



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

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

**Ingestão alimentar residual de novilhos da raça Mertolenga**

**Marco André Martins Pinho**

Orientador(es) | Manuel D'Orey D'Abreu

Évora 2025





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

**Mestrado em Engenharia Zootécnica**

Dissertação

**Ingestão alimentar residual de novilhos da raça Mertolenga**

**Marco André Martins Pinho**

Orientador(es) | Manuel D'Orey D'Abreu

Évora 2025

---

---

---

---

---



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

Presidente | José Manuel Martins (Universidade de Évora)

Vogais | Manuel D'Orey D'Abreu (Universidade de Évora) (Orientador)  
Maria Isabel Ferraz de Oliveira (Universidade de Évora) (Arguente)

## Agradecimentos

Esta dissertação é o resultado de muitas horas de trabalho e de diversos sacrifícios pessoais, pelo que é imprescindível expressar os meus agradecimentos a algumas pessoas que me auxiliaram para concluir esta etapa:

Ao meu orientador, Professor Manuel Cancela D'Abreu, pelo apoio durante todo o processo de ensaio e redação deste trabalho e por nunca ter desistido deste meu trabalho.

À Universidade de Évora, que me formou e deu importantes bases para o futuro mas também à cidade de Évora que me acolheu durante os melhores anos da minha vida.

À Associação de Criadores de Bovinos de Raça Mertolenga (ACBM), pela disponibilização das infraestruturas, equipamentos e novilhos necessários para a realização do ensaio.

Aos meus pais, por todo o apoio, paciência e sacrifícios que fizeram para que eu pudesse alcançar este meu sonho.

Ao meu avô João, pois foi com ele que aprendi o gosto pelo campo e pelos animais, e me transmitiu o seu saber.

Àqueles que infelizmente partiram e não puderam presenciar esta minha conquista, Avô Fortunato, Tia Luísa, Tio João, José Rafael Cândido e Sra. Mariana Iria, nunca vos esquecerei.

.

## Resumo

A possibilidade de alcançarmos animais mais eficientes ao nível alimentar é uma mais-valia para as explorações e por isso é importante estudar diversos parâmetros de eficiência alimentar. O Índice de Conversão Alimentar (ICA) é uma das medidas amplamente utilizadas mas não é independente de outras variáveis, como o Ganho Médio Diário (GMD) e o Peso Metabólico Médio (PMM). Por outro lado, a Ingestão Alimentar Residual (RFI) têm-se revelado um parâmetro preciso e fidedigno para avaliar a eficiência alimentar.

Neste estudo, utilizaram-se 27 novilhos da raça Mertolenga, divididos em três grupos, sendo recolhidos dados da ingestão de alimento e do peso vivo, ao longo de 140 dias. Para o cálculo da RFI estabeleceu-se um modelo de regressão linear para determinar a Ingestão Esperada de Alimento.

Os resultados demonstraram que existem animais com GMD e peso vivo semelhantes mas que diferem na RFI (animais com RFI negativa são mais eficientes), garantindo independência em relação a outras variáveis, tornando-se um bom parâmetro de seleção.

**Palavras-chave:** Ingestão Alimentar Residual, Novilhos, Mertolenga, Eficiência Alimentar, Seleção Genética

# Residual Feed Intake of Mertolengos bulls

## Abstract

The possibility of achieving more efficient animals at food level is an added value for farms and therefore it is important to study different parameters of feed efficiency. The Feed Conversion Ratio (FCR) is one of the widely used measures but has problems of independence from other variables, such as Average Daily Gain (AVG) and Average Metabolic Weight (AMW). On the other hand, Residual Feed Intake (RFI) has proved to be an accurate and reliable parameter to assess feed efficiency.

In this study, 27 bulls of the Mertolenga breed were used, divided into three groups, collecting data from their food intake and live weight, over 140 days. For the calculation of RFI, a linear regression model was established to determine the Expected Feed Intake.

The results showed that there are animals with similar ADG and live weight but that differ in RFI (animals with negative RFI are more efficient), ensuring independence from other variables, becoming a good selection parameter.

**Keywords:** Residual Feed Intake, Bulls, Mertolenga, Feed Efficiency, Genetic Selection

# Índice

Agradecimentos.....	1
Resumo .....	2
Abstract .....	3
Índice .....	4
Índice de Figuras.....	6
Índice de Tabelas .....	7
Índice de Gráficos .....	8
Índice de Anexos.....	9
Lista de Abreviaturas .....	10
1. Introdução .....	11
2. Revisão Bibliográfica.....	15
2.1. Eficiência Alimentar .....	15
2.1.1. Eficiência Alimentar Bruta.....	17
2.1.2. Taxa Relativa de Crescimento .....	17
2.1.3. Eficiência Parcial de Crescimento .....	18
2.1.4. Taxa de Kleiber .....	18
2.2. Índice de Conversão Alimentar.....	19
2.3. Ingestão Alimentar Residual .....	21
2.3.1. Definição .....	21
2.3.4. Base Fisiológica .....	21
2.3.5. Vantagens e Desvantagens .....	25
2.4. Raça Mertolenga.....	27
3. Materiais e Métodos .....	31
3.1. Materiais .....	31

