0,235	0,235	0,208	0,244	0,235	0,181
	Mínimo	0,591	0,667	0,857	0,714	0,655	0,655	0,855	0,714	0,655	0,746
	Máximo	1,826	1,852	1,714	1,464	1,527	1,527	1,655	1,464	1,527	1,406
B	Média	1,032	1,093	1,199	0,977	1,043	1,206	1,147	0,977	1,123	1,103
	Desvio-Padrão	0,228	0,268	0,242	0,248	0,180	0,291	0,184	0,248	0,151	0,132
	Mínimo	0,587	0,593	0,714	0,571	0,786	0,704	0,800	0,571	0,891	0,877
	Máximo	1,478	1,593	1,643	1,357	1,286	1,667	1,364	1,357	1,455	1,283
C	Média	1,028	1,008	1,173	0,942	1,209	1,208	1,092	0,942	1,208	1,105
	Desvio-Padrão	0,113	0,402	0,203	0,155	0,150	0,161	0,242	0,155	0,124	0,114
	Mínimo	0,727	0,444	0,857	0,750	1,036	0,963	0,745	0,750	1,036	0,913
	Máximo	1,206	2,000	1,500	1,214	1,500	1,556	1,745	1,214	1,527	1,304
Geral	Média	1,046	1,093	1,189	1,001	1,115	1,171	1,142	1,001	1,142	1,113
	Desvio-Padrão	0,244	0,325	0,234	0,223	0,200	0,237	0,211	0,223	0,179	0,142
	Mínimo	0,587	0,444	0,714	0,571	0,655	0,655	0,745	0,571	0,655	0,746
	Máximo	1,826	2,000	1,714	1,464	1,527	1,667	1,745	1,464	1,527	1,406

A principal fonte de variação que se pretendia analisar neste trabalho, o regime alimentar, não causou uma diferente velocidade de crescimento na análise de variância efetuada para os períodos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 28).

O GMD dos bovinos foi mais elevado no período P2-P3, ao comparar com os períodos P0-P1 e P3-P4, sendo que os resultados obtidos neste último, também são significativamente inferiores aos alcançados no período P5-P6 ( $P < 0,001$ ).

Os animais com uma idade de entrada no Centro de Testagem e Recria inferior a 6,0 meses, para além de exibirem a menor massa corporal e conseqüentemente a menor percentagem do peso adulto, também apresentavam os valores mais reduzidos para este parâmetro ( $P < 0,01$ ), o que está parcialmente de acordo com Vacas (2001) que verificou uma tendência de incremento do GMD com o aumento da idade dos animais à entrada do ensaio. Situação idêntica ocorreu com os bovinos que tiveram um período

de adaptação superior a 35 dias, que devido à menor velocidade de crescimento diária ( $P < 0,001$ ) também apresentaram um peso e percentagem do peso adulto inferiores, como retratado anteriormente. Já o *creep-feeding*, não causou variação na performance dos bovinos, o que está de acordo com Drouillard e Kuhl (1999).

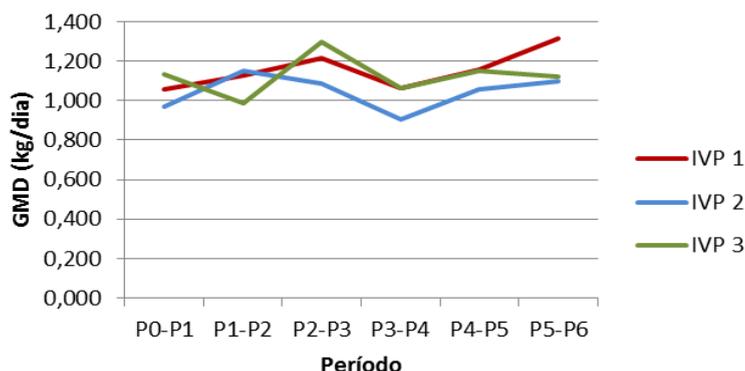
**Tabela 28.** Análise de variância simples do ganho médio diário

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,122	0,62128	NS
	2		1,092		
	3		1,094		
PEL	1	2	1,075	0,17170	NS
	2		1,132		
	3		1,109		
IENT	1	2	1,037 <sup>a</sup>	0,00117	**
	2		1,105 <sup>b</sup>		
	3		1,184 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	1,156	0,26307	NS
	2		1,046		
	3		1,125		
GER	1	1	1,134	0,34085	NS
	2		1,070		
ADAPT	1	1	1,015	0,00002	***
	2		1,180		
CF	1	1	1,132	0,48356	NS
	2		1,065		
Período	-	5	-	0,00091	***
Regime alimentar × Período	-	10	-	0,26830	NS
IVP × Período	-	10	-	0,03566	*
ADAPT × Período	-	5	-	0,91247	NS
CF × Período	-	5	-	0,00072	***
Erro		202			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Apesar do fator idade da vaca ao parto não ter causado um comportamento diferente nos bovinos ( $P > 0,05$ ), como também determinado por Mendes (2004), verificou-se uma interação entre este fator e os períodos compreendidos entre as pesagens (Figura 4). Os animais cujas mães no momento do parto tinham uma idade superior a 9 anos foram os únicos que exibiram uma diminuição da velocidade de crescimento do período de entrada para o período inicial do ensaio, mas depois desse período para o seguinte (P2-P3) apresentaram os valores de GMD mais elevados. Já os animais filhos de vacas com idade inferior a 5 anos, que no período de adaptação apresentavam resultados intermédios, no último período do ensaio destacaram-se pela positiva em relação aos outros animais.



**Figura 4.** Interação entre o período e a idade da vaca ao parto

Na análise de medições repetidas apresentada na Tabela 29, observa-se que ao contrário da análise anterior, a idade de entrada no Centro não foi um fator significativo na velocidade de crescimento ( $P > 0,05$ ), enquanto o período de adaptação não se incluiu no modelo matemático-estatístico desta análise, mas o efeito da pelagem manteve-se inalterável ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 29.** Análise de medições repetidas do ganho médio diário

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,122	0,96820	NS
	2		1,082		
	3		1,081		
PEL	1	2	1,048	0,97387	NS
	2		1,125		
	3		1,148		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,34141	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00000	***
EXP	1	3	1,055	0,66879	NS
	2		1,241		
	3		1,009		
	4		1,167		
IENT	1	2	1,014	0,18615	NS
	2		1,096		
	3		1,199		
Fase	-	2	-	0,00000	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,35126	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,67083	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,01007	*
Erro		61			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Tal como se detetaram diferenças entre alguns períodos, também entre fases se verificaram respostas díspares ( $P < 0,001$ ), apesar do regime alimentar não ter causado diferenças significativas na velocidade de crescimento absoluta em cada fase ( $P > 0,05$ ). Na Figura 5 observam-se os resultados inferiores do GMD na fase de transição, em comparação com os obtidos nas outras duas fases, em que não houve diferenças, o que

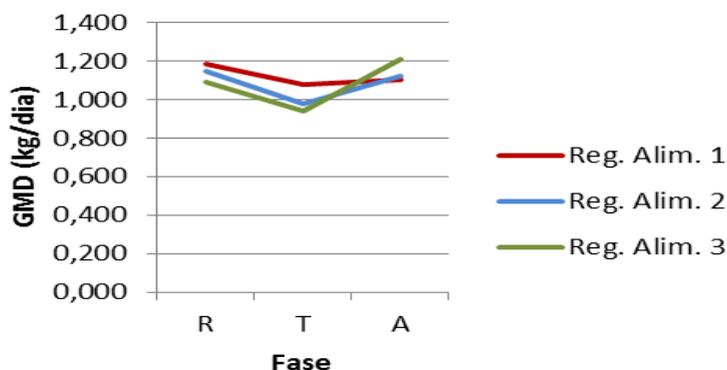
contraria Meissner *et al.* (1995) que referem que devido à maior deposição de gordura o GMD devia ser inferior na fase de acabamento. Os animais do regime alimentar 1, embora de forma menos acentuada também diminuíram a velocidade de crescimento da fase de recria para a de transição, mas sem justificação aparente em termos de alimentação, já que esta não diferiu.

Como não se determinaram diferenças na velocidade de crescimento na fase de transição entre todos os regimes alimentares ( $P > 0,05$ ) verifica-se que a mudança de alimento concentrado não prejudicou o desempenho dos bovinos dos regimes alimentares 2 e 3. Assim, também se constata que se pode executar uma mudança mais repentina do alimento concentrado, tal como ocorreu no regime alimentar 3, o que é benéfico porque reduz o tempo necessário (dias) a misturar os dois concentrados no comedouro em alvenaria. Tudo isto é possível porque se trata da mudança de um alimento concentrado para outro e assim não ocorrem alterações na flora microbiana do rúmen e a redução do seu pH (Benchaar *et al.*, 2012; Calsamiglia *et al.*, 2008), bem como um aumento da concentração de ácidos gordos voláteis (Brown *et al.*, 2006), com uma diminuição da relação acético:propiónico (Benchaar *et al.*, 2012); situações que ocorrem frequentemente na mudança de uma dieta à base de alimentos grosseiros para uma à base de alimento concentrado (Calsamiglia *et al.*, 2008) e que causam com frequência distúrbios digestivos, designadamente acidose, devido há presença no alimento concentrado de hidratos de carbono facilmente fermentescíveis que conduzem à acumulação de ácido láctico (Owens *et al.*, 1998).

Com os resultados similares do GMD na fase de transição, também se comprova que, tal como referido em 4.1.1.2. Percentagem do Peso Adulto, a administração de concentrado de acabamento se pode iniciar pouco tempo depois de P3 (apenas tempo necessário para a mudança de concentrado), já que o desempenho produtivo dos bovinos do regime alimentar 3 não foi afetado.

Ao observar os resultados do GMD na fase de acabamento, conclui-se que se pode reduzir a concentração proteica da dieta, como ocorre nos regimes alimentares 2 e 3, sem afetar o desempenho dos bovinos, tal como referem Koenig *et al.* (2013), Nuñez *et al.* (2015) e Vasconcelos *et al.* (2006), isto porque a percentagem de PB do alimento concentrado de acabamento (14,00%) era superior aos valores a partir dos quais o desempenho é afetado, 11,50% (Cole *et al.*, 2006) e 12,00% (Cole *et al.*, 2003), embora

neste caso a concentração energética da dieta também tenha aumentado, pois como referem Cole *et al.* (2006), nesta fase as necessidades energéticas dos animais são superiores.



**Figura 5.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Como se observa na Tabela 30, a covariante utilizada na análise início-fim não teve influência significativa no GMD dos bovinos ( $P>0,05$ ), ou seja, a velocidade de crescimento dos bovinos antes da sua entrada no Centro não afetou o desempenho dos bovinos no ensaio.

O regime alimentar também foi um fator que não teve influência no GMD dos bovinos ( $P>0,05$ ), pelo que qualquer regime alimentar se torna viável em termos de velocidade de crescimento absoluta. Assim, pode-se comparar o valor médio obtido por todos os animais ( $1,113 \pm 0,142$  kg/dia) com os obtidos por outros autores, em animais de peso e idade semelhantes. Ao comparar com os GMD obtidos por Fraúst da Silva (1996) nos bovinos em que maximizou a incorporação de concentrado (0,945 kg/dia), com Vacas (2001) nos bovinos em sistema intensivo (0,838 kg/dia) e com Veríssimo (2001) (0,646 kg/dia) verifica-se um resultado claramente superior, mas ao confrontar com o obtido por Pais *et al.* (2013) nota-se uma grande semelhança ( $1,140 \pm 0,160$  kg). Estes resultados mais elevados da velocidade de crescimento absoluta referem-se a ensaios mais recentes, portanto podem advir do melhoramento genético realizado ao longo dos anos na raça Mertolenga e também da sensibilização por parte da ACBM aos produtores para a utilização de machos reprodutores aprovados em teste de performance.

**Tabela 30.** Análise de covariância do ganho médio diário

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,77561	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,73147	NS
PEL	1	2	1,063	0,58735	NS
	2		1,151		
	3		1,154		
NASC	1	2	1,124	0,97690	NS
	2		1,088		
	3		1,120		
IENT	1	2	1,042	0,63538	NS
	2		1,101		
	3		1,216		
IVP	1	2	1,175	0,95807	NS
	2		1,057		
	3		1,124		
GER	1	1	1,164	0,41692	NS
	2		1,059		
CF	1	1	1,133	1,00000	NS
	2		1,087		
EXP	1	3	1,066	0,56878	NS
	2		1,236		
	3		1,029		
	4		1,195		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,80570	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99948	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Tal como Côrte-Real (2003), Rodrigues de Carvalho (2000), Roquete (1993) e contrariamente a Vacas (2001), a pelagem dos animais, tal como nas outras duas análises, não influenciou significativamente a velocidade de crescimento dos animais (P>0,05), mas no que se refere ao efeito da exploração de origem dos animais no GMD, os resultados são contraditórios aos obtidos em diversos trabalhos (Rodrigues de Carvalho, 2000; Roquete, 1993; Vacas, 2001), já que estas não tiveram influência no resultado obtido (P>0,05), o que pode ser fruto do trabalho desempenhado pelos técnicos da ACBM em auxiliar os produtores a selecionar os animais com características morfológicas e produtivas mais homogêneas, o que se traduz em termos de performances produtivas numa igualdade entre explorações.

Relativamente ao fator idade de entrada dos animais no Centro, este apenas teve efeito significativo na análise por períodos. Na bibliografia também se encontram resultados opostos, já que Vacas (2001) refere a influência significativa deste fator no crescimento dos bovinos, enquanto Marçal (1997) ao utilizar a idade de entrada dos animais como covariante, esta não influenciou significativamente o GMD dos bovinos.

#### 4.1.1.3.2. Aumento da Percentagem de Peso

Neste parâmetro de avaliação da velocidade de crescimento (Tabela 31), verifica-se nitidamente o aumento substancial da percentagem de peso no período de tempo que decorreu antes de se iniciar o ensaio (P0-P1), principalmente nos animais do grupo C, que em média aumentaram o seu peso em  $50,1 \pm 21,8\%$ . Ao comparar o aumento da percentagem de peso de todos os animais nas três fases, verifica-se que os resultados foram muito variáveis. Na fase de recria registou-se em média um aumento da percentagem de peso de  $35,6 \pm 7,8\%$ , mas com uma razoável percentagem de animais (26,2%) com um aumento inferior a 30,0%. A fase de transição, tal como observado no outro parâmetro de avaliação da velocidade de crescimento, também apresentou o pior resultado com apenas  $11,6 \pm 2,5\%$  de aumento da percentagem de peso e com 29,3% dos bovinos com resultados inferiores a 10,0%. Já na fase de acabamento ( $23,4 \pm 3,4\%$ ), os resultados obtidos foram mais uniformes, pois apenas 7,3% de todos os bovinos tiveram um aumento da percentagem de peso inferior a 20,0%.

**Tabela 31.** Resultados do aumento da percentagem de peso

Grupo		Período (%)						Fase (%)			Início-Fim (%)
		P0-P1	P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	36,0	18,4	16,1	12,5	11,3	9,8	37,4	12,5	22,3	89,2
	Desvio-Padrão	21,2	5,4	3,4	2,4	2,2	1,7	8,2	2,4	4,3	16,0
	Mínimo	6,8	8,8	11,1	8,3	7,0	6,3	24,4	8,3	13,8	53,4
	Máximo	73,9	31,1	21,6	16,7	14,9	12,5	56,5	16,7	29,3	120,5
B	Média	38,2	16,6	16,1	11,3	10,9	10,9	35,4	11,3	22,9	85,3
	Desvio-Padrão	22,1	4,5	3,4	2,8	1,9	2,5	6,6	2,8	2,6	11,6
	Mínimo	9,4	8,0	9,3	6,9	7,4	6,7	22,0	6,9	20,1	64,5
	Máximo	69,9	24,4	23,4	16,2	14,1	15,0	43,6	16,2	29,4	101,1
C	Média	50,1	15,6	16,0	11,1	12,8	10,9	34,1	11,1	25,1	85,5
	Desvio-Padrão	21,8	6,7	2,6	2,0	1,6	1,4	8,6	2,0	2,6	11,8
	Mínimo	8,8	6,1	12,0	8,0	10,9	8,1	21,4	8,0	20,9	65,6
	Máximo	80,9	30,2	21,4	13,8	16,1	13,1	53,6	13,8	29,7	101,9
Geral	Média	41,4	16,9	16,1	11,6	11,6	10,5	35,6	11,6	23,4	86,7
	Desvio-Padrão	22,1	5,6	3,1	2,5	2,0	2,0	7,8	2,5	3,4	13,1
	Mínimo	6,8	6,1	9,3	6,9	7,0	6,3	21,4	6,9	13,8	53,4
	Máximo	80,9	31,1	23,4	16,7	16,1	15,0	56,5	16,7	29,7	120,5

Como referido na análise descritiva, na análise de variância efetuada para os períodos (Tabela 32) comprovou-se que o maior aumento da percentagem de peso ocorreu no período de adaptação ( $P > 0,001$ ), em função do menor peso inicial dos animais. Com esta análise também se verificou que o aumento da percentagem de peso

foi superior ( $P > 0,001$ ) nos dois períodos iniciais do ensaio (P1-P2 e P2-P3) do que nos restantes.

Os fatores idade de entrada no Centro e tempo do período de adaptação, que foram ambos significativos no GMD, também constituíram uma fonte de variância neste carácter, mas com resultados exatamente opostos. Os bovinos com uma idade de entrada inferior a 6,0 meses e com um período de adaptação superior a 35 dias, que apresentaram o menor GMD, são aqueles que exibiram o maior aumento da percentagem de peso. Com um maior aumento da percentagem de peso surgem também os bovinos de pelagem vermelha, que se sobrepõem aos rosilhos, e estes ainda aos bovinos de pelagem malhada, o que demonstra que quanto maior o peso ou a percentagem do peso adulto, menor é o aumento da velocidade de crescimento relativa dos bovinos.