3.1.1. Animais.....	31
3.1.2. Local do Ensaio .....	31
3.1.3. Equipamentos .....	31
3.1.4. Alimento .....	32
3.2. Métodos.....	33
3.2.1. Distribuição do Alimento> .....	33
3.2.2. Software e Ficheiros Produzidos.....	33
3.2.3. Pesagens.....	33
3.2.4. Ingestão de Alimento e Recolha de Amostras .....	34
3.3.5. Determinação do ICA e RFI .....	35
4. Resultados e Discussão.....	36
4.1. Pesagens .....	36
4.2. Ingestão de Alimento.....	38
4.3. Índice de Conversão Alimentar.....	40
4.4. Ingestão Alimentar Residual .....	44
4.4.1. Correlação entre variáveis em estudo .....	53
5. Conclusões.....	56
6. Bibliografia.....	57
ANEXOS.....	61
Anexo A - Pesos em cada momento de pesagem.....	62
Anexo B – Ingestão de Alimento e de Matéria Seca por semana.....	63
Anexo C – Ganho Médio Diário por intervalo entre pesagens e na globalidade do teste .....	67
Anexo D – Gráfico da Evolução do Consumo de Carne Bovina na União Europeia, Reino Unido e OCDE, entre 2014 e 2020.....	68

## Índice de Figuras

Figura 1 - Eficiência Alimentar .....	15
Figura 2 - Índices de Conversão das espécies pecuárias avícola, suína e bovina.....	20
Figura 3 - Contribuição dos Mecanismos Biológicos para a variação da Ingestão Alimentar Residual .....	22
Figura 4 - Fenótipos da Raça: Vermelho, Malhado e Rosilho/Mil-Flores.....	27
Figura 5 - Distribuição do Efetivo por fenótipos .....	28
Figura 6 - Valores Genéticos do "Animal Ideal" .....	29
Figura 7 - Exemplo de Apresentação de Resultados de um Reprodutor Mertolengo ...	30
Figura 8 - Logótipo da ACBM .....	31
Figura 9 - Grupo de Novilhos do Parque 1 .....	31
Figura 10 - Alimentador .....	31
Figura 11 - Correlação entre as diferentes variáveis, com gradação de cores .....	55

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Consumo de Carne na União Europeia, OCDE e no Mundo (Kg/per capita/ano) .....	12
Tabela 2 - Composição do Arraçoamento utilizado durante o teste (% em Mistura em fresco).....	32
Tabela 3 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 1.....	36
Tabela 4 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 2.....	36
Tabela 5 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 3.....	37
Tabela 6 - Percentagem de MS e PB por cada amostra de Alimento e Sobras.....	38
Tabela 7 - Ingestão Total de MS por cada novilho nos parques 1, 2 e 3.....	38
Tabela 8 - GMD de cada novilho nos parques 1, 2 e 3 .....	40
Tabela 9 - Índice de Conversão Alimentar de cada novilho do Parque 1.....	41
Tabela 10 - Índice de Conversão Alimentar de cada novilho do Parque 2.....	42
Tabela 11 - Índice de Conversão de cada novilho do Parque 3.....	43
Tabela 12 - Ingestão Alimentar Residual de cada novilho dos Parques 1, 2 e 3 .....	44
Tabela 13 - ICA e RFI de cada novilho dos Parques 1, 2 e 3 .....	46
Tabela 14 – Dados Mínimo, Média e Máximo das Variáveis em estudo .....	53
Tabela 15 - Correlações entre as variáveis .....	54

## Índice de Gráficos

Gráfico 1- Perspetiva de Aumento da População Mundial .....	11
Gráfico 2 - Evolução do Consumo de Carne Bovina na União Europeia, Reino Unido e OCDE, de 2014 a 2020 .....	12
Gráfico 3 - Expressão de mRNA dos neuropéptidos .....	24
Gráfico 4 - Expressão de mRNA da Leptina pelo tecido adiposo em animais de baixa e alta RFI .....	24
Gráfico 5 – Relação entre Ingestão Real e Esperada de Alimento por novilho .....	45
Gráfico 6 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 1.....	48
Gráfico 7 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 2.....	49
Gráfico 8 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 3.....	49
Gráfico 9 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 1 .....	50
Gráfico 10 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 2 .....	51
Gráfico 11 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 3 .....	51

## Índice de Anexos

Anexo A - Pesos em cada momento de pesagem.....	57
Anexo B – Ingestão de Alimento e de Matéria Seca por semana.....	58
Anexo C – Ganho Médio Diário por intervalo entre pesagens e na globalidade do teste.....	62
Anexo D – Gráfico da Evolução do Consumo de Carne Bovina na União Europeia, Reino Unido e OCDE, entre 2014 e 2020.....	63

## Lista de Abreviaturas

ADG – Average Daily Gain

AMW – Average Metabolic Weight

CAR – Consumo Alimentar Residual

CAL – Consumo Alimentar Líquido

EAB – Eficiência Alimentar Bruta

GMD – Ganho Médio Diário

ICA – Índice de Conversão Alimentar

IEA – Ingestão Esperada de Alimento

IMS – Ingestão de Matéria Seca

IRA – Ingestão Real de Alimento

KR – Taxa de Kleiber

MS – Matéria Seca

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PMM – Peso Médio Metabólico

PV – Peso Vivo

PV<sub>i</sub> – Peso Vivo inicial

PV<sub>f</sub> – Peso Vivo final

PEG – Eficiência Parcial de Crescimento

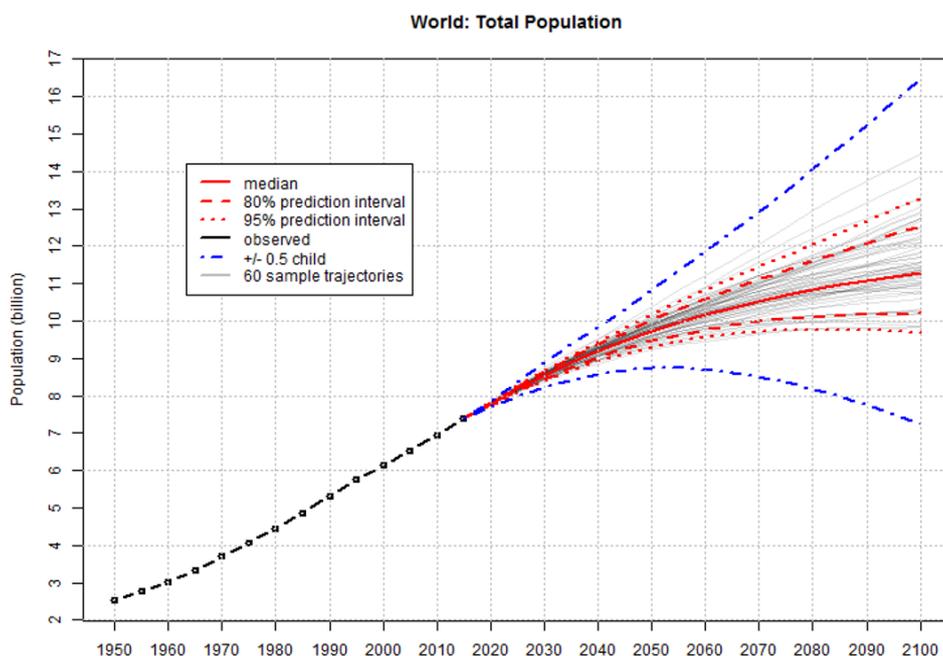
RFI – Ingestão Alimentar Residual

RGR – Taxa Relativa de Crescimento

## 1. Introdução

Com o aumento da população mundial, cuja projeção o gráfico 1 apresenta e que se estima ser de quase 10 mil milhões em 2050, a necessidade de produzir alimentos é cada vez mais preocupante e urgente. No entanto, a produção animal enfrenta algumas exigências e condicionantes colocadas pelos consumidores a nível pessoal, mas também através de organizações não-governamentais de defesa do ambiente e dos animais, e dos próprios Estados de certos países.

Gráfico 1- Perspetiva de Aumento da População Mundial



Fonte: Nações Unidas, Departamento de Assuntos Económicos e Sociais, Divisão Populacional (2017)

Segundo dados da OCDE a espécie suína é a mais consumida, destacando-se o elevado consumo na União Europeia. A tabela 1 indica-nos que na União Europeia, em média, cada pessoa consome 10,7 Kg de carne de bovino/ano, o que é relativamente pouco face aos 34,6 Kg de carne de porco/per capita/ano. No entanto, a nível mundial a carne mais consumida é a de aves, com 14,3 Kg/per capita/ano.

Tabela 1 - Consumo de Carne na União Europeia, OCDE e no Mundo (Kg/per capita/ano)

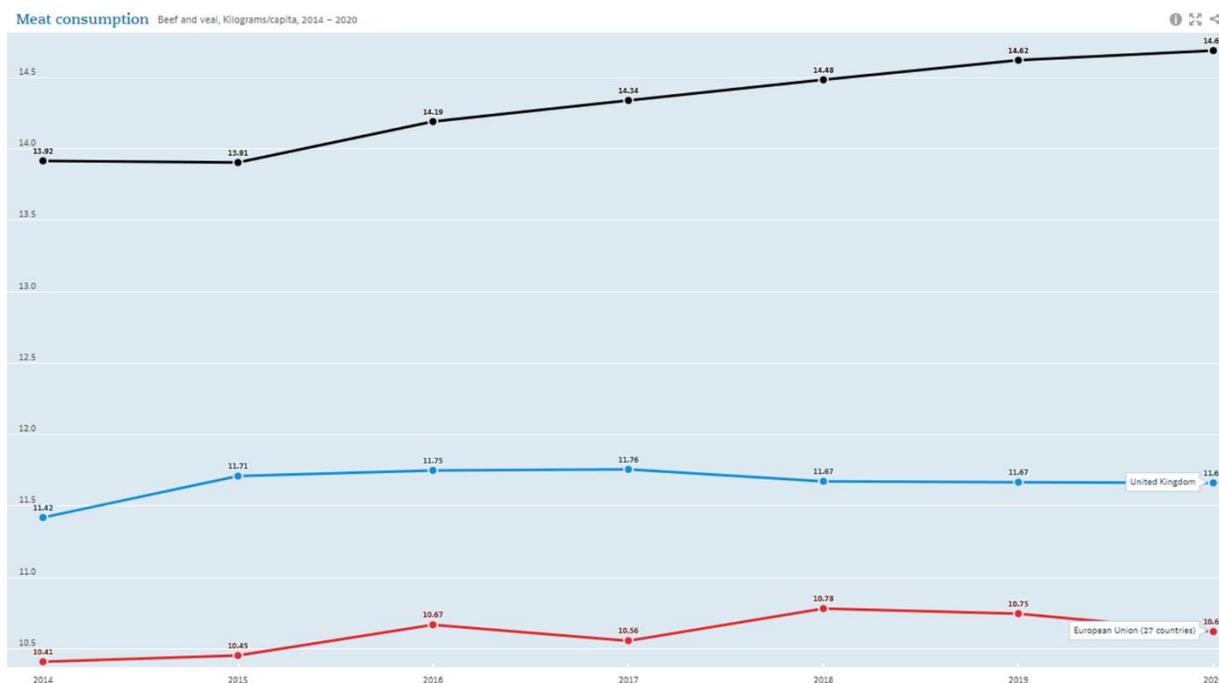
Location	Beef and veal	Pork meat	Poultry meat	Sheep meat
European Union (27 countries)	10.7	34.6	23.1	1.4
OECD - Total	14.6	23.5	30.7	1.3
World	6.4	12.0	14.3	1.7

Fonte: OCDE - FAO Agricultural Outlook (2019)

Também ao longo dos anos, o consumo de carne bovina tem sofrido oscilações, muito graças à propaganda de organizações de ambientalistas e animalistas que condenam veementemente a produção animal e que tentam denegrir a mesma e os seus intervenientes.