**Tabela 32.** Análise de variância simples do aumento da percentagem de peso

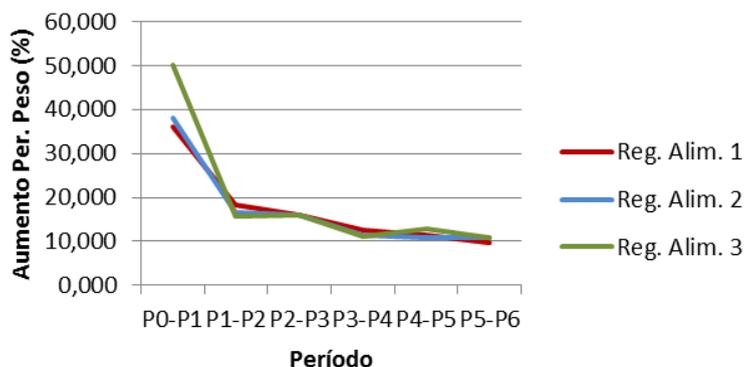
Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	17,3 <sup>a</sup>	0,00050	***
	2		17,3 <sup>a</sup>		
	3		19,7 <sup>b</sup>		
PEL	1	2	19,8 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		17,4 <sup>b</sup>		
	3		15,4 <sup>c</sup>		
IENT	1	2	21,1 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		16,8 <sup>b</sup>		
	3		15,8 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	17,0	0,34478	NS
	2		19,9		
	3		16,8		
GER	1	1	16,4	0,07895	NS
	2		19,8		
ADAPT	1	1	21,1	0,00000	***
	2		15,5		
CF	1	1	17,0	0,53918	NS
	2		19,4		
Período	-	5	-	0,00000	***
Regime alimentar × Período	-	10	-	0,00000	***
IVP × Período	-	10	-	0,00000	***
ADAPT × Período	-	5	-	0,00000	***
CF × Período	-	5	-	0,01647	*
Erro		202			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Ao contrário do que sucedeu no outro parâmetro de avaliação da velocidade de crescimento, o aumento da percentagem de peso diferiu em função do regime alimentar ( $P < 0,001$ ). Como se observa na Figura 6 o efeito da interação regime alimentar × período

também foi significativo ( $P < 0,001$ ), pois o maior aumento da percentagem de peso exibido pelos animais do regime alimentar 3, apenas se verificou no período de adaptação, já que nos outros períodos se manteve semelhante aos animais dos outros regimes alimentares.



**Figura 6.** Interação entre o período e o regime alimentar

Já na análise por fases que se encontra representada na Tabela 33, tal como para o outro parâmetro de medição da velocidade de crescimento, o regime alimentar não diferiu ( $P > 0,05$ ), ao contrário do que ocorreu na análise efetuada para os períodos. A mesma situação ocorreu com a pelagem dos bovinos e com a idade de entrada que deixaram de ser uma fonte de variância no aumento da percentagem de peso ( $P > 0,05$ ). Assim, tal como no GMD, também só se detetaram diferenças no aumento da percentagem de peso entre as fases ( $P < 0,001$ ). Para este parâmetro, todas as fases se diferenciaram, mas não da forma esperada, ou seja com uma diminuição do aumento da percentagem de peso de fase para fase, já que com um maior peso vivo no início da fase, menor seria o aumento da percentagem de peso dos bovinos. A exceção verificada prendeu-se com o menor aumento da percentagem de peso na fase de transição ao comparar com a fase de acabamento, o que mais uma vez demonstra o fraco desempenho de todos os bovinos nessa fase.

**Tabela 33.** Análise de medições repetidas do aumento da percentagem de peso

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	24,1	0,91771	NS
	2		23,2		
	3		23,7		
PEL	1	2	23,0	0,99768	NS
	2		24,8		
	3		22,9		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,52910	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00243	**
EXP	1	3	21,8	0,08527	NS
	2		24,2		
	3		22,8		
	4		26,0		
IENT	1	2	22,8	0,95286	NS
	2		23,0		
	3		25,5		
Fase	-	2	-	0,00000	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,64142	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,98263	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,11255	NS
Erro		61			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Para finalizar o estudo deste parâmetro, apresenta-se a análise início-fim com a utilização da covariante  $GMD_{nasc-entr}$ , que tal como no GMD não influenciou de forma significativa o aumento da percentagem de peso ( $P>0,05$ ). Como é possível visualizar na Tabela 34, nenhum dos fatores incluídos no modelo matemático-estatístico, bem como as interações consideradas, não causaram diferenças no aumento da percentagem de peso dos bovinos ( $P>0,05$ ), o que indica que os novos regimes alimentares podem ser implementados na produção de Vitelão Mertolengo DOP, já que não prejudicaram o seu crescimento.

**Tabela 34.** Análise de covariância do aumento da porcentagem de peso

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,13612	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,76742	NS
PEL	1	2	82,8	0,44555	NS
	2		92,3		
	3		84,9		
NASC	1	2	87,9	0,83818	NS
	2		85,8		
	3		83,8		
IENT	1	2	81,5	0,58563	NS
	2		84,6		
	3		95,5		
IVP	1	2	93,1	0,99914	NS
	2		83,6		
	3		84,6		
GER	1	1	91,0	0,44734	NS
	2		82,1		
CF	1	1	88,8	1,00000	NS
	2		84,0		
EXP	1	3	79,6	0,26796	NS
	2		90,4		
	3		81,5		
	4		97,2		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,77036	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99847	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

#### 4.1.2. Ingestão de Alimento

Neste ponto aborda-se a ingestão ajustada do alimento concentrado e da palha, uma vez que não foi possível realizar a sua quantificação individual, nomeadamente a do alimento concentrado.

Todos os cálculos efetuados têm por base os quilogramas de alimento consumido, já que o teor de matéria seca era elevado e semelhante em todos os alimentos.

##### 4.1.2.1. Ingestão Ajustada do Alimento Concentrado

Os valores médios da ingestão ajustada do alimento concentrado encontram-se representados na Tabela 35. Como a quantificação do alimento concentrado consumido foi efetuada por grupo e não de forma individual, é evidente que o valor médio da ingestão de concentrado não é mais do que o valor da quantidade consumida antes de ser ajustada para cada animal, em função do seu peso, em relação ao peso médio do grupo, num determinado intervalo de tempo.

Ao observar os valores médios das três fases constata-se que a ingestão de concentrado foi sempre aumentando, exceto no grupo A, em que existiu uma pequena diminuição do consumo da fase de recria para a fase de transição, o que pode ter estado na origem do pior desempenho desses animais em termos de velocidade de crescimento (absoluta e relativa), pois quanto maior a ingestão de alimento, maiores são as possibilidades dos animais aumentarem o seu desempenho (McDonald *et al.*, 2006). Como esta diminuição da ingestão de alimento concentrado não tem aparentemente explicação em termos nutricionais, já que neste grupo de animais o regime alimentar se manteve inalterável, de certo modo o que se pode concluir sobre a ingestão de concentrado nos outros dois regimes alimentares pode ser afetado. Assim, relativamente aos animais dos grupos B e C, verificou-se que aparentemente a sua adaptação ao novo alimento concentrado correu da melhor forma, até porque aumentaram a sua ingestão, o que está de acordo com McDonald *et al.* (2006), que referem que o consumo de alimento aumenta com o aumento do peso vivo dos animais, embora outros fatores ambientais também possam ter influenciado o consumo dos animais.

O que também comprova o aumento do consumo de concentrado com o incremento da massa corporal é a proporção de animais que apresentaram uma ingestão de concentrado superior a 7,000 kg/dia, que foi de 2,4% nas duas primeiras fases e de 36,6% na fase de acabamento.

**Tabela 35.** Resultados da ingestão do alimento concentrado

Grupo		Período (kg)					Fase (kg)			Início-Fim (kg)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	5,873	6,582	6,199	7,423	7,302	6,234	6,199	7,364	6,677
	Desvio-Padrão	0,389	0,392	0,436	0,576	0,608	0,422	0,436	0,589	0,503
	Mínimo	5,216	5,920	5,549	6,631	6,591	5,571	5,549	6,613	5,993
	Máximo	6,517	7,210	7,024	8,600	8,619	7,080	7,024	8,614	7,872
B	Média	5,873	6,046	6,276	6,505	7,063	5,961	6,276	6,779	6,351
	Desvio-Padrão	0,320	0,301	0,332	0,357	0,413	0,312	0,332	0,403	0,357
	Mínimo	5,299	5,510	5,700	5,859	6,287	5,388	5,700	6,057	5,634
	Máximo	6,298	6,555	6,877	7,072	7,598	6,477	6,877	7,399	6,853
C	Média	5,873	5,969	6,010	6,587	6,667	5,922	6,010	6,586	6,374
	Desvio-Padrão	0,315	0,324	0,334	0,348	0,342	0,324	0,334	0,337	0,309
	Mínimo	5,373	5,516	5,515	6,030	6,115	5,332	5,515	6,041	5,908
	Máximo	6,307	6,834	6,813	7,337	7,308	6,455	6,813	7,232	7,042
Geral	Média	5,873	6,199	6,165	6,845	7,019	6,039	6,165	6,917	6,470
	Desvio-Padrão	0,334	0,432	0,379	0,604	0,529	0,375	0,379	0,558	0,418
	Mínimo	5,216	5,510	5,515	5,859	6,115	5,332	5,515	6,041	5,634
	Máximo	6,517	7,210	7,024	8,600	8,619	7,080	7,024	8,614	7,872

Como se observa na Tabela 36 da análise de variância simples, apenas o fator de variação, geração de nascimento do progenitor masculino não influenciou de forma significativa o comportamento dos bovinos ( $P>0,05$ ).

Com o aumento de peso dos bovinos aumentam as suas necessidades nutritivas, mas também a sua capacidade de ingestão (McDonald *et al.*, 2006), o que ficou comprovado com a menor ingestão de concentrado ( $P<0,001$ ) que ocorreu no período inicial e com as maiores quantidades consumidas nos dois últimos períodos, sem distinção entre estes. Tendo em consideração que se apurou que com o aumento de peso dos bovinos, a ingestão de concentrado foi superior, justifica-se o facto dos animais de pelagem malhada, dos animais descendentes de vacas com mais de 9 anos, dos bovinos que tiveram um período de adaptação inferior a 35 dias, dos animais que não tiveram acesso ao *creep-feeding* e por fim dos animais com idade de entrada superior a 7,0 meses (diferença significativa apenas para os bovinos com idade inferior a 6,0 meses), apresentarem um maior consumo de concentrado.

**Tabela 36.** Análise de variância simples da ingestão do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	6,676 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		6,353 <sup>b</sup>		
	3		6,212 <sup>c</sup>		
PEL	1	2	6,348 <sup>a</sup>	0,00015	***
	2		6,422 <sup>a</sup>		
	3		6,564 <sup>b</sup>		
IENT	1	2	6,297 <sup>a</sup>	0,04626	*
	2		6,395 <sup>a,b</sup>		
	3		6,594 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	6,396 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		6,233 <sup>a</sup>		
	3		6,668 <sup>b</sup>		
GER	1	1	6,479	0,97999	NS
	2		6,352		
ADAPT	1	1	6,230	0,00000	***
	2		6,581		
CF	1	1	6,494	0,00106	**
	2		6,320		
Período	-	4	-	0,00000	***
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00000	***
IVP × Período	-	8	-	0,87390	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,09862	NS
CF × Período	-	4	-	0,72775	NS
Erro		167			

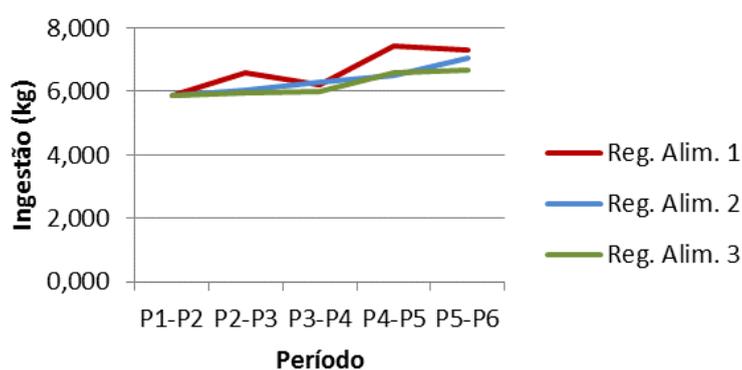
**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

O comportamento dos animais nos três regimes alimentares foi diferente (P<0,001), com uma menor ingestão de concentrado nos animais do regime alimentar 3, comparativamente aos dos regime alimentar 2 que também apresentaram diferença significativa para os animais do regime alimentar 1, que assim exibiram o maior consumo de alimento concentrado (Figura 7). Essa maior ingestão de alimento concentrado foi bem evidente no período P2-P3, altura em que o concentrado administrado aos três grupos ainda era o mesmo (concentrado de crescimento), pelo que a causa dessa diferença possa ser mais uma vez o peso mais elevado dos animais desse grupo, ainda que apenas com diferença para os animais do regime alimentar 3 (P<0,01), apesar da semelhante velocidade de crescimento absoluta entre grupos (P>0,05).

Após a diminuição do consumo de concentrado no período P3-P4, em que se assemelharam aos animais dos outros dois regimes alimentares, observou-se um aumento da ingestão de concentrado nos três grupos, mas com uma maior evidência nos animais do regime alimentar 1. Nestes dois últimos períodos do ensaio, a maior ingestão de concentrado para além de poder estar relacionada com o maior peso dos

animais (diferença apenas para os animais do regime alimentar 3), já pode ter tido origem no regime alimentar. A dieta dos regimes alimentares 2 e 3, nestes dois últimos períodos foi a mesma, ou seja constituída por concentrado de acabamento, que devido ao seu maior conteúdo energético (mas equilibrada nos outros nutrientes) satisfaz as necessidades nutritivas dos bovinos com um menor consumo de concentrado, já que estes consomem alimento para satisfazer principalmente as suas necessidades energéticas (McDonald *et al.*, 2006).



**Figura 7.** Interação entre o período e o regime alimentar

O consumo de alimento concentrado determinado para as todas as fases, em todos os grupos de animais, foi superior ao consumo de concentrado estimado em função de 2,0% do peso vivo dos bovinos (Tabela 37), valor utilizado nos testes de performance da raça Mertolenga (Pais, 2015), mas se o consumo estimado for calculado com 2,5% do peso vivo, apenas na fase de recria esse consumo real é superior ao estimado.

**Tabela 37.** Consumo de concentrado real e estimado

Grupo	Fase R (kg)		Fase T (kg)		Fase A (kg)	
	Cons. Real	Cons. Estimado	Cons. Real	Cons. Estimado	Cons. Real	Cons. Estimado
<b>A</b>	6,234	4,180	6,199	5,120	7,364	6,040
<b>B</b>	5,961	4,220	6,276	5,120	6,779	6,020
<b>C</b>	5,922	4,160	6,010	5,020	6,586	5,980
<b>Geral</b>	6,039	4,180	6,165	5,080	6,917	6,000

Apesar das diferenças significativas da ingestão de concentrado entre regimes alimentares e alguns períodos ( $P < 0,001$ ), na ANCOVA a ingestão de alimento concentrado não diferiu entre os regimes alimentares ( $P > 0,05$ ). O consumo diário de concentrado de todos os animais ( $6,470 \pm 0,418$  kg) foi superior aos resultados descritos por Rodrigues de Carvalho (2000) e Veríssimo (2001) (5,750 e 4,340 kg, respetivamente),

apesar do peso e idade inferior por parte dos animais deste ensaio, mas enquanto estes tinham um acesso *ad libitum* ao concentrado, nos outros dois ensaios o consumo era restringido a 2% do peso vivo. Ao confrontar com a ingestão de bovinos com concentrado distribuído também *ad libitum* (Castelo, 2014), os resultados são inferiores, apesar do peso e idade dos animais serem também inferiores.

A covariante  $GMD_{nasc-entr}$  parecia influenciar significativamente a ingestão de concentrado ( $P < 0,05$ ), como se observa na Tabela 38, mas posteriormente verificou-se com o Teste F a igualdade dos declives nos níveis do regime alimentar, porquanto a utilização da covariante ficou sem efeito ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 38.** Análise de covariância da ingestão do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMD <sub>nas-entr</sub>	-	1	-	0,02325	*
Regime alimentar	1	2	-	0,87993	NS
PEL	1	2	6,386	0,71676	NS
	2		6,410		
	3		6,769		
NASC	1	2	6,480	0,71155	NS
	2		6,362		
	3		6,643		
IENT	1	2	6,318	0,26267	NS
	2		6,469		
	3		6,660		
IVP	1	2	6,474	0,61908	NS
	2		6,263		
	3		6,719		
GER	1	1	6,545	0,54699	NS
	2		6,390		
CF	1	1	6,495	1,00000	NS
	2		6,437		
EXP	1	3	6,591	0,94595	NS
	2		6,978		
	3		6,230		
	4		6,406		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,93530	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99518	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Para este parâmetro, apesar dos diferentes resultados em função da pelagem obtidos na ANOVA, nesta análise, a pelagem dos animais não constituiu uma fonte de variação ( $P > 0,05$ ), o que está de acordo com o referido por Rodrigues de Carvalho (2000), que também não encontrou diferenças para a exploração de origem, tal como o determinado.

#### 4.1.2.2. Ingestão Ajustada do Alimento Grosseiro

Na Tabela 39 exibem-se os valores referentes à ingestão ajustada de palha. Tal como em 4.1.2.1. Ingestão Ajustada do Alimento Concentrado, também neste tópico o valor médio da ingestão do alimento grosseiro representa a quantidade consumida antes de ser ajustada para cada animal, em função do seu peso, em relação ao peso médio do grupo. Como o consumo de palha foi calculado para todo o ensaio experimental, o valor médio de ingestão de palha foi igual para todos os períodos e fases.

**Tabela 39.** Resultados da ingestão do alimento grosseiro

Grupo		Período (kg)					Fase (kg)			Início-Fim (kg)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752	0,752
	Desvio-Padrão	0,050	0,045	0,053	0,058	0,063	0,051	0,053	0,060	0,057
	Mínimo	0,668	0,677	0,673	0,672	0,679	0,672	0,673	0,676	0,675
	Máximo	0,835	0,824	0,852	0,872	0,888	0,854	0,852	0,880	0,887
B	Média	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
	Desvio-Padrão	0,055	0,051	0,054	0,056	0,060	0,053	0,054	0,060	0,057
	Mínimo	0,918	0,927	0,924	0,916	0,905	0,920	0,924	0,909	0,902
	Máximo	1,091	1,103	1,115	1,106	1,094	1,105	1,115	1,110	1,098
C	Média	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113	1,113
	Desvio-Padrão	0,060	0,060	0,062	0,059	0,057	0,061	0,062	0,057	0,054
	Mínimo	1,018	1,029	1,028	1,032	1,021	1,002	1,028	1,021	1,032
	Máximo	1,195	1,274	1,271	1,255	1,220	1,213	1,271	1,222	1,230
Geral	Média	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961	0,961
	Desvio-Padrão	0,163	0,163	0,166	0,169	0,165	0,164	0,166	0,165	0,164
	Mínimo	0,668	0,677	0,673	0,672	0,679	0,672	0,673	0,676	0,675
	Máximo	1,195	1,274	1,271	1,255	1,220	1,213	1,271	1,222	1,230

Como determinado na análise de variância efetuada por períodos para a ingestão de alimento concentrado, neste carácter (Tabela 40) também os animais com uma maior massa corporal apresentaram uma maior ingestão. Assim, os animais de pelagem malhada, os bovinos descendentes de vacas com idade superior a 9 anos, os animais com período de adaptação inferior a 35 dias, e os bovinos que não tiveram acesso ao *creep-feeding* ingeriram uma maior quantidade de alimento grosseiro.