No entanto na União Europeia, nos últimos 5 anos, o consumo de carne bovina *per capita* tem registado ligeiros aumentos, registando-se apenas uma quebra em 2017 (de 10,67 Kg/capita em 2016 para 10,56 Kg/capita) e em 2019. No Reino Unido o consumo tem-se mantido estável, e vindo a crescer ao nível da OCDE.

Gráfico 2 - Evolução do Consumo de Carne Bovina na União Europeia, Reino Unido e OCDE, de 2014 a 2020

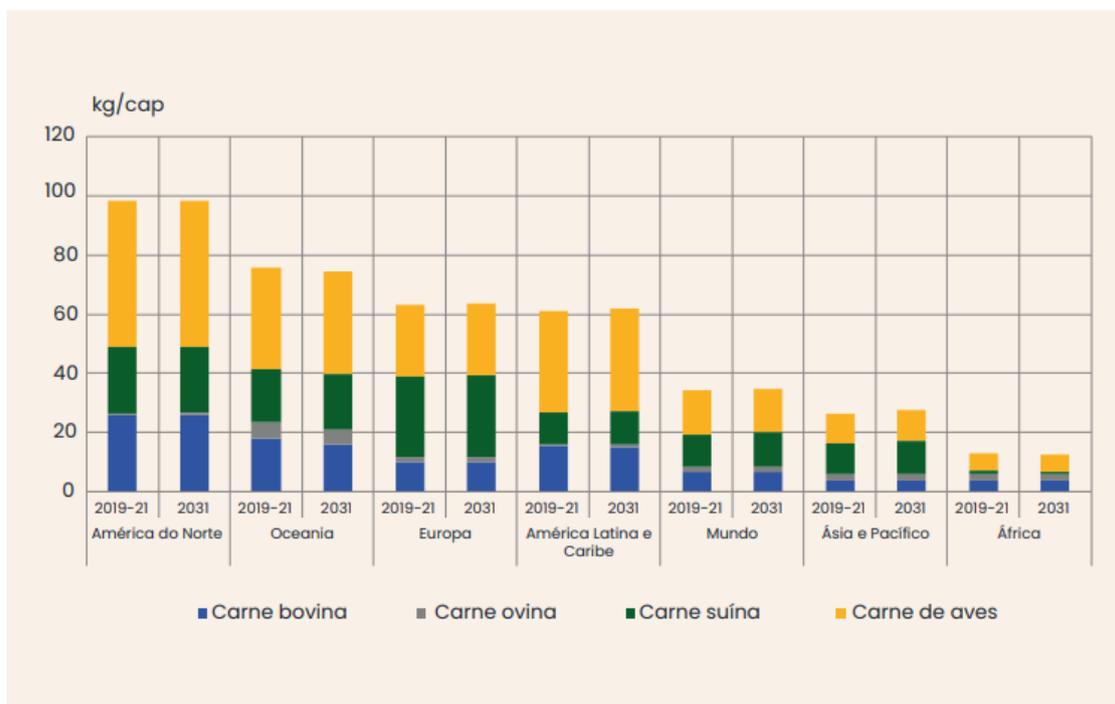


Fonte: OCDE (2020)



Embora se registre um aumento global no consumo de carne bovina, as projeções da FAO no seu relatório “Perspetivas Agrícolas 2022-2031” é para que o consumo per capita de carne bovina venha a diminuir cerca de 2%.

Gráfico 3 - Consumo de Carne per capita das diferentes espécies



Fonte: FAO (2022)

Nos sistemas de produção de bovinos de carne, a alimentação representa cerca de 70 a 75% dos custos de produção dos animais (Ferrell & Jenkins, 1995) por isso, quanto melhor for utilizado o alimento melhor será a eficiência do sistema.

A produção animal enfrenta exigências ao nível da sua sustentabilidade, dados os recursos explorados e os impactos que tem no meio ambiente.

Atualmente não há consenso sobre a percentagem das emissões de gases com efeito de estufa a nível mundial dos sistemas agropecuários, sendo que dados da FAO apontam para uma emissão de 8 a 11% pelo setor agrícola e entre 6,5 a 11% para a produção animal.

Este trabalho tem como objetivo comparar a medida amplamente utilizada denominada Índice de Conversão Alimentar com a Ingestão Alimentar Residual. Pretende-se assim

comprovar a utilidade e fiabilidade da Ingestão Alimentar Residual no melhoramento animal.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Eficiência Alimentar

É através do desempenho dos animais que se avalia a sua eficiência alimentar, tendo em consideração o seu consumo alimentar e a conversão desse mesmo alimento em produto. Estudos anteriores relativos à eficiência alimentar em bovinos de carne (Almeida, 2005) demonstraram que entre as variáveis “consumo alimentar” e “conversão alimentar” não existe uma relação linear, pelo que foi possível estabelecer conceitos como Índices de Conversão e Eficiência Alimentar.