O consumo de palha também diferiu consoante o regime alimentar ( $P < 0,001$ ), mas contrariamente ao que se tem constatado, foram os animais do regime alimentar 3, os de menor massa corporal e que consumiram a menor quantidade de concentrado, a apresentarem a maior ingestão de palha. Este resultado não deixa de ser curioso, até

porque o concentrado de acabamento que estes animais consumiram durante mais tempo, era aquele que tinha a maior proporção de fibra bruta, pelo que se pode considerar uma preferência destes animais pelos alimentos grosseiros na satisfação das suas necessidades nutritivas, em detrimento do alimento concentrado, o que para Roquete (1993) não é mais do que uma constatação prática da dificuldade, em algumas situações, em fazer com que um bovino Mertolengo ingira facilmente o alimento concentrado.

Relativamente aos animais dos outros regimes alimentares, também apresentaram diferenças na ingestão da palha. Os animais do regime alimentar 1 que consumiram a maior quantidade de concentrado, ingeriram a menor quantidade de palha, enquanto os animais do regime alimentar 2, tal como na ingestão de concentrado, se encontram numa posição intermédia, o que se traduz numa complementaridade entre os dois alimentos na satisfação das necessidades nutritivas dos bovinos.

**Tabela 40.** Análise de variância simples da ingestão de palha

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	0,752 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		1,017 <sup>b</sup>		
	3		1,117 <sup>c</sup>		
PEL	1	2	0,933 <sup>a</sup>	0,00021	***
	2		0,965 <sup>a</sup>		
	3		1,014 <sup>b</sup>		
IENT	1	2	0,956	0,39950	NS
	2		1,003		
	3		0,915		
IVP	1	2	0,986 <sup>a</sup>	0,00003	***
	2		0,974 <sup>a</sup>		
	3		0,919 <sup>b</sup>		
GER	1	1	0,972	0,89914	NS
	2		0,948		
ADAPT	1	1	0,974	0,00000	***
	2		0,948		
CF	1	1	0,965	0,00138	**
	2		0,954		
Período	-	4	-	0,98986	NS
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,99964	NS
IVP × Período	-	8	-	0,95083	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,18877	NS
CF × Período	-	4	-	0,74169	NS
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Ao contrário da análise anterior em que a grande maioria dos fatores presentes no modelo matemático-estatístico causou diferenças significativas na ingestão de palha,

na análise início-fim verificou-se precisamente o contrário (Tabela 41). A covariante e o regime alimentar tiveram influência significativa neste parâmetro ( $P < 0,01$ ), mas no Teste F determinou-se a igualdade dos declives nos níveis do regime alimentar, pelo que a covariante deixou de causar significativas variações ( $P > 0,05$ ), assim como o fator regime alimentar.

**Tabela 41.** Análise de covariância da ingestão de palha

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,00797	**
Regime alimentar	1	2	-	0,00312	**
PEL	1	2	0,926	0,71624	NS
	2		0,954		
	3		1,033		
NASC	1	2	0,960	0,44963	NS
	2		0,939		
	3		0,983		
IENT	1	2	0,943	0,20351	NS
	2		1,004		
	3		0,920		
IVP	1	2	0,989	0,58521	NS
	2		0,963		
	3		0,921		
GER	1	1	0,972	0,49378	NS
	2		0,941		
CF	1	1	0,957	1,00000	NS
	2		0,957		
EXP	1	3	0,962	0,87503	NS
	2		0,999		
	3		0,941		
	4		0,952		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,94615	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99029	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Como no modelo com variáveis de contraste, o regime alimentar não determinou diferenças neste carácter ( $P > 0,05$ ), pode-se confrontar o resultado médio geral ( $0,961 \pm 0,164$  kg) com o determinado por Castelo (2014), tendo-se verificado mais uma vez um menor consumo neste trabalho experimental.

#### 4.1.3. Eficiência Alimentar

Após se ter abordado em dois tópicos anteriores o GMD e a ingestão de alimentos, seguidamente fala-se da sua relação, ou seja do índice de conversão. Como se determinou de forma independente a ingestão do alimento concentrado e do alimento grosseiro, optou-se por calcular o índice de conversão apenas para o alimento concentrado (4.1.3.1.) e para ambos os alimentos (matéria bruta) (4.1.3.2.). Ambos os

índices de conversão são designados ajustados, devido à ingestão de alimentos ter sido determinada com base em valores ajustados, ao contrário do GMD que se refere a valores individuais.

#### 4.1.3.1. Índice de Conversão do Alimento Concentrado Ajustado

Os resultados do índice de conversão por quilograma de concentrado ingerido encontram-se na Tabela 42. Nos cinco períodos em que se analisaram os dados, apenas em seis situações o índice de conversão do concentrado foi superior a 10,000. No que respeita às fases, verificou-se uma diferença substancial na percentagem de animais com um índice de conversão do alimento concentrado inferior a 5,000, com 45,2, 12,2 e 7,3% para as fases de recria, transição e acabamento, respetivamente.

**Tabela 42.** Resultados do índice de conversão do alimento concentrado

Grupo		Período					Fase			Início-Fim
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	5,340	5,742	5,976	7,018	6,878	5,407	5,976	6,948	6,025
	Desvio-Padrão	1,713	1,163	1,175	1,500	1,335	1,011	1,175	1,415	0,901
	Mínimo	3,073	4,206	4,400	5,220	5,278	3,728	4,400	5,252	4,824
	Máximo	9,775	7,796	8,462	10,640	10,100	7,568	8,462	10,365	8,610
B	Média	5,749	5,243	6,810	6,402	6,169	5,339	6,810	6,099	5,816
	Desvio-Padrão	1,789	1,166	1,738	1,126	1,477	1,019	1,738	0,557	0,600
	Mínimo	3,755	3,590	4,571	4,879	4,342	4,343	4,571	4,839	5,110
	Máximo	10,628	8,408	10,340	9,000	9,348	7,849	10,340	6,798	7,038
C	Média	6,800	5,208	6,534	5,511	5,602	5,640	6,534	5,490	5,819
	Desvio-Padrão	3,009	0,796	1,119	0,593	0,767	1,176	1,119	0,514	0,586
	Mínimo	3,154	3,892	5,181	4,376	4,638	3,698	5,181	4,692	5,096
	Máximo	14,053	6,645	8,672	6,318	7,298	8,106	8,672	6,416	6,962
Geral	Média	5,963	5,398	6,438	6,330	6,231	5,462	6,438	6,196	5,888
	Desvio-Padrão	2,281	1,059	1,390	1,279	1,319	1,053	1,390	1,093	0,703
	Mínimo	3,073	3,590	4,400	4,376	4,342	3,698	4,400	4,692	4,824
	Máximo	14,053	8,408	10,340	10,640	10,100	8,106	10,340	10,365	8,610

Como se observa na Tabela 43 da ANOVA, foram muito poucos os fatores a causar diferenças significativas no índice de conversão do alimento concentrado ( $P > 0,05$ ).

No que se relaciona com a idade de entrada no Centro de Testagem e Recria, constatou-se que o índice de conversão dos bovinos com idade inferior a 6,0 meses foi mais elevado que o dos animais com mais de 7,0 meses ( $P < 0,01$ ). Esta diferença pode ser explicada pelo menor GMD dos animais com idade inferior a 6,0 meses, embora

também tenham ingerido uma menor quantidade de concentrado que os animais com mais de 7,0 meses de idade no momento de entrada.

O índice de conversão do concentrado foi menor no período P2-P3 em relação aos três últimos ( $P<0,01$ ). O resultado mais favorável em P2-P3 ao confrontar com o do período P3-P4, foi devido ao menor GMD obtido pelos animais neste último período, enquanto a origem dos piores resultados nos períodos P4-P5 e P5-P6 se deveu à maior quantidade de alimento concentrado ingerido pelos animais.

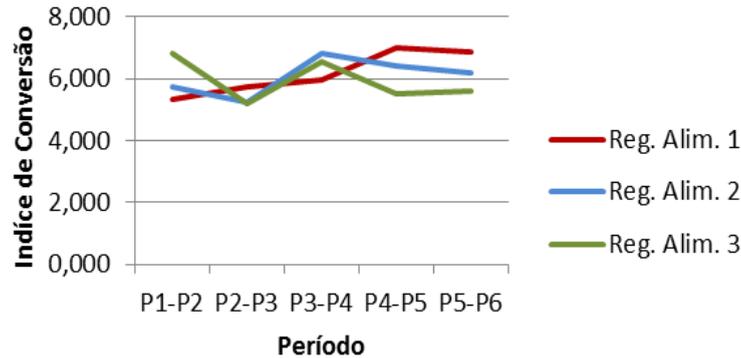
**Tabela 43.** Análise de variância simples do índice de conversão do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	6,191	0,54679	NS
	2		6,075		
	3		5,933		
PEL	1	2	6,188	0,26192	NS
	2		5,859		
	3		6,185		
IENT	1	2	6,305 <sup>a</sup>	0,00830	**
	2		6,171 <sup>a,b</sup>		
	3		5,644 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	5,677	0,06864	NS
	2		6,103		
	3		6,385		
GER	1	1	5,917	0,70883	NS
	2		6,223		
ADAPT	1	1	6,345	0,06024	NS
	2		5,824		
CF	1	1	6,044	0,34404	NS
	2		6,098		
Período	-	4	-	0,00548	**
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00215	**
IVP × Período	-	8	-	0,05366	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,96843	NS
CF × Período	-	4	-	0,00131	**
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ .

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P<0,05$ ).

Tal como no GMD e ao contrário da ingestão de concentrado, o regime alimentar não afetou este parâmetro ( $P>0,05$ ), mas a sua interação com os períodos foi significativa ( $P<0,01$ ). Ao observar a Figura 8 nota-se que os animais do regime alimentar 3 no período inicial apresentavam o índice de conversão do concentrado mais elevado, mas nos dois últimos períodos apresentaram os resultados mais favoráveis; situação claramente contrária à dos animais do regime alimentar 1, em que o índice de conversão foi sempre aumentando ao longo dos períodos e se tornou no mais elevado nos dois últimos períodos.



**Figura 8.** Interação entre o período e o regime alimentar

Na análise de medições repetidas (Tabela 44), a maior parte dos fatores também não influenciou significativamente o índice de conversão do concentrado ( $P>0,05$ ), tal como ocorreu na análise efetuada para o GMD. As diferenças entre as fases detetaram-se mais uma vez ( $P<0,001$ ), mas neste parâmetro de eficiência alimentar, a fase de recria obteve o resultado mais favorável (menor índice de conversão), apesar da velocidade de crescimento absoluta não diferir entre essa fase e a fase de acabamento ( $P>0,05$ ), pelo que, e embora sem análise de medições repetidas para a ingestão do alimento concentrado, o consumo deve ter sido inferior na fase de recria, para se ter obtido uma maior eficiência alimentar.

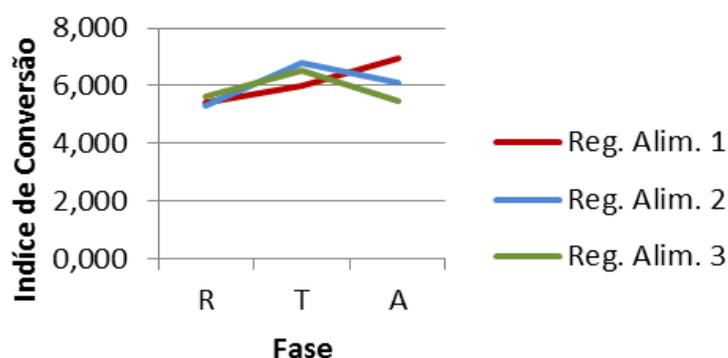
**Tabela 44.** Análise de medições repetidas do índice de conversão do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	6,110	0,99560	NS
	2		6,083		
	3		5,882		
PEL	1	2	6,200	0,80767	NS
	2		5,899		
	3		5,872		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,14462	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00024	***
EXP	1	3	6,451	0,10675	NS
	2		5,516		
	3		6,214		
	4		5,645		
IENT	1	2	6,403	0,69678	NS
	2		5,978		
	3		5,605		
Fase	-	2	-	0,00000	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,39479	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,99367	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,00014	***
Erro		61			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ .

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P<0,05$ ).

Na Figura 9, onde se encontra representada a interação entre os regimes alimentares e as fases ( $P < 0,001$ ), é bem visível o menor índice de conversão do concentrado apresentado por todos os regimes alimentares na fase de recria. Enquanto o índice de conversão dos regimes alimentares 2 e 3, após os valores elevados na fase de transição, em função do menor GMD obtido nessa fase, diminuiu na fase de acabamento, o índice de conversão dos animais do regime alimentar 1 foi sempre aumentando de fase para fase, mas com um maior incremento da fase de transição para a de acabamento.



**Figura 9.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Como o regime alimentar mais uma vez não afetou este parâmetro ( $P > 0,05$ ), em termos de eficiência alimentar do alimento concentrado pode-se optar por qualquer um dos regimes alimentares. Tal como já demonstrado pelos resultados do GMD, pode-se realizar uma mudança do alimento concentrado, de forma mais gradual ou repentina, e assim pode-se iniciar a administração de concentrado de acabamento após P3, para além de também se poder reduzir a concentração proteica da dieta, tal como referem Koenig *et al.* (2013); tudo isto porque o índice de conversão do alimento concentrado dos bovinos dos regimes alimentares 2 e 3 não foi superior ao dos animais do regime alimentar 1, em qualquer uma das fases.

Dos fatores incluídos no modelo matemático-estatístico da ANCOVA, nenhum deles constituiu uma fonte de variação no índice de conversão do concentrado ( $P > 0,05$ ), tal como a própria covariante utilizada ( $P > 0,05$ ) (Tabela 45). Em virtude do regime alimentar não ter causado diferença significativa no índice de conversão do concentrado, pode-se confrontar o resultado médio obtido por todos os animais ( $5,888 \pm 0,703$ ) com os obtidos noutros trabalhos, apesar de na maioria, os índices de conversão

serem relativos a bovinos com peso e idade superiores aos animais do presente ensaio. Ao confrontar com resultados mais antigos, como os obtidos por Rodrigues de Carvalho (2000), Roquete (1993) e Veríssimo (2001), de 6,510, 6,482 e 6,660, respectivamente, e apesar da restrição do consumo a 2,0% do peso vivo, constata-se uma melhoria na eficiência alimentar do concentrado, confirmada também pelos resultados semelhantes aos obtidos neste ensaio por Castelo (2014).

**Tabela 45.** Análise de covariância do índice de conversão do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,10146	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,60475	NS
PEL	1	2	6,054	0,32956	NS
	2		5,667		
	3		5,929		
NASC	1	2	5,819	0,61361	NS
	2		5,972		
	3		5,988		
IENT	1	2	6,157	0,55904	NS
	2		5,938		
	3		5,495		
IVP	1	2	5,546	0,99567	NS
	2		5,976		
	3		6,097		
GER	1	1	5,708	0,33854	NS
	2		6,078		
CF	1	1	5,826	1,00000	NS
	2		5,968		
EXP	1	3	6,311	0,18056	NS
	2		5,660		
	3		6,086		
	4		5,382		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,76048	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,98139	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Neste parâmetro, a pelagem dos bovinos não foi um fator com influência significativa (P>0,05), o que está de acordo com o referido por diversos autores (Côrte-Real, 2003; Rodrigues de Carvalho, 2000; Roquete, 1993), e que assim, mais uma vez, de certa forma coloca em causa um estudo de Mateus *et al.* (2012), que refere uma clara diferenciação em termos genéticos para cada uma das pelagens da raça.

A exploração de origem dos bovinos que nos estudos de Rodrigues de Carvalho (2000) e de Roquete (1993) causaram diferenças significativas no índice de conversão do concentrado apresentado pelos bovinos, neste ensaio não causaram significativas variações (P>0,05).

#### 4.1.3.2. Índice de Conversão da Matéria Bruta Ajustada

Neste parâmetro de análise da eficiência alimentar, em que para além da ingestão do alimento concentrado também se considerou o consumo de palha, como é evidente, os resultados foram superiores ao comparar com aqueles em que se considerou apenas o consumo de alimento concentrado (Tabela 46). Assim, verificou-se um aumento médio deste parâmetro em aproximadamente 0,908, ao confrontar as médias gerais de todos os intervalos de tempos considerados neste trabalho, com os resultados obtidos no tópico anterior (4.1.3.1.). Apesar dos resultados mais elevados, nos cinco períodos, apenas em catorze ocasiões os bovinos apresentaram um índice de conversão superior a 10,000. Nas fases também se continuou a verificar uma grande diferença no que se refere à percentagem de animais com um índice de conversão inferior a 6,000 (em vez de 5,000, como no tópico anterior devido ao aumento aproximado de uma unidade dos valores médios), com 52,4, 19,5 e 14,6% nas fases de recria, transição e acabamento, respetivamente.

**Tabela 46.** Resultados do índice de conversão da matéria bruta

Grupo		Período					Fase			Início-Fim
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	6,025	6,398	6,701	7,729	7,586	6,060	6,701	7,658	6,704
	Desvio-Padrão	1,933	1,296	1,318	1,652	1,472	1,133	1,318	1,559	1,003
	Mínimo	3,467	4,686	4,934	5,749	5,821	4,178	4,934	5,789	5,367
	Máximo	11,027	8,687	9,489	11,719	11,141	8,482	9,489	11,424	9,580
B	Média	6,745	6,126	7,914	7,403	7,058	6,251	7,914	7,014	6,748
	Desvio-Padrão	2,099	1,362	2,020	1,303	1,690	1,193	2,020	0,640	0,696
	Mínimo	4,405	4,194	5,311	5,642	4,967	5,084	5,311	5,565	5,929
	Máximo	12,469	9,823	12,016	10,408	10,695	9,189	12,016	7,818	8,166
C	Média	8,089	6,179	7,753	6,454	6,537	6,700	7,753	6,418	6,835
	Desvio-Padrão	3,580	0,944	1,328	0,694	0,895	1,397	1,328	0,601	0,689
	Mínimo	3,751	4,618	6,147	5,125	5,412	4,394	6,147	5,485	5,985
	Máximo	16,717	7,884	10,289	7,399	8,516	9,630	10,289	7,500	8,178
Geral	Média	6,953	6,234	7,449	7,214	7,073	6,337	7,449	7,045	6,760
	Desvio-Padrão	2,719	1,191	1,650	1,370	1,435	1,245	1,650	1,136	0,793
	Mínimo	3,467	4,194	4,934	5,125	4,967	4,178	4,934	5,485	5,367
	Máximo	16,717	9,823	12,016	11,719	11,141	9,630	12,016	11,424	9,580

Na análise por períodos, as fontes de variância a afetar este carácter foram as mesmas que de forma significativa influenciaram o índice de conversão do alimento concentrado (Tabela 47). Entre os períodos detetaram-se diferenças ( $P < 0,01$ ) devido ao menor índice de conversão no período P2-P3 ao comparar com os períodos P3-P4 e P4-

P5. As causas anteriormente descritas para as diferenças no índice de conversão do concentrado, também se aplicam neste carácter, ou seja o GMD inferior em P3-P4 e a maior ingestão de concentrado em P4-P5, já que a ingestão de palha, como referido anteriormente, não difere entre os períodos.