A Eficiência Alimentar é, de uma forma generalizada, definida como a capacidade que o animal tem de transformar o alimento que ingere em produto, seja carne ou leite (Gomes, 2015).

Também a Eficiência Alimentar pode ser definida como o rendimento em produto utilizando a menor quantidade de recursos possíveis (Santana *et al.*, 2013).



Figura 1 - Eficiência Alimentar

Dada a necessidade de obter mais alimentos mas também a de aumentar a rentabilidade das explorações é necessário selecionar animais mais eficientes do ponto de vista alimentar. Sendo que a alimentação representa grande parte dos custos de produção e que o produto com maior valor comercial é o músculo, é de elevada importância que um animal seja eficiente na conversão de alimento em músculo.

É necessário que as estratégias de alimentação nos permitam conseguir o máximo de output (entenda-se carne) com o mínimo de input (alimento). Também uma melhor eficiência alimentar pode ajudar-nos a reduzir as produções de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> e outros gases

com efeito de estufa, resultantes da fermentação entérica (Albuquerque *et al.*, 2016). Animais com menor RFI apresentam uma maior produção ruminal de ácido propiónico e menor ácido acético devido a uma população ruminal diferente o que proporciona menor quantidade de metano e maior eficiência na utilização de ácido propiónico.

Uma vez que o consumo de alimentos e o respetivo aporte de energia são destinados a diversas funções biológicas é imperativo que se entenda a eficiência alimentar e que cada medida que pretenda quantificá-la seja bem estudada. Com o estudo destas medidas é necessário entender se, caso sejam utilizadas na seleção de animais e introduzidas em programas de melhoramento genético animal, não afetarão alguns processos biológicos mas também o rendimento económico das explorações (Santana *et al.*, 2013).

Atualmente, os bovinos de carne são, dentro das outras espécies pecuárias, os menos eficientes devido à sua fisiologia, ao seu metabolismo e à sua alimentação ser baseada em alimentos grosseiros (Albuquerque *et al.*, 2016).

Neste trabalho analisou-se de forma mais profunda as diferenças entre o Índice de Conversão Alimentar e a Ingestão Alimentar Residual, no entanto existem outras medidas que podem ser utilizadas, nomeadamente:

- 2.1.1. Eficiência Alimentar Bruta;
- 2.1.2. Taxa Relativa de Crescimento;
- 2.1.3. Eficiência Parcial de Crescimento;
- 2.1.4. Taxa de Kleiber.

### 2.1.1. Eficiência Alimentar Bruta

Entende-se por Eficiência Alimentar Bruta (EAB) a razão inversa à do Índice de Conversão Alimentar (ICA)

$$EAB = \frac{\text{Ganho Médio Diário (GMD)}}{\text{Ingestão de Matéria Seca (IMS)}}$$

A utilização desta medida, assim como do ICA, é fortemente condicionada pelo GMD uma vez que quanto mais elevado este indicador mais se diluem as necessidades de manutenção nas necessidades totais do animal, podendo ocasionar diversos problemas, como subestimar a eficiência dos animais. (Santana, Gomes, Ferraz, & Junior, 2014)). Para além disso, efetuando o cálculo da EAB de acordo com a fórmula acima descrita, para alcançar um elevado valor teríamos de conseguir um GMD superior o que originaria animais com um tamanho adulto bastante maior.

Apesar de ser uma medida amplamente utilizada, a par do Índice de Conversão Alimentar, dada a facilidade de obter informações para o seu cálculo, não tem em consideração as exigências de manutenção (Kowalski, 2014) e a utilização desta medida de eficiência alimentar em programas de melhoramento genético conduziria a um aumento do consumo alimentar e do tamanho adulto, aumentando assim os custos de manutenção, o que não é desejável para que o sistema seja eficiente (Oliveira, 2014).

### 2.1.2. Taxa Relativa de Crescimento

A Taxa Relativa de Crescimento (RGR), envolve os pesos vivos inicial ( $PV_i$ ) e final ( $PV_f$ ), e foi formulada por Fitzhugh & Taylor em 1971 (Santos, 2014).

$$RGR = \frac{PV_f - PV_i}{PV_i} \times 100\%$$

Esta medida de eficiência alimentar possui elevada correlação com o GMD, como demonstrado em alguns estudos (Arthur, Archer, & Johnston, 2001).

Resultados obtidos no cálculo da RGR sugerem que esta não é capaz de detectar diferenças importantes em termos energéticos (Nascimento, 2011).

Fitzhugh & Taylor definiram que o animal que tivesse um bom ganho de peso durante um determinado período seria mais eficiente, sendo assim a RGR retratada como a relação do peso com a maturidade (Lima, 2016).

### 2.1.3. Eficiência Parcial de Crescimento

Relativamente à Eficiência Parcial de Crescimento (PEG), esta é calculada através do quociente entre o GMD e a diferença entre a Ingestão de Matéria Seca Diária (IMS diária) e a Esperada (IMS esperada), e foi formulada por Kellner em 1909 (Santos, 2014).

$$PEG = \frac{GMD}{IMS \text{ diária} - IMS \text{ esperada}}$$

A PEG é uma medida de eficiência alimentar que é calculada tendo em consideração as necessidades de manutenção, que são estimadas com recurso às tabelas-padrão de alimentos, e a média dos GMD durante o estudo. Por isso a bibliografia relata que esta medida se encontra correlacionada fortemente com a IMS e moderada a fraca com o GMD e o PV (Chaves, 2013).

### 2.1.4. Taxa de Kleiber

A Taxa de Kleiber ou Relação de Kleiber (KR) é determinada pelo quociente entre o GMD e o Peso Metabólico ( $PV^{0,75}$ ) e foi formulada por Kleiber em 1947 (Santos, 2014).

$$KR = \frac{GMD}{PV^{0,75}}$$

Esta medida de eficiência alimentar apresenta características diferentes das outras, uma vez que para ser obtido não necessita de mensurações individuais da ingestão alimentar dos animais, facilitando assim a seleção para a alta eficiência de crescimento em relação

ao tamanho corporal. Um valor elevado de KR implica um aumento do GMD e uma quebra no aumento do  $PV^{0,75}$  permitindo-nos perceber que obtemos uma maior taxa de crescimento sem aumentar as necessidades de manutenção (Chaves, 2013).

A heritabilidade da KR varia de 0,21 a 0,52 (Chaves, 2013), pelo que pode ser considerada uma boa medida para avaliar a eficiência alimentar e selecionar para a mesma.

Em desvantagem, também pode implicar um aumento do tamanho adulto pois contempla no seu cálculo o GMD e o PV.

## 2.2. Índice de Conversão Alimentar

O Índice de Conversão Alimentar (ICA) é a medida de eficiência alimentar mais utilizada no mundo, sendo definida como o quociente entre a Ingestão de Matéria Seca (IMS) e o Ganho Médio Diário (GMD) (Santana *et al.*, 2014).

$$ICA = \frac{IMS}{GMD}$$

Para o cálculo desta medida é necessário ter em conta a quantidade de alimento que o animal ingere mas também um registo do seu peso vivo para que se consiga obter o valor de ganho médio diário.

Entre as diversas espécies pecuárias registam-se índices de conversão alimentar bastante diferentes, e quando este índice aumenta a eficiência alimentar é pior, pois, para obter 1 Kg de peso vivo o animal tem de ingerir mais alimento (Souza, 2003).

Na figura 3 encontramos um exemplo de ICA para três espécies pecuárias (aves, suínos e bovinos de carne), sendo notório que as aves se encontram um patamar de eficiência muito mais elevado do que quaisquer uma das outras espécies. Também devemos ter em consideração a diferença de fisiologia entre as diferenças espécies, e por isso foi possível melhorar bastante o ICA nas aves ao contrário dos bovinos de carne.



Figura 2 - Índices de Conversão das espécies pecuárias avícola, suína e bovina  
 Fonte: Albuquerque *et al.*, 2016

De salientar a diferença do Índice de Conversão entre os Suínos e Bovinos, pelo que, é imprescindível minimizar estes valores, obtendo animais mais eficientes.

O ICA é uma medida de eficiência alimentar facilmente calculada e disponível para que os produtores tenham informação rápida para uma melhor decisão na obtenção de um bovino mais eficiente.

Mas no caso dos bovinos de carne o ICA também é desvalorizado devido à variabilidade de alimentos em termos de MS e valores nutritivos, que influencia a obtenção de valores rigorosos.

Esta medida de eficiência alimentar, embora seja amplamente utilizada, proporciona animais maiores dada a sua correlação com o peso adulto, originando maiores necessidades de manutenção (Lanna & Almeida, 2004), o que no caso de engorda até seria favorável, mas no caso de uma vacada seria problemático devido ao aumento dos custos.

## 2.3. Ingestão Alimentar Residual

### 2.3.1. Definição

A Ingestão Alimentar Residual, RFI, é uma medida de eficiência alimentar proposta em 1963 por Koch *et al.* (Kowalski, 2014) e é definida como a diferença entre a ingestão real de alimento e a ingestão esperada de alimento para um determinado ganho de peso vivo.

$$RFI = \text{Ingestão Real de Alimento} - \text{Ingestão Esperada de Alimento}$$

A RFI é também denominada por Consumo Alimentar Residual (CAR) ou por Consumo Alimentar Líquido (CAL) (Almeida, 2005).

Esta medida de eficiência alimentar incorpora no seu cálculo o Peso Metabólico Médio  $((PV_i + PV_f/2)^{0,75})$ , o GMD e a IMS, como será demonstrado na sua forma de cálculo através de equações de regressão linear.

Os animais que apresentam valores de RFI negativos são considerados os mais eficientes, uma vez que a sua ingestão real de alimento é inferior à esperada. Com uma menor quantidade de alimento, os animais conseguem satisfazer as suas exigências de manutenção, crescimento e produção.

### 2.3.4. Base Fisiológica

Para compreender as diferenças na ingestão de alimento é necessário saber para que funções é canalizada a energia obtida através dos alimentos.

As exigências energéticas para a manutenção vão aumentando consoante o aumento do peso vivo, pois com o aumento da ingestão de alimentos, os órgãos digestivos

umentam de tamanho e a energia necessária para manter o peso vivo do animal é maior (Herd *et. al*, 2004a).

Existem diversos fatores metabólicos que, de várias formas, podem influenciar a Ingestão Alimentar Residual e mecanismos como:

- Resposta ao stress;
- Turnover proteico e renovação celular;
- Atividade locomotora;
- Digestibilidade dos alimentos;
- Incremento calórico

A bibliografia relata mecanismos biológicos que contribuem para a variação da Ingestão Alimentar Residual representados pela figura 3.