Tal como no índice de conversão do concentrado, os bovinos com menos de 6,0 meses no momento de entrada apresentaram um índice de conversão da matéria bruta mais elevado que os animais com mais de 7,0 meses. Uma vez mais, a justificação é a mesma que para o tópico anterior, até porque a idade de entrada no Centro foi um fator que não afetou a ingestão de palha.

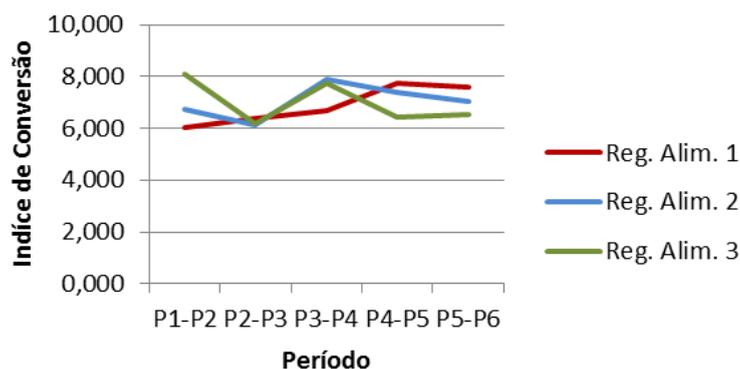
**Tabela 47.** Análise de variância simples do índice de conversão da matéria bruta

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	6,888	0,82458	NS
	2		7,049		
	3		7,006		
PEL	1	2	7,104	0,24134	NS
	2		6,734		
	3		7,161		
IENT	1	2	7,252 <sup>a</sup>	0,01119	*
	2		7,152 <sup>a,b</sup>		
	3		6,433 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	6,561	0,06828	NS
	2		7,053		
	3		7,277		
GER	1	1	6,808	0,67444	NS
	2		7,159		
ADAPT	1	1	7,331	0,06855	NS
	2		6,672		
CF	1	1	6,945	0,34227	NS
	2		7,026		
Período	-	4	-	0,00951	**
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00313	**
IVP × Período	-	8	-	0,05298	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,96032	NS
CF × Período	-	4	-	0,00143	**
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

O índice de conversão da matéria bruta não diferiu consoante o regime alimentar (P>0,05), apesar deste fator ter afetado a ingestão do alimento concentrado e também de palha. O efeito da interação regime alimentar × período foi significativo (P<0,01), uma vez que como se observa na Figura 10, ocorreu novamente uma grande mudança no comportamento dos bovinos dos três regimes alimentares nos diversos períodos.



**Figura 10.** Interação entre o período e o regime alimentar

Em termos da análise de medições repetidas, as fontes a causar variação neste parâmetro ( $P < 0,05$ ) também são as mesmas que influenciaram de forma significativa o índice de conversão do alimento concentrado (Tabela 48).

**Tabela 48.** Análise de medições repetidas do índice de conversão da matéria bruta

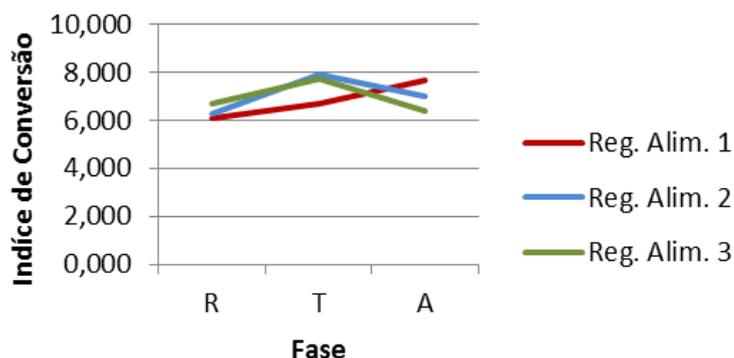
Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	6,806	0,90500	NS
	2		7,059		
	3		6,951		
PEL	1	2	7,123	0,80902	NS
	2		6,788		
	3		6,799		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,15355	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00059	***
EXP	1	3	7,410	0,13139	NS
	2		6,323		
	3		7,173		
	4		6,503		
IENT	1	2	7,371	0,69634	NS
	2		6,931		
	3		6,395		
Fase	-	2	-	0,00001	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,45412	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,99394	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,00035	***
Erro		61			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Como a ingestão do alimento grosseiro não diferiu entre as fases, é evidente que este índice de conversão também foi inferior na fase de recria ao comparar com as outras duas fases ( $P < 0,001$ ), e que as causas para esta diferenciação são as já apresentadas anteriormente para o índice de conversão do alimento concentrado. Na Figura 11, onde está exposta a interação entre o regime alimentar e a fase ( $P < 0,001$ ), é possível visualizar a maior eficiência alimentar na fase de recria, bem como o incremento do índice de conversão por parte dos animais do regime alimentar 1 ao longo das fases,

o que está de acordo com McDonald *et al.* (2006), que referem uma menor eficiência alimentar com o aumento de peso e principalmente quando ocorre o desenvolvimento do tecido adiposo. Situação precisamente contrária ao que sucedeu nos outros dois regimes alimentares, em que ocorreu uma diminuição deste parâmetro na fase de acabamento, após o incremento da fase de recria para a fase de transição.



**Figura 11.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Relativamente à análise início-fim efetuada para este parâmetro, cujos resultados se exibem na Tabela 49, observou-se que nem a covariante, nem os fatores e interações incluídas no modelo matemático-estatístico da ANCOVA tiveram um efeito significativo no índice de conversão da matéria bruta ( $P > 0,05$ ). Assim e uma vez mais, com o carácter a não diferir em função do regime alimentar ( $P > 0,05$ ), tal como determinado também por Fraústo da Silva (1996), qualquer regime alimentar é exequível, pelo que se podem efetuar comparações com o índice de conversão da matéria bruta médio calculado para todos os animais ( $6,760 \pm 0,793$ ). Este valor é extremamente positivo ao confrontar com os determinados por Roquete (1993) e Veríssimo (2001) para o índice de conversão da matéria bruta e ao comparar com os obtidos por Fraústo da Silva (1996) e Vacas (2001) para a matéria seca, o que apenas é possível devido ao elevado teor de matéria seca e à sua semelhança em todos os alimentos. Já ao comparar com um resultado mais recente,  $6,310 \pm 1,080$  (Pais *et al.*, 2013), verifica-se uma maior proximidade entre ambos os valores, embora este tenha sido calculado em termos da matéria seca do alimento.

**Tabela 49.** Análise de covariância do índice de conversão da matéria bruta

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,10070	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,71085	NS
PEL	1	2	6,937	0,34198	NS
	2		6,505		
	3		6,841		
NASC	1	2	6,688	0,60738	NS
	2		6,841		
	3		6,878		
IENT	1	2	7,065	0,56144	NS
	2		6,867		
	3		6,256		
IVP	1	2	6,395	0,99363	NS
	2		6,890		
	3		6,938		
GER	1	1	6,553	0,35100	NS
	2		6,978		
CF	1	1	6,686	1,00000	NS
	2		6,856		
EXP	1	3	7,234	0,18568	NS
	2		6,471		
	3		7,004		
	4		6,184		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,75107	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,98400	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

A inexistência de resposta por parte dos bovinos em função da sua pelagem (P>0,05) está mais uma vez de acordo com o referido por Roquete (1993) e contradiz os resultados obtidos por Vacas (2001) da diferenciação entre pelagens para este parâmetro. No que se relaciona com o fator exploração de origem dos bovinos, contrariamente a Roquete (1993) e Vacas (2001), este não teve qualquer efeito significativo neste índice de conversão (P>0,05), assim como a idade de entrada dos animais no Centro, o que já se encontra conforme o obtido por Vacas (2001).

#### 4.1.4. Eficiência Bio Económica

Neste último ponto do desempenho produtivo são abordados os aspetos económicos relacionados com as despesas da alimentação diferenciada nos três grupos de animais, para além dos cálculos da eficiência económica por quilograma de peso vivo.

#### 4.1.4.1. Custo do Alimento Concentrado Ajustado

Este custo refere-se ao custo do alimento concentrado, calculado por dia e por animal, tendo em conta o consumo total por grupo, o seu preço, o número de animais no grupo e a duração do intervalo de tempo.

Como se observa na Tabela 50, para o total dos animais (geral), todos os valores médios, exceto o do período P5-P6, apresentaram um custo do concentrado inferior a 2,000 €. Estes reduzidos custos também são comprovados pelas diminutas percentagens de bovinos que apresentaram valores superiores a 2,000 € (2,4% nas fases de recria e transição e 12,2% do início ao fim), apenas com uma percentagem claramente superior na fase de acabamento (39,0%).

**Tabela 50.** Resultados do custo do alimento concentrado

Grupo		Período (€)					Fase (€)			Início-Fim (€)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	1,692	1,897	1,786	2,139	2,104	1,796	1,786	2,122	1,924
	Desvio-Padrão	0,112	0,113	0,126	0,166	0,175	0,122	0,126	0,170	0,145
	Mínimo	1,503	1,706	1,599	1,911	1,899	1,605	1,599	1,906	1,727
	Máximo	1,878	2,078	2,024	2,478	2,484	2,040	2,024	2,482	2,268
B	Média	1,692	1,742	1,793	1,842	2,000	1,718	1,793	1,920	1,813
	Desvio-Padrão	0,092	0,087	0,095	0,101	0,117	0,090	0,095	0,114	0,102
	Mínimo	1,527	1,588	1,629	1,659	1,780	1,553	1,629	1,715	1,609
	Máximo	1,815	1,889	1,965	2,002	2,152	1,866	1,965	2,095	1,957
C	Média	1,692	1,720	1,706	1,865	1,888	1,707	1,706	1,865	1,813
	Desvio-Padrão	0,091	0,093	0,095	0,098	0,097	0,093	0,095	0,095	0,088
	Mínimo	1,548	1,589	1,565	1,708	1,732	1,536	1,565	1,711	1,680
	Máximo	1,817	1,969	1,934	2,077	2,069	1,860	1,934	2,048	2,003
Geral	Média	1,692	1,786	1,763	1,951	2,000	1,740	1,763	1,971	1,851
	Desvio-Padrão	0,096	0,125	0,111	0,185	0,158	0,108	0,111	0,170	0,124
	Mínimo	1,503	1,588	1,565	1,659	1,732	1,536	1,565	1,711	1,609
	Máximo	1,878	2,078	2,024	2,478	2,484	2,040	2,024	2,482	2,268

Na análise de variância simples, a grande maioria dos fatores de variação influenciou de forma significativa o custo do alimento concentrado ( $P < 0,05$ ) (Tabela 51), tal como ocorreu com a sua ingestão, parâmetro com o qual se encontra inteiramente relacionado. Constatou-se que a uma maior quantidade de concentrado consumido, está associado um maior custo do alimento. Assim, os animais de pelagem malhada, os animais com progenitoras com mais de 9 anos no momento do parto, os bovinos com um período de adaptação inferior a 35 dias, os animais que não tiveram acesso ao *creep-feeding* e também os animais com idade de entrada no Centro superior a 7,0 meses

(diferença significativa apenas para os bovinos com idade inferior a 6,0 meses), apresentaram um maior custo do alimento concentrado.

**Tabela 51.** Análise de variância simples do custo do concentrado

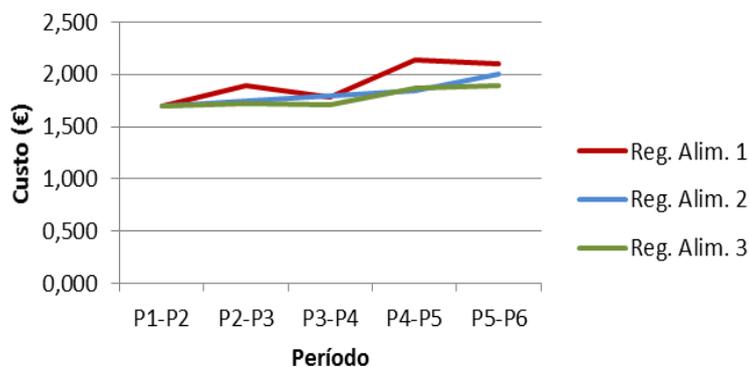
Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,924 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		1,814 <sup>b</sup>		
	3		1,772 <sup>c</sup>		
PEL	1	2	1,819 <sup>a</sup>	0,00017	***
	2		1,839 <sup>a</sup>		
	3		1,878 <sup>b</sup>		
IENT	1	2	1,803 <sup>a</sup>	0,04557	*
	2		1,829 <sup>a,b</sup>		
	3		1,891 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	1,830 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		1,783 <sup>a</sup>		
	3		1,913 <sup>b</sup>		
GER	1	1	1,855	0,97571	NS
	2		1,820		
ADAPT	1	1	1,783	0,00000	***
	2		1,886		
CF	1	1	1,860	0,00100	**
	2		1,810		
Período	-	4	-	0,00000	***
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00000	***
IVP × Período	-	8	-	0,87865	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,10052	NS
CF × Período	-	4	-	0,72779	NS
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

O custo do alimento concentrado diferiu em função do regime alimentar (P<0,001), mas também nos diferentes períodos do ensaio (P<0,001). Ao observar a Figura 12 verifica-se a interação entre estes dois fatores. No período inicial do ensaio, o custo do alimento concentrado foi o mais reduzido para os três regimes alimentares, uma vez que foi o período no qual consumiram a menor quantidade de alimento concentrado. Para todos os regimes alimentares, os maiores custos com o alimento concentrado registaram-se nos dois últimos períodos, mas mesmo assim observou-se uma diferenciação entre regimes alimentares. Os animais do regime alimentar 1 apresentaram os resultados mais elevados, devido ao maior consumo de concentrado, mas também devido ao preço mais elevado do concentrado de crescimento, que nestes dois períodos era apenas distribuído a este grupo de animais. Embora não se evidencie muito, o custo do alimento concentrado consumido pelos animais do regime alimentar 2, foi mais elevado que no regime alimentar 3, devido há maior ingestão de concentrado,

mas também devido ao maior intervalo de tempo que consumiram o concentrado de crescimento (mais tempo de transição entre concentrados), que como já referido anteriormente, era mais dispendioso.



**Figura 12.** Interação entre o período e o regime alimentar

Em termos de análise início-fim (Tabela 52), o regime alimentar, assim como os outros fatores que tinham influência significativa para este parâmetro na ANOVA ( $P < 0,05$ ), nesta análise deixaram de constituir uma fonte de variação ( $P > 0,05$ ), pois também nenhum fator fez diferir a ingestão de alimento concentrado ( $P > 0,05$ ). Em comparação com 2,190 €, o custo do concentrado obtido por Castelo (2014) com um alimento concentrado com um preço de aproximadamente 0,282 €/kg, verifica-se que o custo médio obtido por todos os animais ( $1,851 \pm 0,124$  €) foi inferior, devido ao menor consumo, como descrito anteriormente.

A covariante  $GMD_{nasc-entr}$  é que parecia ter um efeito significativo no custo do alimento concentrado ( $P < 0,05$ ), mas com o Teste F determinou-se a igualdade dos declives nos níveis do regime alimentar, pelo que a covariante deixou de causar variações significativas neste parâmetro ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 52.** Análise de covariância do custo do concentrado

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,02400	*
Regime alimentar	1	2	-	0,93458	NS
PEL	1	2	1,828	0,71691	NS
	2		1,834		
	3		1,935		
NASC	1	2	1,854	0,71824	NS
	2		1,821		
	3		1,901		
IENT	1	2	1,807	0,26454	NS
	2		1,848		
	3		1,909		
IVP	1	2	1,850	0,62001	NS
	2		1,790		
	3		1,927		
GER	1	1	1,872	0,54870	NS
	2		1,829		
CF	1	1	1,858	1,00000	NS
	2		1,841		
EXP	1	3	1,887	0,94733	NS
	2		1,999		
	3		1,781		
	4		1,832		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,93495	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99530	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

#### 4.1.4.2. Custo da Matéria Bruta Ajustada

Tal como no tópico anterior, pretendeu-se analisar o custo do alimento concentrado, mas também o do alimento grosseiro, pelo que se designou custo da matéria bruta. Devido ao reduzido preço da palha, quando comparado com o preço de ambos os concentrados, as médias “gerais” do custo da matéria bruta são apenas 0,067 € superiores aos valores médios do custo do concentrado (Tabela 53). Apesar desta pequena diferença, a percentagem de bovinos com um custo diário superior a 2,000 € foi mais elevada (4,8, 12,2 e 22,0% para a fase de recria, fase de transição e para o início-fim, respetivamente), o que foi largamente comprovado com a percentagem obtida na fase de acabamento (51,2%).

**Tabela 53.** Resultados do custo da matéria bruta

Grupo		Período (€)					Fase (€)			Início-Fim (€)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	1,745	1,949	1,839	2,192	2,157	1,849	1,839	2,175	1,977
	Desvio-Padrão	0,115	0,116	0,129	0,170	0,179	0,125	0,129	0,174	0,149
	Mínimo	1,550	1,753	1,646	1,958	1,947	1,652	1,646	1,953	1,774
	Máximo	1,936	2,135	2,084	2,539	2,546	2,100	2,084	2,544	2,330
B	Média	1,764	1,813	1,864	1,913	2,071	1,789	1,864	1,991	1,885
	Desvio-Padrão	0,096	0,090	0,099	0,105	0,121	0,093	0,099	0,118	0,106
	Mínimo	1,591	1,653	1,693	1,723	1,844	1,617	1,693	1,779	1,672
	Máximo	1,891	1,966	2,043	2,080	2,228	1,944	2,043	2,173	2,034
C	Média	1,770	1,798	1,784	1,944	1,966	1,784	1,784	1,943	1,891
	Desvio-Padrão	0,095	0,098	0,099	0,103	0,101	0,098	0,099	0,099	0,092
	Mínimo	1,620	1,661	1,637	1,780	1,803	1,607	1,637	1,782	1,752
	Máximo	1,901	2,059	2,023	2,165	2,155	1,945	2,023	2,133	2,089
Geral	Média	1,760	1,854	1,830	2,018	2,067	1,807	1,830	2,038	1,918
	Desvio-Padrão	0,101	0,121	0,113	0,180	0,156	0,108	0,113	0,166	0,123
	Mínimo	1,550	1,653	1,637	1,723	1,803	1,607	1,637	1,779	1,672
	Máximo	1,936	2,135	2,084	2,539	2,546	2,100	2,084	2,544	2,330

Os fatores presentes no modelo da análise de variância efetuada para os períodos a causar diferenças significativas neste parâmetro, com exceção da idade de entrada dos animais no Centro de Testagem e Recria que deixou de causar diferenças ( $P>0,05$ ), são os mesmos que influenciaram significativamente o custo do alimento concentrado (Tabela 54). Como para os fatores pelagem dos animais, idade da vaca ao parto, tempo do período de adaptação e acesso ou não ao *creep feeding*, se verificou que nos níveis em que a ingestão de concentrado era superior, a ingestão de palha também o era, é evidente que tal como no custo do alimento concentrado, também o custo da matéria bruta foi superior nesses tratamentos em que se verificaram maiores consumos.

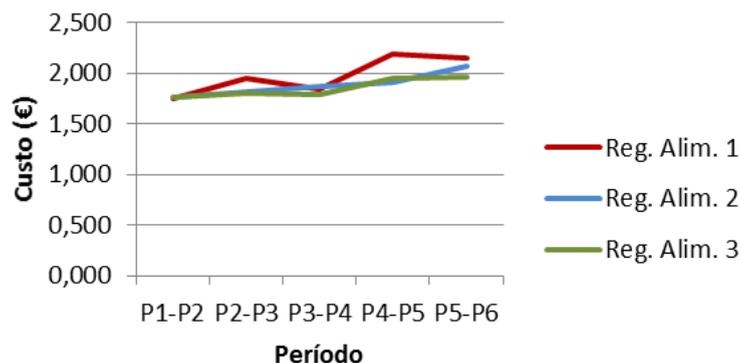
**Tabela 54.** Análise de variância simples do custo da matéria bruta

Fator de Variação	Níveis	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,976 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		1,885 <sup>b</sup>		
	3		1,850 <sup>b</sup>		
PEL	1	2	1,884 <sup>a</sup>	0,00017	***
	2		1,906 <sup>a</sup>		
	3		1,949 <sup>b</sup>		
IENT	1	2	1,870	0,05039	NS
	2		1,899		
	3		1,956		
IVP	1	2	1,899 <sup>a</sup>	0,00000	***
	2		1,852 <sup>a</sup>		
	3		1,977 <sup>b</sup>		
GER	1	1	1,923	0,96611	NS
	2		1,886		
ADAPT	1	1	1,851	0,00000	***
	2		1,952		
CF	1	1	1,927	0,00099	***
	2		1,877		
Período	-	4	-	0,00000	***
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00000	***
IVP × Período	-	8	-	0,88056	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,10159	NS
CF × Período	-	4	-	0,72477	NS
Erro		167			

Legenda: NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Neste parâmetro, o fator regime alimentar também causou diferenças significativas (P<0,001), com os animais do regime alimentar 1 a exibirem os maiores custos com a alimentação. Ao contrário do que ocorreu no custo do alimento concentrado, neste caracter não houve diferença significativa entre os outros dois regimes alimentares, o que está relacionado com o maior consumo de palha por parte dos animais do regime alimentar 3 e conseqüentemente o custo mais elevado. Relativamente aos períodos, também se detetaram diferentes custos da alimentação (P<0,001), apenas devido ao alimento concentrado já que o consumo de palha foi determinado para todo o tempo de ensaio. Como é possível observar na Figura 13, onde está representada a interação regime alimentar × período, mais uma vez o período inicial foi aquele em que o custo foi inferior e os dois períodos finais aqueles em que os custos com a alimentação foram superiores.



**Figura 13.** Interação entre o período e o regime alimentar

Já na ANCOVA, para além da covariante que parecia ter um efeito significativo neste parâmetro ( $P < 0,05$ ) (Tabela 55), mas mais uma vez determinou-se pelo Teste F a igualdade dos declives nos níveis do regime alimentar, os restantes fatores e interações incluídos no modelo matemático-estatístico também não tiveram qualquer influência significativa no custo da matéria bruta ( $P > 0,05$ ).

**Tabela 55.** Análise de covariância do custo da matéria bruta

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,02314	*
Regime alimentar	1	2	-	0,88673	NS
PEL	1	2	1,893	0,71669	NS
	2		1,900		
	3		2,007		
NASC	1	2	1,921	0,70992	NS
	2		1,886		
	3		1,969		
IENT	1	2	1,873	0,26215	NS
	2		1,918		
	3		1,974		
IVP	1	2	1,920	0,61858	NS
	2		1,857		
	3		1,991		
GER	1	1	1,940	0,54672	NS
	2		1,894		
CF	1	1	1,925	1,00000	NS
	2		1,908		
EXP	1	3	1,954	0,94551	NS
	2		2,068		
	3		1,847		
	4		1,899		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,93542	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99518	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

A justificação para nenhum destes fatores afetar o custo da matéria bruta, é que tanto a ingestão de alimento concentrado, como a ingestão de palha também não

diferiram em função de nenhum destes fatores ( $P>0,05$ ), pelo que se torna evidente que o custo da alimentação não pode variar. Custo esse, que foi inferior a 2,300 € (Castelo, 2014), sobretudo em função dos menores consumos de alimentos, concentrado e grosseiro, já que o custo por kg do alimento concentrado era semelhante e o da palha era exatamente o mesmo.

#### **4.1.4.3. Custo de Produção de um Quilograma de Peso Vivo**

Depois de determinado o custo da matéria bruta por dia e animal (tópico 4.1.4.2.), utilizou-se esse valor para juntamente com o valor do GMD (tópico 4.1.1.3.1.) calcular o custo da alimentação na produção de um quilograma de peso vivo (Tabela 56), ou seja este parâmetro está relacionado com o índice de conversão da matéria bruta e representa o custo da quantidade de alimento que um animal necessita de ingerir para repor um kg de peso vivo.

Neste parâmetro todos os valores médios do conjunto dos três grupos (geral) foram inferiores a 2,000 €, apesar de uma maior dispersão dos valores mínimos e máximos. Como descrito anteriormente, a percentagem de bovinos com um custo da matéria bruta superior a 2,000 € foi mais elevada na fase de acabamento, mas em termos de produção de um kg de peso vivo, essa maior percentagem (39,0%) verificou-se na fase de transição, fase na qual a percentagem de animais com velocidade de crescimento inferior a 1,000 kg/dia era a mais elevada (53,7%). Nas fases de recria e acabamento, a percentagem de animais com um custo de produção de um kg de peso vivo superior a 2,000 € foi de 14,3 e 14,6%, respetivamente. A fase de acabamento, apesar da percentagem de animais com um custo da matéria bruta por animal/dia superior a 2,000 € ter sido a mais elevada (51,2%), como era aquela em que a proporção de bovinos com velocidade de crescimento inferior a 1,000 kg/dia era a mais reduzida (19,5%), obteve uma percentagem de bovinos com custo superior a 2,000 €, similar à determinada para a fase de recria.

**Tabela 56.** Resultados do custo de produção de um quilograma de peso vivo

Grupo		Período (€)					Fase (€)			Início-Fim (€)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	1,587	1,700	1,773	2,072	2,031	1,604	1,773	2,052	1,784
	Desvio-Padrão	0,509	0,344	0,349	0,443	0,394	0,300	0,349	0,418	0,267
	Mínimo	0,913	1,246	1,305	1,541	1,559	1,106	1,305	1,551	1,428
	Máximo	2,904	2,309	2,510	3,142	2,983	2,245	2,510	3,061	2,549
B	Média	1,726	1,573	2,023	1,883	1,809	1,602	2,023	1,791	1,726
	Desvio-Padrão	0,537	0,350	0,517	0,331	0,433	0,306	0,517	0,164	0,178
	Mínimo	1,128	1,077	1,358	1,435	1,273	1,303	1,358	1,421	1,516
	Máximo	3,191	2,522	3,072	2,647	2,741	2,356	3,072	1,996	2,089
C	Média	2,050	1,569	1,940	1,626	1,652	1,699	1,940	1,620	1,726
	Desvio-Padrão	0,907	0,240	0,332	0,175	0,226	0,354	0,332	0,152	0,174
	Mínimo	0,951	1,172	1,538	1,292	1,367	1,114	1,538	1,384	1,511
	Máximo	4,236	2,002	2,574	1,865	2,152	2,443	2,574	1,893	2,065
Geral	Média	1,788	1,614	1,911	1,866	1,835	1,635	1,911	1,826	1,746
	Desvio-Padrão	0,688	0,314	0,413	0,377	0,389	0,316	0,413	0,323	0,208
	Mínimo	0,913	1,077	1,305	1,292	1,273	1,106	1,305	1,384	1,428
	Máximo	4,236	2,522	3,072	3,142	2,983	2,443	3,072	3,061	2,549

Na análise de variância simples foram muito poucos os fatores a afetar significativamente este parâmetro (Tabela 57). A idade de entrada no Centro de Testagem e Recria foi um deles, uma vez que os animais com idade inferior a 6,0 meses apresentaram um custo da alimentação na produção de um kg de peso vivo superior ao dos animais com mais de 7,0 meses no momento de entrada no Centro. Esta diferença deveu-se ao menor GMD exibido pelos animais com menos de 6,0 meses no momento da entrada, já que a idade de entrada não foi um fator significativo no custo da matéria bruta ( $P > 0,05$ ).

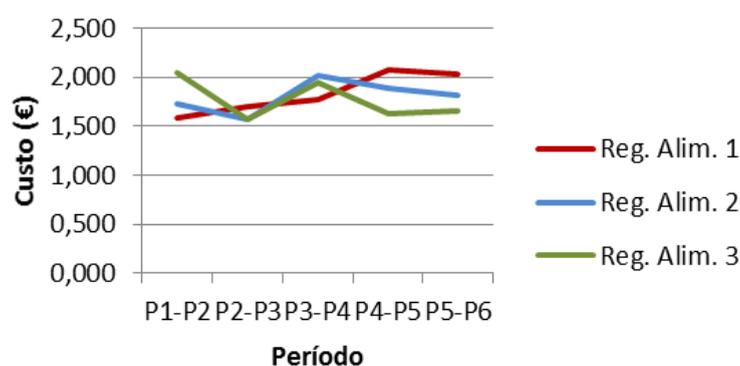
**Tabela 57.** Análise de variância simples do custo de produção de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,833	0,65610	NS
	2		1,803		
	3		1,769		
PEL	1	2	1,837	0,25082	NS
	2		1,739		
	3		1,839		
IENT	1	2	1,872 <sup>a</sup>	0,00909	**
	2		1,834 <sup>a,b</sup>		
	3		1,674 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	1,686	0,06775	NS
	2		1,813		
	3		1,894		
GER	1	1	1,757	0,70775	NS
	2		1,848		
ADAPT	1	1	1,885	0,06116	NS
	2		1,728		
CF	1	1	1,794	0,35111	NS
	2		1,812		
Período	-	4	-	0,01328	*
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,00161	**
IVP × Período	-	8	-	0,05263	NS
ADAPT × Período	-	4	-	0,96606	NS
CF × Período	-	4	-	0,00135	**
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Nesta análise, o custo da alimentação na produção de um kg de peso vivo, tal como o GMD e ao contrário do custo da matéria bruta, não diferiu consoante o regime alimentar adotado (P>0,05). Já entre períodos detetaram-se diferenças (P<0,05), devido aos custos mais reduzidos na produção de um kg de peso vivo no período P2-P3 ao comparar com os períodos P3-P4 e P4-P5. A interação entre estes dois fatores também foi significativa (P<0,01) já que ocorreram grandes alterações no custo de produção de um kg de peso vivo nos animais de cada regime alimentar (Figura 14).



**Figura 14.** Interação entre o período e o regime alimentar

Tanto a pelagem, como a exploração de origem e a idade de entrada no Centro foram fatores que não tiveram qualquer influência na análise por fases ( $P>0,05$ ), como se observa na Tabela 58. A idade de entrada dos animais, ao contrário do que sucedeu na análise anterior não constituiu uma fonte de variação neste parâmetro ( $P>0,05$ ), uma vez que o GMD na análise de medições repetidas, não foi afetado de forma significativa pela idade de entrada dos animais e esse parâmetro é que causava a variação na análise por períodos.

**Tabela 58.** Análise de medições repetidas do custo de produção de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	1,810	0,99954	NS
	2		1,805		
	3		1,752		
PEL	1	2	1,841	0,80795	NS
	2		1,751		
	3		1,745		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,14506	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00031	***
EXP	1	3	1,915	0,11010	NS
	2		1,638		
	3		1,846		
	4		1,675		
IENT	1	2	1,901	0,70130	NS
	2		1,776		
	3		1,663		
Fase	-	2	-	0,00002	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,40146	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,99397	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,00012	***
Erro		61			

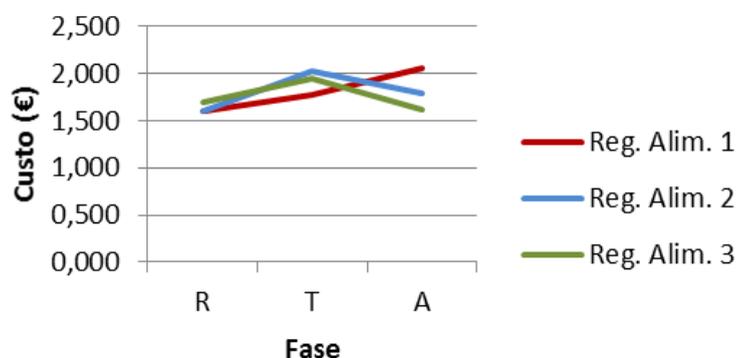
**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P<0,05$ ; \*\*  $P<0,01$ ; \*\*\*  $P<0,001$ .

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P<0,05$ ).

O regime alimentar, em conformidade com o obtido na análise anterior também não fez variar o custo de produção de um kg de peso vivo nesta análise ( $P>0,05$ ), ao contrário do que sucedeu entre as fases ( $P<0,001$ ). Na fase de recria, o custo de produção de um kg de peso vivo foi menor que os determinados nas outras duas fases, embora o GMD obtido nessa fase tenha sido superior ao da fase de transição, mas sem a existência de diferenças significativas para a velocidade de crescimento da fase de acabamento. Assim, o custo da matéria bruta deve ter sido inferior na fase de recria em comparação com o da fase de acabamento, embora tal não possa ser confirmado pela inexistência de análise de medições repetidas para esse carácter.

Os menores custos de produção de um kg de peso vivo, determinados na fase de recria podem ser observados na Figura 15, onde se encontra representada a interação

regime alimentar × fase ( $P < 0,001$ ), que se deveu principalmente à diferente resposta exibida pelos animais do regime alimentar 1 relativamente aos bovinos dos outros dois regimes, tal como ocorreu no índice de conversão da matéria bruta.



**Figura 15.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Relativamente à ANCOVA, esta análise também não determinou qualquer efeito significativo dos fatores incluídos no modelo matemático-estatístico, neste parâmetro da eficiência bio económica ( $P > 0,05$ ). O mesmo sucedeu com a covariante  $GMD_{nasc-entr}$ , ou seja também não influenciou de forma significativa ( $P > 0,05$ ) o custo de produção de um kg de peso vivo (Tabela 59).

**Tabela 59.** Análise de covariância do custo de produção de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
<b>GMDnas-entr</b>	-	1	-	0,10146	NS
<b>Regime alimentar</b>	1	2	-	0,60087	NS
<b>PEL</b>	1	2	1,795	0,33030	NS
	2		1,680		
	3		1,758		
<b>NASC</b>	1	2	1,725	0,61347	NS
	2		1,770		
	3		1,776		
<b>IENT</b>	1	2	1,825	0,55905	NS
	2		1,761		
	3		1,628		
<b>IVP</b>	1	2	1,644	0,99556	NS
	2		1,772		
	3		1,807		
<b>GER</b>	1	1	1,692	0,33873	NS
	2		1,802		
<b>CF</b>	1	1	1,727	1,00000	NS
	2		1,769		
<b>EXP</b>	1	3	1,871	0,18074	NS
	2		1,678		
	3		1,804		
	4		1,595		
<b>Regime alimentar × IVP</b>	-	4	-	0,75989	NS
<b>Regime alimentar × CF</b>	-	2	-	1,00000	NS
<b>Regime alimentar × EXP</b>	-	6	-	0,98153	NS
<b>Erro</b>		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

O resultado obtido para os bovinos de todos os regimes alimentares, já que este fator não fez diferir este custo ( $P>0,05$ ) é muito próximo do obtido por Castelo (2014) de 1,700 €, apesar dos custos superiores do alimento concentrado e grosseiro obtidos por este autor, a velocidade de crescimento absoluta superior dissipou as diferenças.

#### 4.1.4.4. Valor de um Quilograma de Peso Vivo

A valorização do kg de peso vivo foi realizada através dos valores disponibilizados, em função do peso e idade média em cada pesagem dos animais, por Pais (2015). Assim, na P2 definiu 2,000 € por kg de peso vivo, na P3 e P4 estabeleceu um valor de 1,900 € por kg de peso vivo, e por fim para as pesagens P5 e P6 mencionou 1,950 € por kg de peso vivo. Ao multiplicar esses valores pelo GMD (tópico 4.1.1.3.1.) de cada animal, obtido no intervalo de tempo que antecedeu uma determinada pesagem, obteve-se a valorização de um kg de peso vivo.

Como se observa na Tabela 60, em todos os intervalos de tempo considerados, o valor do kg de peso vivo foi superior a 2,000 €, exceto no período P3-P4 e assim na fase de transição (58,5% dos animais com valor por kg de peso vivo inferior a 2,000 €), em virtude dos valores médios do GMD para o total de animais, serem os mais reduzidos, como descrito anteriormente.

**Tabela 60.** Resultados do valor de um quilograma de peso vivo

Grupo		Período (€)					Fase (€)			Início-Fim (€)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	2,354	2,268	2,050	2,145	2,145	2,253	2,050	2,145	2,203
	Desvio-Padrão	0,577	0,510	0,463	0,459	0,459	0,396	0,463	0,459	0,352
	Mínimo	1,333	1,629	1,357	1,276	1,276	1,624	1,357	1,276	1,455
	Máximo	3,704	3,257	2,782	2,978	2,978	3,144	2,782	2,978	2,741
B	Média	2,185	2,278	1,856	2,035	2,352	2,179	1,856	2,191	2,151
	Desvio-Padrão	0,537	0,459	0,471	0,350	0,568	0,350	0,471	0,295	0,257
	Mínimo	1,185	1,357	1,086	1,532	1,372	1,520	1,086	1,737	1,710
	Máximo	3,185	3,121	2,579	2,507	3,250	2,591	2,579	2,836	2,501
C	Média	2,016	2,230	1,790	2,357	2,356	2,075	1,790	2,356	2,154
	Desvio-Padrão	0,805	0,386	0,294	0,293	0,314	0,459	0,294	0,241	0,222
	Mínimo	0,889	1,629	1,425	2,020	1,878	1,416	1,425	2,021	1,780
	Máximo	4,000	2,850	2,307	2,925	3,033	3,316	2,307	2,978	2,543
Geral	Média	2,185	2,259	1,902	2,175	2,283	2,169	1,902	2,228	2,170
	Desvio-Padrão	0,650	0,444	0,424	0,390	0,461	0,401	0,424	0,350	0,278
	Mínimo	0,889	1,357	1,086	1,276	1,276	1,416	1,086	1,276	1,455
	Máximo	4,000	3,257	2,782	2,978	3,250	3,316	2,782	2,978	2,741

Como se observa na Tabela 61, onde estão presentes as fontes de variância consideradas no modelo da análise por períodos, as que influenciaram significativamente este parâmetro foram a pelagem dos animais, a idade de entrada no Centro, o tempo do período de adaptação e os próprios períodos ( $P < 0,05$ ). Os animais das pelagens malhada e rosilho, apresentaram um maior valor por kg de peso vivo que os animais de pelagem vermelha, apesar de a pelagem ter sido um fator sem influência significativa no GMD. Relativamente à idade de entrada, os animais com mais de 7,0 meses apresentaram um valor superior por kg de peso vivo que os bovinos com idade inferior a 6,0 meses, pois estes últimos apresentaram o menor GMD; situação idêntica ocorreu com o tempo do período de adaptação, em que os bovinos com menos tempo de adaptação (inferior a 35 dias) que obtiveram o GMD mais elevado, foram valorizados de forma superior. Nos períodos, o valor por kg de peso vivo, apenas diferiu do período P3-P4 para os restantes, devido ao resultado inferior obtido nesse período. Essa inferioridade ocorreu em função de na quarta pesagem, tal como na terceira, o preço por kg de peso vivo ser o mais reduzido, mas o GMD obtido em P3-P4 foi inferior ao obtido no período anterior (P2-P3).