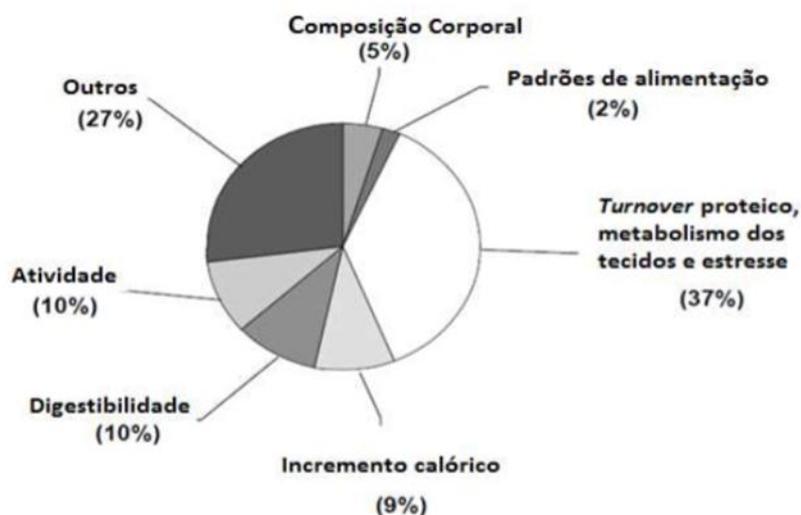
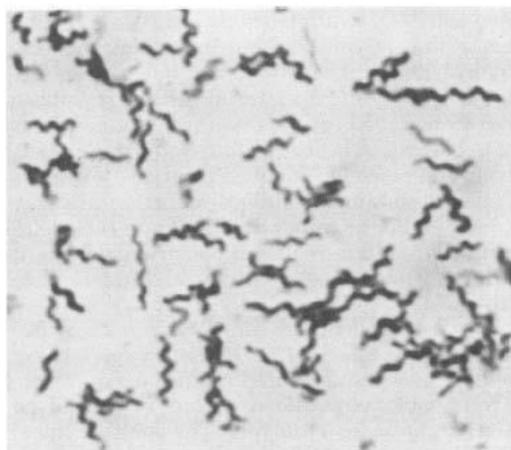


Figura 3 - Contribuição dos Mecanismos Biológicos para a variação da Ingestão Alimentar Residual  
Fonte: Richardson e Herd (2004)

Estudos ao nível do rúmen e da sua população ruminal em bovinos Red Angus concluíram que existem diferenças entre a população microbiana do rúmen dos animais de alta e baixa RFI.

Do painel de nove espécies observadas, a bactéria mais abundante foi a *Succinivibrio dextrinosolvens* verificando-se que em animais mais eficientes a quantidade desta é seis

vezes menor assim como de *Anaerovibrio lipolytica*, na qual se verifica uma redução da quantidade até quatro vezes o habitual (Elolimy *et al.*, 2016).



**Figura 4: Succinivibrio dextrinosolvens**

Fonte: <https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Ruminobacter>

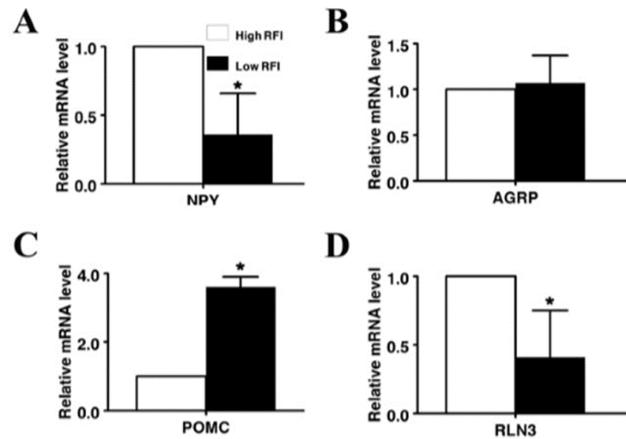
A redução na abundância da bactéria *Anaerovibrio lipolytica* diminui a utilização dos lípidos na dieta como substrato para produzir acetato, propionato, succinato (Montalbetti, s.d.) e CO<sub>2</sub>, o que pode induzir a um aumento na gordura das carcaças pondo em questão estudos que afirmam que estes animais possuem menor quantidade de gordura.

Também foram estudadas bactérias como *Megasphaera elsdenii* e *Prevotella bryantii*, mas não se verificaram diferenças significativas entre animais de alta e baixa RFI.

A regulação hormonal da ingestão de alimento é controlada por vários neuropéptidos e exemplos disso são o neuropéptido-Y (NPY) e a “agouti-related protein” (AGRP) que estimulam o consumo de alimento, enquanto a hormona estimulante do  $\alpha$ -melanócito ( $\alpha$ -MSH) derivada da pró-opiomelanocortina (PoMC) inibe a ingestão alimentar. Estes neuropéptidos são regulados pelas hormonas insulina, leptina (que estimula a diminuição da ingestão de alimento) e grelina (que aumenta a ingestão de alimento) (Perkins, et al., 2014).

Estudos de Perkins *et al.* (2014) relacionaram a classe de RFI com a expressão dos genes do núcleo arqueado do hipotálamo, implicados na regulação da saciedade.