O valor por kg de peso vivo não diferiu em função do regime alimentar ( $P > 0,05$ ), uma vez que não se efetuou uma distinção entre os grupos no preço considerado por kg de peso vivo, porque apesar do regime alimentar ter influenciado significativamente o peso, não afetou o GMD de cada um dos grupos.

**Tabela 61.** Análise de variância simples do valor de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	2,193	0,74903	NS
	2		2,141		
	3		2,149		
PEL	1	2	2,069 <sup>a</sup>	0,02043	*
	2		2,236 <sup>b</sup>		
	3		2,232 <sup>b</sup>		
IENT	1	2	2,033 <sup>a</sup>	0,00303	**
	2		2,131 <sup>a,b</sup>		
	3		2,360 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	2,281	0,74120	NS
	2		2,061		
	3		2,177		
GER	1	1	2,259	0,26591	NS
	2		2,061		
ADAPT	1	1	1,984	0,00009	***
	2		2,317		
CF	1	1	2,200	0,71409	NS
	2		2,113		
Período	-	4	-	0,00060	***
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,13612	NS
IVP × Período	-	8	-	0,02255	*
ADAPT × Período	-	4	-	0,92882	NS
CF × Período	-	4	-	0,00153	**
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Na análise de medições repetidas, a pelagem e a idade de entrada dos bovinos no Centro deixaram de influenciar significativamente este parâmetro (P>0,05), enquanto o período de adaptação não foi incluído neste modelo (Tabela 62).

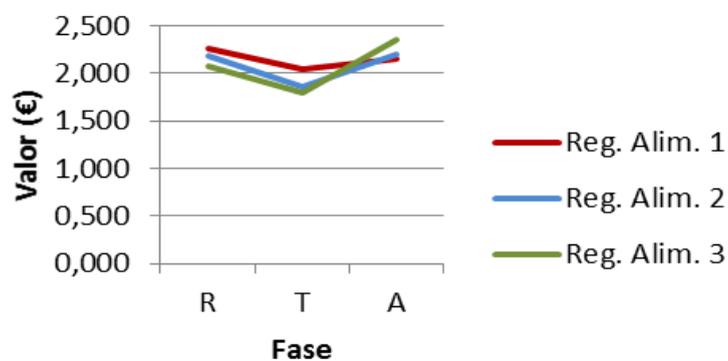
**Tabela 62.** Análise de medições repetidas do valor de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	2,149	0,96975	NS
	2		2,075		
	3		2,074		
PEL	1	2	2,008	0,97401	NS
	2		2,157		
	3		2,203		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,33905	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00000	***
EXP	1	3	2,022	0,66550	NS
	2		2,381		
	3		1,935		
	4		2,237		
IENT	1	2	1,943	0,17697	NS
	2		2,101		
	3		2,300		
Fase	-	2	-	0,00000	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,35115	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,66669	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,00916	**
Erro		61			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Como já explicado anteriormente, o regime alimentar não afetou este parâmetro ( $P>0,05$ ). As fases, por seu lado, mais uma vez diferiram entre si ( $P<0,001$ ), com a fase de transição a ser aquela em que o valor do kg de peso vivo foi inferior. Este pior resultado em comparação com as outras duas fases pode ser explicado pela menor velocidade de crescimento absoluta exibida pelos bovinos nessa fase e pela valorização no final dessa fase (P4) ser, tal como em P3, a mais reduzida. Na Figura 16, onde se encontra representada a interação entre os regimes alimentares e as fases ( $P<0,01$ ), é possível observar precisamente o resultado inferior obtido nessa fase, bem como a proximidade entre os valores das fase de recria e de acabamento.



**Figura 16.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Em termos de análise início-fim, como se pode observar na Tabela 63, a covariante  $GMD_{nasc-entr}$  não teve qualquer influência significativa neste carácter ( $P>0,05$ ), assim como os fatores presentes no modelo da ANCOVA ( $P>0,05$ ), uma vez que nenhum destes fatores causou também diferenças significativas no GMD da análise início-fim.

**Tabela 63.** Análise de covariância do valor de um quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,77561	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,73147	NS
PEL	1	2	2,073	0,58735	NS
	2		2,244		
	3		2,250		
NASC	1	2	2,192	0,97170	NS
	2		2,121		
	3		2,183		
IENT	1	2	2,031	0,63538	NS
	2		2,147		
	3		2,370		
IVP	1	2	2,292	0,95807	NS
	2		2,060		
	3		2,192		
GER	1	1	2,270	0,41692	NS
	2		2,065		
CF	1	1	2,210	1,00000	NS
	2		2,119		
EXP	1	3	2,079	0,56878	NS
	2		2,411		
	3		2,006		
	4		2,330		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,80570	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99948	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

#### 4.1.4.5. Eficiência Económica por Quilograma de Peso Vivo

Este carácter, que não representa mais do que a diferença entre o custo de produção de um quilograma de peso vivo (4.1.4.3.) e a sua valorização (4.1.4.4.) indica se estamos a produzir de forma eficiente, ou seja se o saldo entre proveitos e apenas os custos da alimentação é positivo.

Tendo em conta o número total de animais (geral), pela análise dos valores médios que se encontram na Tabela 64, verifica-se que, com a exceção do período P3-P4 e assim da fase de transição, em todos os outros intervalos de tempo se obtiveram resultados positivos. Apesar da média positiva, nas fases de recria e de acabamento, 26,2 e 17,1% (respetivamente) dos animais apresentaram resultados negativos (inferiores a 0,000 €), mas mesmo assim distantes dos obtidos na fase de transição (48,8%). Ao considerar todo o período de ensaio (0,424 ± 0,467 €), a proporção de bovinos com resultados negativos e que assim se tornaram ineficientes foi de 14,6%.

Como todos os bovinos durante o ensaio (P1-P6) em média aumentaram o seu peso vivo em 154,0 kg, cada bovino em média apresentou um lucro de 65,296 €.

**Tabela 64.** Resultados da eficiência económica por quilograma de peso vivo

Grupo		Período (€)					Fase (€)			Início-Fim (€)
		P1-P2	P2-P3	P3-P4	P4-P5	P5-P6	R	T	A	
A	Média	0,768	0,568	0,277	0,073	0,114	0,649	0,277	0,093	0,420
	Desvio-Padrão	1,059	0,843	0,799	0,880	0,833	0,680	0,799	0,855	0,598
	Mínimo	-1,571	-0,680	-1,153	-1,865	-1,707	-0,621	-1,153	-1,784	-1,094
	Máximo	2,791	2,012	1,409	1,316	1,311	2,038	1,409	1,313	1,313
B	Média	0,459	0,705	-0,167	0,152	0,543	0,576	-0,167	0,400	0,425
	Desvio-Padrão	1,051	0,793	0,974	0,669	0,988	0,644	0,974	0,450	0,422
	Mínimo	-2,006	-1,165	-1,986	-1,115	-1,369	-0,836	-1,986	-0,259	-0,332
	Máximo	2,058	2,045	1,221	1,003	1,951	1,262	1,221	1,415	0,985
C	Média	-0,034	0,661	-0,149	0,731	0,704	0,376	-0,149	0,737	0,429
	Desvio-Padrão	1,657	0,618	0,614	0,456	0,524	0,794	0,614	0,376	0,384
	Mínimo	-3,347	-0,319	-1,081	0,155	-0,202	-1,026	-1,081	0,148	-0,285
	Máximo	3,049	1,678	0,758	1,530	1,648	2,202	0,758	1,594	1,019
Geral	Média	0,398	0,645	-0,010	0,308	0,447	0,534	-0,010	0,402	0,424
	Desvio-Padrão	1,299	0,741	0,820	0,739	0,830	0,701	0,820	0,645	0,467
	Mínimo	-3,347	-1,165	-1,986	-1,865	-1,707	-1,026	-1,986	-1,784	-1,094
	Máximo	3,049	2,045	1,409	1,530	1,951	2,202	1,409	1,594	1,313

A análise de variância simples revelou que foram apenas três as fontes de variância a afetar este parâmetro (Tabela 65). A idade de entrada no Centro, foi um desses fatores ( $P < 0,01$ ) e indicou que os animais com idade superior a 7,0 meses apresentaram uma maior eficiência económica por kg de peso vivo, que os animais com menos de 6,0 meses no momento de entrada ( $P < 0,01$ ), o que era de esperar, já que exibiram um menor custo e uma maior valorização por kg de peso vivo. Em termos de período de adaptação, os bovinos com menos de 35 dias de adaptação, também exibiram uma eficiência económica por kg de peso vivo mais elevada ( $P < 0,01$ ), apesar de apenas o seu valor por kg de peso vivo ser significativamente superior.

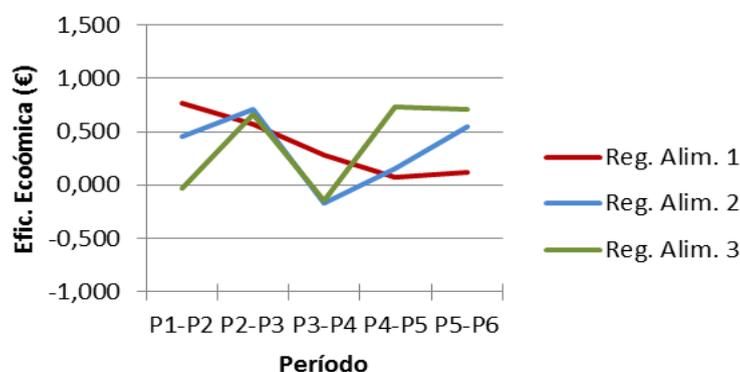
**Tabela 65.** Análise de variância simples da eficiência económica por quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	0,360	0,95605	NS
	2		0,339		
	3		0,380		
PEL	1	2	0,232	0,11225	NS
	2		0,497		
	3		0,393		
IENT	1	2	0,161 <sup>a</sup>	0,00415	**
	2		0,297 <sup>a,b</sup>		
	3		0,686 <sup>b</sup>		
IVP	1	2	0,595	0,40456	NS
	2		0,248		
	3		0,282		
GER	1	1	0,502	0,44027	NS
	2		0,213		
ADAPT	1	1	0,099	0,00266	**
	2		0,589		
CF	1	1	0,406	0,51011	NS
	2		0,301		
Período	-	4	-	0,00827	**
Regime alimentar × Período	-	8	-	0,02208	*
IVP × Período	-	8	-	0,02802	*
ADAPT × Período	-	4	-	0,94642	NS
CF × Período	-	4	-	0,00100	**
Erro		167			

**Legenda:** NS - não sig.; \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,001.

Índices (<sup>a,b,c</sup>) diferentes indicam valores sig. diferentes (P<0,05).

Na Figura 17 está representada a interação regime alimentar × período. Enquanto o regime alimentar foi um fator que não causou diferenças significativas neste parâmetro (P>0,05), entre os períodos houve diferenças (P<0,01). Assim, nos períodos P2-P3 e P5-P6 a eficiência económica por kg de peso vivo foi superior ao comparar com a obtida no período P3-P4, em virtude do valor por kg de peso vivo ser inferior neste período, relativamente aos outros períodos, e do custo de produção ser superior, mas apenas ao confrontar com o período P2-P3.



**Figura 17.** Interação entre o período e o regime alimentar

Para este parâmetro, em termos de análise de medições repetidas, tal como determinado para os parâmetros custo de produção de um kg de peso vivo e valor de um kg de peso vivo, também apenas as fases tiveram uma influência significativa ( $P < 0,001$ ,) como demonstrado na Tabela 66.

**Tabela 66.** Análise de medições repetidas da eficiência económica por quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
Regime alimentar	1	2	0,340	0,99130	NS
	2		0,270		
	3		0,322		
PEL	1	2	0,168	0,91836	NS
	2		0,406		
	3		0,458		
Regime alimentar × PEL	-	4	-	0,20740	NS
Animal (Regime alimentar × PEL)	-	33	-	0,00007	***
EXP	1	3	0,108	0,36052	NS
	2		0,744		
	3		0,089		
	4		0,562		
IENT	1	2	0,042	0,51513	NS
	2		0,325		
	3		0,637		
Fase	-	2	-	0,00001	***
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,48824	NS
Regime alimentar × IENT	-	4	-	0,91087	NS
Regime alimentar × Fase	-	4	-	0,00160	**
Erro		61			

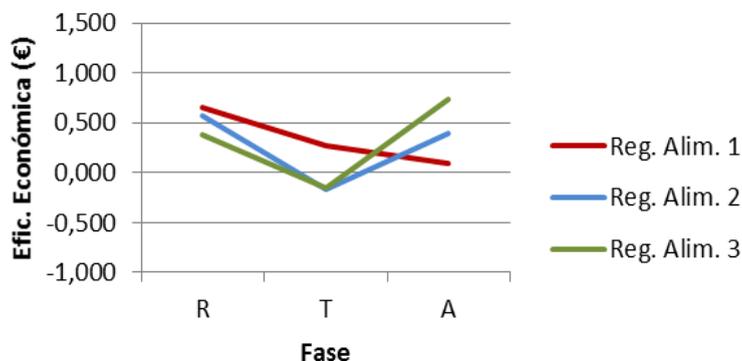
**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices (a,b,c) diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

Sobretudo em virtude da menor valorização por kg de peso vivo obtida na fase de transição, já que para o custo de produção de um kg de peso vivo apenas se determinou que este era inferior na fase de recria, a eficiência económica por kg de peso vivo foi inferior na fase de transição comparativamente com as outras fases. Como se observa na Figura 18, na fase de transição os regimes alimentares 2 e 3 apresentaram mesmo resultados negativos, mas na fase de acabamento tornaram-se novamente eficientes em termos económicos, enquanto os animais do regime alimentar 1, que nem na fase de transição apresentaram resultados negativos, tornaram-se menos eficientes de fase para fase.

Como os regimes alimentares neste parâmetro também não apresentaram diferenças entre si ( $P > 0,05$ ), tal como nas análises efetuadas para a velocidade de crescimento e eficiência alimentar, em termos económicos também é plausível o início da administração do concentrado de acabamento logo após P3, assim como a redução proteica da dieta implementada nos regimes alimentares 2 e 3, embora não tenha sido

possível analisar se a redução da PB na fase de acabamento reduziu o custo da alimentação nessa fase, como constatado por Cole *et al.* (2006), o que era fundamental para se obter uma maior eficiência em termos económicos.



**Figura 18.** Interação entre a fase e o regime alimentar

Já na análise início-fim, nenhum fator causou diferenças significativas neste parâmetro e o  $GMD_{nasc-entr}$  também não o afetou ( $P > 0,05$ ), o que está conforme o determinado para os caracteres custo de produção e valor de um kg de peso vivo (Tabela 67).

**Tabela 67.** Análise de covariância da eficiência económica por quilograma de peso vivo

Fator de Variação	Nível	gl	Média	Prob.	Sig.
GMDnas-entr	-	1	-	0,38592	NS
Regime alimentar	1	2	-	0,67292	NS
PEL	1	2	0,278	0,47225	NS
	2		0,564		
	3		0,492		
NASC	1	2	0,467	0,86057	NS
	2		0,350		
	3		0,408		
IENT	1	2	0,206	0,62329	NS
	2		0,386		
	3		0,742		
IVP	1	2	0,647	0,99043	NS
	2		0,288		
	3		0,386		
GER	1	1	0,577	0,37836	NS
	2		0,263		
CF	1	1	0,483	1,00000	NS
	2		0,350		
EXP	1	3	0,208	0,36964	NS
	2		0,733		
	3		0,202		
	4		0,735		
Regime alimentar × IVP	-	4	-	0,78155	NS
Regime alimentar × CF	-	2	-	1,00000	NS
Regime alimentar × EXP	-	6	-	0,99718	NS
Erro		12			

**Legenda:** NS - não sig.; \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

Índices <sup>(a,b,c)</sup> diferentes indicam valores sig. diferentes ( $P < 0,05$ ).

## **4.2. Características da Carcaça e Qualidade da Carne**

Este tópico encontra-se subdividido em três pontos, dois relacionados com as características da carcaça (4.2.1. e 4.2.2.) e o último referente ao parâmetro de avaliação da qualidade da carne (4.2.3.).

Para os caracteres deste tópico, como já referido anteriormente, apenas se efetuou uma análise descritiva dos dados obtidos, de forma a não obter resultados tendenciosos, em virtude do reduzido número de animais abatidos, ao comparar com os presentes no ensaio experimental.

### **4.2.1. Peso e Rendimento de Carcaças**

Neste ponto optou-se por abordar primeiramente o peso vivo dos animais e o peso de carcaça e posteriormente é que se abordam os resultados obtidos para o rendimento de carcaça.

Como é possível observar na Tabela 68, no momento antes do abate, o peso vivo médio de todos os animais era de  $362,0 \pm 37,6$  kg, exatamente igual ao determinado por Pais *et al.* (2013), mas esses bovinos tinham aproximadamente, mais 1 mês de idade. O grupo A era aquele em que o peso vivo médio era mais elevado ( $373,8 \pm 50,3$  kg), apesar de apresentar a maior discrepância de pesos, pois era nesse grupo que estava presente o animal (designado animal 1) com o maior peso vivo ao abate, mas era também onde se encontrava o animal com o menor peso vivo (designado animal 2).

Relativamente ao peso da carcaça, os valores apresentados referem-se ao seu peso em frio, embora apenas se tenha efetuado a sua pesagem em quente. Para obter o peso da carcaça fria considerou-se, tal como já referido anteriormente, uma redução de 2,0% em relação ao seu peso quente (Allen, 1990 citado por Fraústo da Silva, 1996).

O peso médio das carcaças dos nove animais, que apresentavam uma idade de  $12,0 \pm 1,3$  meses, foi  $189,1 \pm 16,7$  kg. Ao comparar com os resultados obtidos por outros autores para animais de idade semelhante, como Hortêncio (2006) que obteve um peso médio de carcaça de 251,9 kg em 61 animais com idade entre os 11,0 e os 14,0 meses, o peso médio de carcaça obtido apresenta menos 62,8 kg (dos 9 bovinos apenas 2 não se encontravam no intervalo entre os 11,0 e os 14,0 meses). Na nossa opinião, o resultado obtido por Hortêncio (2006) é demasiado elevado para bovinos Mertolengos

que se encontram no intervalo de idades referido, até porque Rodrigues (2007) citado por Carolino (2007) para animais de idade superior (18,0 meses), obteve um peso médio de carcaça inferior (239,1 kg), pelo que se pode colocar a hipótese da presença de animais cruzados ou com idade superior no ensaio de Hortêncio (2006). Já ao comparar o peso de carcaça obtido com o determinado por Pais *et al.* (2013), verificou-se que de facto o resultado deste ensaio foi positivo, pois os bovinos apresentaram mais 1,3 kg e tinham uma idade inferior.

Todos os animais abatidos cumpriam as regras estipuladas no Caderno de Especificações para a classe Vitelão Mertolengo DOP, uma vez que apresentavam idade entre os 10,0 e os 15,0 meses e como se averigua na Tabela 68, o peso de todas as carcaças era superior ao peso mínimo estipulado (100,0 kg), a única exigência em termos de peso das carcaças (ACBM, 2014a), pelo que as carcaças cumpriam todos os requisitos para a sua posterior comercialização.

Como a pesagem no momento de saída dos animais para o abate, não foi realizada com os animais em jejum (alimento e água), o rendimento de carcaça determinado foi o comercial em vez do corrigido, pois seria imprudente descontar uma determinada percentagem para o conteúdo dos estômagos sem os animais terem permanecido em jejum. Assim, para este carácter, com a inclusão de todos os animais obteve-se um valor médio de  $52,3 \pm 1,3\%$ , resultado muito semelhante ao que Pais *et al.* (2013) determinaram ( $51,8 \pm 2,3\%$ ) para bovinos com igual peso vivo, mas como é evidente com peso da carcaça inferior, como já referido anteriormente. Enquanto o menor rendimento de carcaça foi de 50,7% (animal 6), o mais elevado foi de 54,7% (animal 8), mas curiosamente não foi obtido pelo animal de maior peso (animal 1), como Owens *et al.* (1995) referem que normalmente acontece.

**Tabela 68.** Peso vivo, peso de carcaça e rendimento de carcaça

Grupo	Animal	Peso Vivo (kg)	Peso da Carcaça (kg)	Rend. Comercial (%)
A	1	427,0	219,5	51,4
	2	307,0	166,4	54,2
	3	391,0	201,5	51,5
	4	370,0	194,6	52,6
	Média	373,8	195,5	52,4
	Desvio-Padrão	50,3	22,1	1,3
B	5	348,0	179,3	51,5
	6	387,0	196,4	50,7
	7	320,0	167,8	52,4
	Média	351,7	181,2	51,6
	Desvio-Padrão	33,7	14,4	0,9
C	8	339,0	185,4	54,7
	9	369,0	191,1	51,8
	Média	354,0	188,3	53,2
	Desvio-Padrão	21,2	4,0	2,1
Geral	Média	362,0	189,1	52,3
	Desvio-Padrão	37,6	16,7	1,3

#### 4.2.2. Classificação de Carcaças

Para a classificação de carcaças apresentam-se na Tabela 69, as classes de conformação e a classe de gordura resultantes da avaliação das carcaças dos animais, executada por um classificador qualificado. As carcaças foram classificadas maioritariamente com “O” e apenas três foram enquadradas na classe de conformação “R”, o que é precisamente o contrário dos resultados obtidos por Hortêncio (2006) e Neto (2003). A razão destes resultados opostos pode residir no menor peso médio das carcaças e assim do menor desenvolvimento dos perfis musculares, resultado do desenvolvimento diferencial dos tecidos (Owens *et al.*, 1993; Pomeroy, 1978), o que também é comprovado por Hortêncio (2006) que determinou uma relação equivalente entre o peso da carcaça de bovinos Mertolengos e a classe de conformação, ou seja quanto maior o peso da carcaça, a classe de conformação em que foi colocada era superior (de melhor conformação) e vice-versa. A explicação, ainda que de forma sucinta, pode explicar os resultados contraditórios, mas não se pode deixar de ter em conta a subjetividade desta classificação, que também pode ter tido influência nos resultados.

Apesar dos resultados opostos aos de Hortêncio (2006) e Neto (2003) no que se refere à predominância da classe de conformação em que as carcaças foram classificadas, tal como estes dois autores, neste trabalho também nenhuma carcaça foi

classificada com “S”, “E” e “P”, o que demonstra uma certa uniformidade nas carcaças de bovinos Mertolengos e o seu reduzido desenvolvimento muscular.

Quanto à classificação do estado de gordura, todas as carcaças foram classificadas com “2”, o que revela uma fraca deposição de gordura (CEE, 1981a). Este resultado é consistente com Hortêncio (2006), que menciona que mais de 80,0% das carcaças do seu ensaio foram classificadas na mesma classe do estado de gordura.

**Tabela 69.** Classes de conformação e de gordura

Grupo	Animal	C. de Conformação	C. de Gordura
A	1	R	2
	2	R-	2
	3	O+	2+
	4	O+	2
B	5	O	2
	6	O+	2
	7	O	2
C	8	O+	2
	9	R-	2+

#### 4.2.3. pH da Carne

Neste último ponto, agora referente à qualidade da carne, expõem-se os valores do pH<sub>24horas</sub> medido no músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 70). Enquanto os caracteres relacionados com as características da carcaça foram obtidos em todos os animais abatidos, este parâmetro da qualidade da carne foi determinado em oito desses nove bovinos (o animal 1 foi aquele em que não se mediu o pH).

Como apenas se efetuou a medição do pH<sub>24horas</sub> considerou-se esse valor representativo do pH<sub>final</sub>, até porque se encontra entre as 12 e as 48 horas pós-morte (Adzitey e Nurul, 2011), intervalo de tempo em que o pH já deve ser inferior a 6,00, para que a carne não apresente a condição DFD (Adzitey e Nurul, 2011; Almeida, 2008; Bartos *et al.*, 1993 citados por Adzitey e Nurul, 2011; Kreikemeier *et al.*, 1998; Miller, 2007; Mounier *et al.*, 2006; Wulf *et al.*, 2002).

Ao comparar os valores de pH obtidos, com o valor a partir do qual se começa a considerar a incidência da condição DFD, verificou-se que nenhum bovino apresentava um valor de pH<sub>24horas</sub> superior a 6,00, pelo que também se cumpre o requisito do

Cadernos de Especificações da Carne Mertolenga DOP (ACBM, 2014a) referente ao pH da carne.

Embora não se possa considerar a existência da condição DFD na carne dos bovinos, pois em todos os casos o pH<sub>24horas</sub> foi inferior a 6,00, também não se podem considerar totalmente satisfatórios os valores obtidos, pois apenas um animal apresentou um valor de pH no intervalo indicado para o pH<sub>final</sub> (entre 5,40 e 5,50) (Guàrdia *et al.*, 2005; Marsh, 1981; O'Neill *et al.*, 2003; Warriss, 2000 citado por Adzitey e Nurul, 2011; Wulf *et al.*, 2002).

**Tabela 70.** pH da carne

Grupo	Animal	pH
A	2	5,62
	3	5,82
	4	5,59
	Média	5,68
	Desvio-Padrão	0,13
B	5	5,67
	6	5,72
	7	5,64
	Média	5,68
	Desvio-Padrão	0,04
C	8	5,50
	9	5,75
	Média	5,63
	Desvio-Padrão	0,18
Geral	Média	5,66
	Desvio-Padrão	0,10

O valor médio de todos os animais para o pH<sub>24horas</sub> ( $5,66 \pm 0,10$ ) ao comparar com resultados de outros trabalhos, também obtidos no músculo *Longissimus dorsi* pode ser considerado um pouco elevado. Apesar deste resultado médio ser exatamente o mesmo que o determinado por Neto (2003) e o peso médio das carcaças dos 114 animais seja superior (295,0 kg), segundo Almeida (2008), esse fator não tem influência no valor de pH da carne de bovinos Mertolengos. De acordo com o mesmo autor (Almeida, 2008), um dos fatores que causa um incremento no valor do pH da carne é o aumento da idade dos animais ao abate e por esse motivo é que se pode considerar o resultado de Neto (2003), mais positivo que o deste trabalho, pois os animais desse ensaio tinham uma dispersão de idades ao abate muito superior (11,0 aos 30,0 meses) aos animais deste ensaio. Se compararmos o valor médio do pH<sub>24horas</sub> obtido neste trabalho com o determinado por Almeida (2008) (6,20) em animais uma vez mais com uma grande dispersão de idades ao abate (11,0 aos 30,0 meses), podemos considerá-lo

minimamente satisfatório, já que pelo menos não se obteve um valor de pH que determina a presença da condição DFD na carne.

Como já referido anteriormente, a idade dos bovinos ao abate é um fator muito importante no valor de  $\text{pH}_{\text{final}}$ , mas Adzitey e Nurul (2011), Almeida (2008) e Miller (2007) também referem o agrupamento de animais na abegoaria do matadouro como preponderante nos elevados valores apresentados por este parâmetro da qualidade da carne. Como fui assistir ao abate dos bovinos deste ensaio, pude constatar que estavam agrupados com bovinos Mertolengos de outras explorações, também destinados à produção de Vitelão Mertolengo DOP, o que considero uma incorreta prática de manejo *antemortem* e talvez explicativa dos resultados um pouco elevados do  $\text{pH}_{24\text{horas}}$ .

## 5. Conclusão

Pretendeu-se na presente dissertação estudar parâmetros zootécnicos e económicos relacionados com a aptidão para a produção da classe Vitelão da Carne Mertolenga DOP, em machos inteiros da raça, submetidos a três regimes alimentares.

Os resultados obtidos na análise de variância para os períodos sugeriram a influência do regime alimentar nalguns dos parâmetros do desempenho produtivo estudados. Enquanto a velocidade de crescimento absoluta não variou, a ingestão de alimento concentrado e de alimento grosseiro diferiram, tendo-se verificado uma complementaridade entre estes dois alimentos na satisfação das necessidades nutritivas dos animais. Os bovinos do regime alimentar 1 que apresentaram o maior consumo de concentrado e o mais reduzido de palha, em virtude desse maior consumo de concentrado, talvez explicado pelo maior peso vivo dos animais (embora apenas em relação aos bovinos do regime alimentar 3), mas sobretudo por o concentrado de crescimento não estar adequado às suas necessidades nutricionais nos últimos períodos (já que nos restantes períodos o concentrado disponibilizado a todos os regimes era o mesmo, e se determinou pela percentagem do peso adulto em P4 que a deposição de gordura ia ocorrer a um maior ritmo), apresentaram os maiores custos com a alimentação diária. Mesmo assim, a eficiência alimentar, bem como o custo de produção de um quilograma de peso e a eficiência económica mantiveram-se sem variações significativas entre os regimes alimentares.

Relativamente à análise efetuada para as fases, constatou-se que estas foram a única fonte de variação presente no modelo matemático-estatístico a causar diferença significativa nos parâmetros produtivos analisados. Assim, a velocidade de crescimento absoluta foi inferior na fase de transição, resultado esperado em função da mudança de concentrado nos regimes alimentares 2 e 3, mas sem aparente explicação em termos nutricionais nos bovinos do regime alimentar 1 que também tiveram uma performance inferior nessa fase, pelo que conseqüentemente, o regime alimentar não influenciou a resposta dos bovinos. Com estes resultados também se concluiu que se pode efetuar a mudança do alimento concentrado de forma mais gradual, ou mais repentina sem afetar a performance dos bovinos, uma vez que como não se altera a relação concentrado:grosseiro, já que estes são disponibilizados *ad libitum*, não ocorreram

problemas digestivos. Em termos de eficiência alimentar e do custo de produção de um quilograma de peso vivo, os melhores resultados foram obtidos na fase de recria, o que demonstra que o desenvolvimento muscular, predominante nessa fase ocorreu de forma mais eficiente que a deposição de tecido adiposo.

Em virtude da inexistência de variações significativas dos parâmetros produtivos na fase de acabamento entre os regimes alimentares, constatou-se que se pode reduzir a concentração proteica do concentrado de acabamento (acompanhada por um aumento do teor energético) sem afetar negativamente os parâmetros produtivos, embora os parâmetros económicos não tenham melhorado, um dos principais objetivos que se pretendia atingir. Para atingir esse objetivo, tinha-se de reduzir ainda mais a concentração proteica do concentrado, mas garantindo sempre dietas qualitativamente equilibradas nos outros nutrientes e que a performance dos bovinos não fosse prejudicada negativamente.

Em termos gerais, chegou-se à conclusão que a estratégia implementada para reduzir os custos da alimentação teve um efeito nulo no desempenho produtivo dos bovinos, pelo que qualquer um dos três regimes alimentares idealizados pode ser adotado na produção de Vitelão Mertolengo DOP. Apesar do resultado positivo da eficiência económica por quilograma de peso vivo, apenas se consideraram os custos com a alimentação, pelo que na realidade essa eficiência é mais reduzida do que a determinada, pelo que é necessário testar novas estratégias que visem a redução dos custos de produção.

No que diz respeito aos parâmetros relacionados com as características da carcaça e qualidade da carne, não se podem tecer grandes ilações relativamente à influência dos regimes alimentares, já que não se achou correto efetuar a análise de variância, como explicado anteriormente. Mesmo assim, para as características da carcaça verificou-se que os animais do regime alimentar 1 se destacaram positivamente nos pesos vivo e de carcaça, mas o rendimento de carcaça, assim como a classificação para as classes de conformação e de gordura tiveram resultados muito idênticos aos dos bovinos dos outros regimes alimentares. Para o pH<sub>24horas</sub>, o único parâmetro analisado da qualidade da carne, os resultados foram muito semelhantes, e embora sejam todos

inferiores a 6,00, considero demasiado elevados, o que pode indiciar más práticas de maneo *antemortem*, como agrupar animais de distintos grupos sociais.

Todos os animais abatidos cumpriam as regras estipuladas no Caderno de Especificações da Carne Mertolenga DOP para a classe vitelão, pelo que podem ser comercializados e apreciados como tal.

## 6. Bibliografia

- ACBM (2011) *Catálogo de touros 2011*. Évora, Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.
- ACBM (2012) *Catálogo de touros 2012*. Évora, Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.
- ACBM (2013) *Catálogo de touros 2013*. Évora, Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.
- ACBM (2014a) *Caderno de especificações - Carne Mertolenga DOP*. Évora, Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.
- ACBM (2014b) *Catálogo de touros 2014*. Évora, Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.
- ACBM (2015a) *A raça Mertolenga - Distribuição geográfica*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=10> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015b) *A ACBM - Historial*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=4> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015c) *Carne Mertolenga DOP*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?cat=3&cat1=0&cat2=0&cat3=0&idioma=pt> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015d) *A raça Mertolenga - Origem, história e evolução*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=79> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015e) *A raça Mertolenga - Dados produtivos e reprodutivos*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=82> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015f) *A raça Mertolenga - Sistema de exploração*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=81> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- ACBM (2015g) *A raça Mertolenga - Linha materna*. [Online] Disponível em: <http://www.mertolenga.com/conteudo.php?idm=83> [Consultado em 6 de Abril de 2015].
- Adzitey, F. & Nurul, H. (2011) Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats - Causes and measures to reduce these incidences. *Int. Food Res. J.*, 18, 11-20.
- Allen, R. & Goll, D. (2003) Fundamental concepts of growth. In: Scanes, C. (ed.) *Biology of growth of domestic animals*. Ames, Iowa State Press, pp. 148-169.

- Almeida, A. (2008) *Produção de carne de bovino Mertolengo - Influência do fenótipo, da raça, de factores de produção e de manejo ante e postmortem na variação da qualidade intrínseca e comercial da carne*. Tese de Doutoramento em Tecnologia Agro-Alimentar. Universidade de Évora, Évora. 352 pp.
- Anderson, P., Bergen, W., Merkel, R. & Hawkins, D. (1988) The effects of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition of gain of growing beef bulls. *J. Anim. Sci.*, 66, 1990-1996.
- Avilés, C., Martínez, A., Domenech, V. & Peña, F. (2015) Effect of feeding system and breed on growth performance, and carcass and meat quality traits in two continental beef breeds. *Meat Sci.*, 107, 94-103.
- Banović, M., Barreira, M., Silva, M., Lemos, J., Fontes, M. & Jorge, R. (2007) The role of specific quality labels in rural development: Lessons from the Portuguese experience. In: Tomic, D. & Sevarlic, M. (eds.). Thematic proceedings: *Development of agriculture and rural areas in Central and Eastern Europe*. 21-23 June 2007, Novi Sad, Serbia. pp. 439-448.
- Bell, A. & Greenwood, P. (2013) Optimizing maternal cow, grower and finisher performance in beef production systems. In: Makkar, H. & Beever, D. (eds.) Proceedings FAO Symposium: *Optimization of feed use efficiency in ruminant production systems*. 27 November 2012, Bangkok, Thailand. pp. 45-66.
- Benchaar, C., Lettat, A., Hassanat, F., Yang, W., Forster, R., Petit, H. & Chouinard, P. (2012) Eugenol for dairy cows fed low or high concentrate diets: effects on digestion, ruminal fermentation characteristics, rumen microbial populations and milk fatty acid profile. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 178, 139-150.
- Berg, R. & Butterfield, R. (1966) Muscle: Bone ratio and fat percentage as measures of beef carcass composition. *Anim. Prod.*, 8, 1-11.
- Berg, R. & Butterfield, R. (1968) Growth patterns of bovine muscle, fat and bone. *J. Anim. Sci.*, 27, 611-619.
- Block, H., McKinnon, J., Mustafa, A. & Christensen, D. (2001) Manipulation of cattle growth to target carcass quality. *J. Anim. Sci.*, 79, 133-140.
- Brody, S. (1945) *Bioenergetics and growth - With special reference to the efficiency complex in domestic animals*. New York, Reinhold Publishing Corporation.
- Brorsen, B., Walker, O., Horn, G. & Nelson, T. (1983) A stocker cattle growth simulation model. *South. J. Agric. Econ.*, 15 (1), 115-122.
- Brown, M., Ponce, C. & Pulikanti, R. (2006) Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.*, 84 (E. Suppl.), E25-E33.
- Butterfield, R., Griffiths, D., Thompson, J., Zamora, J. & James, A. (1983) Changes in body composition relative to weight and maturity in large and small strains of australian merino rams. *Anim. Prod.*, 36, 29-37.

- Cabral, R. (2005) *Comportamento alimentar de novilhos Mertolengos em teste de performance*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 92 pp.
- Calsamiglia, S., Cardozo, P., Ferret, A. & Bach, A. (2008) Changes in rumen microbial fermentation are due to a combined effect of type of diet and pH. *J. Anim. Sci.*, 86, 702-711.
- CAP, Confederação dos Agricultores de Portugal (2005/2006) *Recomendações de bem-estar animal*. Lisboa, Confederação dos Agricultores de Portugal e Direção Geral de Veterinária.
- Carolino, N. (2007) Raças bovinas autóctones portuguesas. Trabalho apresentado na XLVI Reunión Hispano-Portuguesa de Sanidad, Higiene y Producción Animal. 8 pp.
- Castelo, P. (2014) Raça Mertolenga - Melhorar a eficiência nas engordas. *Ruminantes*, 15, 26-27.
- CEE, Comunidade Económica Europeia (1981a) *Regulamento nº 1208/81 do Conselho* de 28 de Abril, Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 123/3, 191-194. Bruxelas.
- CEE, Comunidade Económica Europeia (1981b) *Regulamento nº 2930/81 da Comissão* de 12 de Outubro, Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 293/6, 143-144. Bruxelas.
- CEE, Comunidade Económica Europeia (1991a) *Regulamento nº 1026/91 do Conselho* de 22 de Abril, Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 106, 2-3. Luxemburgo.
- CEE, Comunidade Económica Europeia (1991b) *Regulamento nº 2237/91 da Comissão* de 26 de Julho, Jornal Oficial das Comunidades Europeias nº L 204, 11-12. Bruxelas.
- Chiba, L. (2014) *Animal nutrition handbook, Section 14: Beef cattle nutrition and feeding*. Third revision. pp. 454-485.
- Cláudio, D., Lemos, J., Silva, M. & Portugal, A. (1992) Crescimento de novilhos Mertolengos, Charolês x Mertolengo, Alentejanos, Charolês x Alentejano em sistema de pastoreio/silage de erva. *Rev. Port. Ciênc. Vet.*, 87, 100-105.
- Cole, N., Clark, R., Todd, R., Richardson, C., Gueye, A., Greene, L. & McBride, K. (2005) Influence of dietary crude protein concentration and source on potential ammonia emissions from beef cattle manure. *J. Anim. Sci.*, 83, 722-731.
- Cole, N., Defoor, P., Galyean, M., Duff, G. & Gleghorn, J. (2006) Effects of phase-feeding of crude protein on performance, carcass characteristics, serum urea nitrogen concentrations, and manure nitrogen of finishing beef steers. *J. Anim. Sci.*, 84, 3421-3432.
- Cole, N., Greene, L., McCollum, F., Montgomery, T. & McBride, K. (2003) Influence of oscillating dietary crude protein concentration on performance, acid-base balance, and nitrogen excretion of steers. *J. Anim. Sci.*, 81, 2660-2668.

- Coleman, S., Gallavan, R., Phillips, W., Volesky, J. & Rodriguez, S. (1995a) Silage or limit-fed grain growing diets for steers: II. Empty body and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 73, 2621-2630.
- Coleman, S., Gallavan, R., Williams, C., Phillips, W., Volesky, J., Rodriguez, S. & Bennett, G. (1995b) Silage or limit-fed grain growing diets for steers: I. Growth and carcass quality. *J. Anim. Sci.*, 73, 2609-2620.
- Comerford, J., House, R., Harpster, H., Henning, W. & Cooper, J. (1992) Effects of forage and protein source on feedlot performance and carcass traits of Holstein and crossbred beef steers. *J. Anim. Sci.*, 70, 1022-1031.
- Côrte-Real, J. (2003) *Teste de performance em bovinos Mertolengos - Abordagem alternativa*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 73 pp.
- Dawson, L. (2012) The effect of inclusion of lupins/triticale whole crop silage in the diet of winter finishing beef cattle on their performance and meat quality at two levels of concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 171, 75-84.
- Demarquilly, C., Faverdin, P., Geay, Y., Vérité, R. & Vermorel, M. (1996) Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants. *INRA Prod. Anim.*, Hors série, 71-80.
- Drouillard, J. & Kuhl, G. (1999) Effects of previous grazing nutrition and management on feedlot performance of cattle. *J. Anim. Sci.*, 77, 136-146.
- Durunna, O., Mujibi, F., Goonewardene, L., Okine, E., Basarab, J., Wang, Z. & Moore, S. (2011) Feed efficiency differences and reranking in beef steers fed grower and finisher diets. *J. Anim. Sci.*, 89, 158-167.
- Eck, T., Bartle, S., Preston, R., Brandt, R. & Richardson, C. (1988) Protein source and level for incoming feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 66, 1871-1876.
- Fan, L., Bailey, D. & Shannon, N. (1985) Genetic parameter estimation of postweaning gain, feed intake, and feed efficiency for Hereford and Angus bulls fed two different diets. *J. Anim. Sci.*, 73, 365-372.
- Fiems, L., Campeneere, S., Smet, S., Voorde, G., Vanacker, J. & Boucqué, C. (2000) Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. *Meat Sci.*, 56, 41-47.
- Fox, D., Johnson, R., Preston, R., Dockerty, T. & Klosterman, E. (1972) Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 34 (2), 310-318.
- Fraústo da Silva, M. (1996) *Crescimento, características da carcaça e qualidade da carne de raças bovinas nacionais*. Tese de Doutoramento em Medicina Veterinária. Universidade Técnica de Lisboa - Faculdade de Medicina Veterinária, Lisboa. 345 pp.
- Freitas, A. (2008) Sistemas de alimentação unifeed: rações completas. *Notícias Limousine*, 17, 33-36.

- Geay, Y. (1984) Energy and protein utilization in growing cattle. *J. Anim. Sci.*, 58 (3), 766-778.
- Goll, D., Thompson, V., Taylor, R. & Christiansen, J. (1992) Role of the calpain system in muscle growth. *Biochimie*, 74, 225-237.
- Guàrdia, M., Estany, J., Balasch, S., Oliver, M., Gispert, M. & Diestre, A. (2005) Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Sci.*, 70, 709-716.
- Hintze, J. (2001) NCSS and pass number cruncher statistical systems. Kaysville. Utah.
- Hollung, K., Veiseth, E., Froystein, T., Aass, L. & Langsrud, O. (2007) Variation in the response to manipulation of post-mortem glycolysis in beef muscles by low-voltage electrical stimulation and conditioning temperature. *Meat Sci.*, 77, 372-383.
- Hortêncio, L. (2006) *Contributo para o conhecimento da raça Mertolenga - Estudo de alguns efeitos fenotípicos e ambientais sobre a qualidade da carcaça*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 70 pp.
- Huff-Lonergan, E. & Lonergan, S. (2005) Mechanisms of water-holding capacity of meat - The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Sci.*, 71, 194-204.
- Koenig, K. & Beauchemin, K. (2013) Nitrogen metabolism and route of excretion in beef feedlot cattle fed barley-based backgrounding diets varying in protein concentration and rumen degradability. *J. Anim. Sci.*, 91, 2295-2309.
- Koenig, K., McGinn, S. & Beauchemin, K. (2013) Ammonia emissions and performance of backgrounding and finishing beef feedlot cattle fed barley-based diets varying in dietary crude protein concentration and rumen degradability. *J. Anim. Sci.*, 91, 2278-2294.
- Kreikemeier, J., Unruh, J. & Eck, T. (1998) Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 76, 388-395.
- Lindahl, G. (2005) *Colour characteristics of fresh pork*. Tese de Doutoramento. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 73 pp.
- Loken, B., Maddock, R., Stamm, M., Schauer, C., Rush, I., Quinn, S. & Lardy, G. (2009) Growing rate of gain on subsequent feedlot performance, meat, and carcass quality of beef steers. *J. Anim. Sci.*, 87, 3791-3797.
- Mao, F., Chen, L., Vinsky, M., Okine, E., Wang, Z., Basarab, J., Crews Jr., D. & Li, C. (2013) Phenotypic and genetic relationships of feed efficiency with growth performance, ultrasound, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers. *J. Anim. Sci.*, 91, 2067-2076.
- Marçal, J. (1997) *Teste de performance alternativo para as raças bovinas Mertolenga e Alentejana*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 116 pp.

- Marple, D. (2003) Fundamental concepts of growth. In: Scanes, C. (ed.) *Biology of growth of domestic animals*. Ames, Iowa State Press, pp. 9-19.
- Marsh, B. (1981) Properties and behavior of prerigor meat. In: National Live Stock and Meat Board. *Proceedings 34<sup>th</sup> annual reciprocal meat conference of the American Meat Science Association*. 21-24 June 1981, Corvallis, Oregon. pp. 75-80.
- Marti, S., Realini, C., Bach, A., Pérez-Juan, M. & Devant, M. (2013) Effect of castration and slaughter age on performance, carcass, and meat quality traits of Holstein calves fed a high-concentrate diet. *J. Anim. Sci.*, 91, 1129-1140.
- MASCTARN, Ministérios da Agricultura, da Saúde, do Comércio e Turismo e do Ambiente e Recursos Naturais (1994) *Portaria nº 971/94* de 29 de Outubro, Diário da República nº 251/94 - I Série-B, 6522-6535. Lisboa.
- Mateus, J., Penedo, M., Alves, V., Ramos, M. & Rangel-Figueiredo, T. (2004) Genetic diversity and differentiation in portuguese cattle breeds using microsatellites. *Anim. Genet.*, 35, 106-113.
- Mateus, J. & Russo-Almeida, P. (2014) Traceability of 9 portuguese cattle breeds with PDO products in the market using microsatellites. *Food Control*, 47, 487-492.
- Mateus, J., Russo-Almeida, P. & Rangel-Figueiredo, T. (2012) O que é realmente a raça Mertolenga? - Estudo da sua subestrutura utilizando microssatélites. Trabalho apresentado no VIII Congresso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animais. 23 pp.
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J. & Morgan, C. (2006) *Nutrición animal*. 6ª edición, Zaragoza, Editorial Acribia.
- Meissner, H., Smuts, M. & Coertze, R. (1995) Characteristics and efficiency of fast-growing feedlot steers fed different dietary energy concentrations. *J. Anim. Sci.*, 73, 931-936.
- Mendes, S. (2004) *Problemática dos testes de performance com bovinos de raças autóctones*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 96 pp.
- Meyer, J., Hull, J., Weitkamp, W. & Bonilla, S. (1965) Compensatory growth responses of fattening steers following various low energy intake regimes on hay or irrigated pasture. *J. Anim. Sci.*, 37, 24-29.
- Micol, D., Robelin, J. & Geay, Y. (1993) Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais. *INRA Prod. Anim.*, 6 (1), 61-69.
- Miller, M. (2007) Dark, firm and dry beef. National Cattlemen's Beef Association, Beef Facts - Product Enhancement. 4 pp.
- Mitchell, A. (2007) Impact of research with cattle, pigs, and sheep on nutritional concepts - Body composition and growth. *Br. J. Nutr.*, 137, 711-714.

- Monteiro, P., Bettencourt, J. & Pereira, J. (1976) Raça bovina Mertolenga - Inquérito para a sua caracterização e seu sistema de exploração. 16 pp.
- Monteiro de Carvalho, I. (2000) *Caracterização genética de raças bovinas autóctones portuguesas - Estudo de polimorfismos proteicos e microssatélites*. Tese de Mestrado em Ecologia Aplicada. Universidade do Porto - Faculdade de Ciências, Porto. 136 pp.
- Mounier, L., Dubroeuq, H., Andarson, S. & Veissier, I. (2006) Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. *J. Anim. Sci.*, 84, 1567-1576.
- Mukhoty, H. & Berg, R. (1971) Influence of breed and sex on the allometric growth patterns of major bovine tissues. *Anim. Prod.*, 13, 219-227.
- Neto, M. (2003) *Efeito do genótipo nas características da carcaça de bovinos de carne*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 80 pp.
- Nkrumah, J., Okine, E., Mathison, G., Schmid, K., Li, C., Basarab, J., Price, M., Wang, Z. & Moore, S. (2006) Relationships of feedlot feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 84, 145-153.
- Nuñez, A., Felix, T., Loerch, S. & Schoonmaker, J. (2015) Effect of dried distillers grains with solubles or corn in growing cattle diets, followed by a corn-based finishing diet, on performance of feedlot cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* [Online]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.06.010> [Acedido em 14 de Agosto de 2015].
- O'Neill, D., Lynch, P., Troy, D., Buckley, D. & Kerry, J. (2003) Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pigmeat. *Meat Sci.*, 64, 105-111.
- Owens, F., Dubesky, P. & Hanson, C. (1993) Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71, 3138-3150.
- Owens, F., Gill, D., Secrist, D. & Coleman, S. (1995) Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 73, 3152-3172.
- Owens, F., Secrist, D., Hill, W. & Gill, D. (1998) Acidosis in cattle: A review. *J. Anim. Sci.*, 76, 275-286.
- Pais, J. Secretário Técnico da Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. (Comunicação pessoal, Março de 2014).
- Pais, J. Secretário Técnico da Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos. (Comunicação pessoal, Junho de 2015).
- Pais, J., Henriques, N., Rodrigues, S., Roquete, C., Fernandes, L. & Marques, F. (2013) Avaliação técnico-económica da produção de vitelão Mertolengo DOP no CTR-ACBM. In: Seminário de Recursos Genéticos Autóctones para uma Produção Animal Sustentável. Fonte Boa - Vale de Santarém.

- Parish, J. (2009) Protein requirements of beef cattle. *Cattle Bus. Mississippi*, 3 pp.
- Pearson, A. (1994) La función muscular y los cambios postmortem. In: Price, J. & Schweigert, B. (eds.) *Ciencia de la carne e de los productos cárnicos*. Zaragoza, Editorial Acribia. pp. 139-173.
- Pereira, A. (2004) *Adaptação ao ambiente geofísico e mediterrânico de bovinos nativos e exóticos - Tolerância ao calor*. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Universidade de Évora, Évora. 171 pp.
- Perry, D. & Thompson, J. (2005) The effect of growth rate during backgrounding and finishing on meat quality traits in beef cattle. *Meat Sci.*, 69, 691-702.
- Pomeroy, R. (1978) Historical and general review of growth and development. In: De Boer, H. & Martin, J. (eds.) *Patterns of growth and development in cattle*. Brussels, Commission of the European Communities, Directorate-General Scientific and Technical Information and Information Management, pp. 3-11.
- Prior, R., Kohlmeier, R., Cundiff, L., Dikeman, M. & Crouse, J. (1977) Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. *J. Anim. Sci.*, 45, 132-146.
- R Core Team (2015) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.
- Ralo, J. (1990) Conservação e defesa do património genético das raças bovinas autóctones em Portugal. *Vida Rural*, 20, 12-15.
- Retallick, K., Faulkner, D., Rodriguez-Zas, S., Nkrumah, J. & Shike, D. (2013a) Relationship among performance, carcass, and feed efficiency characteristics, and their ability to predict economic value in the feedlot. *J. Anim. Sci.*, 91, 5954-5961.
- Retallick, K., Faulkner, D., Rodriguez-Zas, S., Nkrumah, J. & Shike, D. (2013b) The effect of breed and individual heterosis on the feed efficiency, performance, and carcass characteristics of feedlot steers. *J. Anim. Sci.*, 91, 5161-5166.
- Reuter, R. & Beck, P. (2013) Carryover effects of stocker cattle systems on feedlot performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.*, 91, 508-515.
- Robelin, J. & Casteilla, L. (1990) Différenciation, croissance et développement du tissu adipeux. *INRA Prod. Anim.*, 3 (4), 243-252.
- Robelin, J. & Daenicke, R. (1980) Variations of net requirements for cattle growth with liveweight, liveweight gain, breed and sex. In: Beranger, C. (ed.). *Energy and protein feeding standards applied to the rearing and finishing of beef cattle*. 13-16 Novembre 1979, Theix, France. pp. 99-118.
- Rodrigues, A. (1998) Sistemas de produção de bovinos de carne. *Rev. Tec. Exten.*, 0, 13-21.

- Rodrigues de Carvalho, R. (2000) *Tendências fenotípicas e genéticas em bovinos da raça Mertolenga submetidos a teste de performance*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa. 81 pp.
- Roquete, C. (1993) *Aplicação do modelo animal na caracterização genética das populações Frísia e Mertolenga no Alentejo*. Tese de Doutoramento em Ciências Agrárias. Universidade de Évora, Évora. 499 pp.
- Roquete, C., Pais, J., Ventura, P. & Henriques, N. (2004) Raça bovina Mertolenga. In: II Jornadas Técnicas de Raças Bovinas Autóctones. Castelo Branco. 6 pp.
- Sañudo, C., Sanchez, A. & Alfonso, M. (1998) Small ruminant production systems and factors affecting lamb meat quality. *Meat Sci.*, 49, No. Suppl. 1, S29-S64.
- Scanes, C. (2003) Fundamental concepts of growth. In: Scanes, C. (ed.) *Biology of growth of domestic animals*. Ames, Iowa State Press, pp. 186-213.
- Simens, M., Schaefer, D. & Vatthauer, R. (1999) Rations for beef cattle. *Coop. Ext. Publ.*, 12pp.
- Simões, J. & Mira, J. (2002) Age, empty body weight and carcass composition at the same proportion of total carcass fat in portuguese cattle breeds. *Livest. Prod. Sci.*, 74, 159-164.
- Sithyphone, K., Yabe, M., Horita, H., Hayashi, K., Fumita, T., Shiotsuka, Y., Etoh, T., Ebara, F., Samadmanivong, O., Wegner, J. & Gotoh, T. (2011) Comparison of feeding systems: feed costs, palatability and environmental impact among hay-fattened beef, consistent grass-only-fed beef and conventional marbled beef in Wagyu (japanese black cattle). *Anim. Sci. J.*, 83, 352-359.
- Sommer D'Andrade, F. (1952) *A raça bovina Transtagana - Sub-raça Alentejana*. 3ª edição, Lisboa, Livraria Sá da Costa. 229 pp.
- Sutton, A. & Lander, C. (2003) Feed and animal management for beef cattle. *Nutr. Manag. Tech. Note*, 2, 1-4.
- Telo da Gama, L., Carolino, N., Costa, M. & Pereira de Matos, C. (2004) Recursos genéticos animais em Portugal. Relatório nacional elaborado no âmbito do "State of the World Report on Animal Genetic Resources" da FAO. 53 pp.
- Trenkle, A. & Marple, D. (1983) Growth and development of meat animals. *J. Anim. Sci.*, 57, 273-283.
- Umunna, N., Dakintafo, A. & Carew, S. (1980) Influence of levels of dietary protein on performance and carcass characteristics of Zebu steers fed high energy rations. *Trop. Anim. Prod.*, 5 (2), 161-164.
- Vacas, M. (2001) *Contributo para a caracterização dos sistemas de engorda de novilhos Mertolengos*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 92 pp.

- Vasconcelos, J., Greene, L., Cole, N., Brown, M., McCollum, F. & Tedeschi, L. (2006) Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen concentration, manure nitrogen:phosphorus ratio, and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*, 84, 3032-3038.
- Vaz, I., Martins, I. & Cláudio, D. (1992) Características produtivas da raça bovina Mertolenga. *Vet. Tec.*, 2, 14-18.
- Veríssimo, M. (2001) *O novilho Mertolengo face a outra raça autóctone, caso da Alentejana*. Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Zootécnica. Universidade de Évora, Évora. 80 pp.
- Wulf, D., Emmett, R., Leheska, J. & Moeller, S. (2002) Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *J. Anim. Sci.*, 80, 1895-1903.