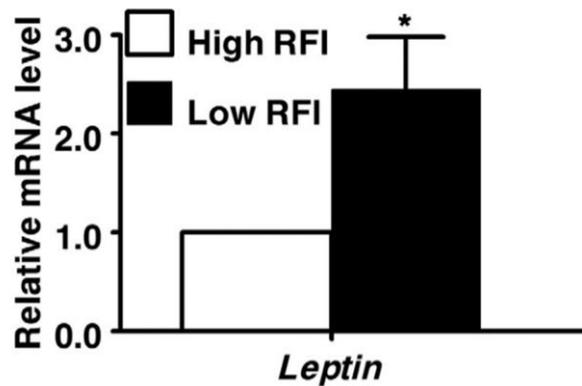
Gráfico 4 - Expressão de mRNA dos neuropeptídeos



Fonte: Perkins et al, 2014

Em relação à leptina, o mesmo estudo concluiu que a expressão de mRNA foi 245% maior em novilhos de baixa RFI do que nos de alta RFI.

Gráfico 5 - Expressão de mRNA da Leptina pelo tecido adiposo em animais de baixa e alta RFI



Fonte: Perkins et al, 2014

Esta maior expressão da leptina pode explicar a menor taxa de ingestão, uma vez que, como já referido, esta hormona produzida no tecido adiposo regula a ingestão de alimento, inibindo-a.

### 2.3.5. Vantagens e Desvantagens

Como todas as medidas de eficiência alimentar, também a RFI apresenta vantagens e desvantagens à sua utilização.

As vantagens que são atribuídas à RFI assentam, principalmente, na redução dos custos com a alimentação, uma vez que esta se baseia na diferença entre a Ingestão Real e a Esperada, o que conduz a que animais com baixa RFI (quanto mais negativo o valor, melhor) sejam mais eficientes no aproveitamento do alimento.

Esta redução dos custos com a alimentação contribui bastante para a viabilidade das explorações agropecuárias visto que a alimentação é a fração que representa as maiores despesas, sendo-lhe atribuído cerca de 70 a 75% dos custos totais (Ferrell & Jenkins, 1995) como já referido.

Outra vantagem apresentada, é a independência desta medida de eficiência alimentar em relação ao GMD e ao PMM, pois o valor de Ingestão Esperada de Alimento já contempla estes dois fatores (Arthur *et al.*, 2001)

A redução do impacto ambiental, nomeadamente a diminuição das emissões de CH<sub>4</sub> que esteve contemplada nas estratégias do protocolo de Quioto (2005-2012), também é considerada uma vantagem para utilizar a RFI como parâmetro de seleção, referindo a bibliografia que animais com baixa RFI libertam cerca de 28% menos CH<sub>4</sub> do que os animais de alta RFI (Nkrumah *et al.*, 2006).

No entanto, também reúne algumas desvantagens, tal como o encarecimento na seleção de animais, uma vez que o processo para determinar a RFI necessita de equipamentos para a determinação da ingestão alimentar dispendiosos.

Também é referido na bibliografia que a seleção pela RFI pode induzir uma redução da deposição de gordura, existindo relatos de que as carcaças perdem valor comercial mas também relatos que, apesar desta redução, a gordura observada nas carcaças é a adequada.

Estudos de Basarab *et al.* (2003) obtiveram correlações fracas entre a RFI e a deposição de gordura e Nkrumah *et al.* (2004) evidenciaram que animais de baixa RFI (mais eficientes) apresentam uma redução de gordura mas que esta é adequada pelo que não há risco de as carcaças serem depreciadas.

Um estudo de Richardson *et al.* (2001) mostrou que uma única geração de seleção pela RFI foi acompanhada por uma pequena diminuição na gordura corporal. Assim, geralmente, considera-se que ocorre uma diminuição de  $5\% \pm 2\%$  na deposição de gordura quando se seleciona pela RFI (Nkrumah *et al.*, 2004).

Lanna & Almeida (2004) consideraram que ao selecionar para a RFI se verifica efetivamente uma diminuição da gordura subcutânea e uma menor deposição intramuscular de gordura (Morais, 2011).

Uma das alternativas para viabilizar melhor esta medida de eficiência alimentar é estimar o consumo de alimento tendo em consideração não só o GMD e o Peso Metabólico mas também a composição do ganho (Almeida, 2005), no entanto é muito difícil e trabalhoso determinar esta composição.

Para que se consiga melhorar os sistemas agropecuários, também devemos contar com os desenvolvimentos ao nível da Genética e Melhoramento Animal, destacando a Repetibilidade da Ingestão Alimentar Residual, considerando-se um carácter repetitivo embora haja poucas informações a respeito do valor (Kelly, *et al.*, 2014). No entanto, estudos de Kelly *et al.*, obtiveram valores de repetibilidade para características alimentares de moderados a elevados (0,34 a 0,76), atribuindo à RFI um valor de repetibilidade elevado ( $r=0,62$ ).

## 2.4. Raça Mertolenga

A Raça Mertolenga é uma das 15 raças autóctones bovinas de Portugal, tendo o seu solar na região do Baixo Alentejo, nomeadamente em Mértola, Alcoutim e Martinlongo (ACBM, 2020).

Esta raça caracteriza-se por possuir três fenótipos diferentes:

- Vermelho;
- Malhado;
- Rosilho/Mil-flores.



Figura 4 - Fenótipos da Raça: Vermelho, Malhado e Rosilho/Mil-Flores

Fonte: Catálogo de Touros – Avaliação Genética (2018)

Atualmente, o efetivo da raça Mertolenga inscrito no Livro Genealógico está distribuído, geograficamente, pelos distritos de Beja, Castelo Branco, Évora, Portalegre, Santarém e Setúbal, existindo ainda um efetivo na ilha de São Miguel e outro no distrito de Viseu (ACBM, 2020).

Na globalidade do efetivo, os fenótipos distribuem-se de acordo com a figura 7.

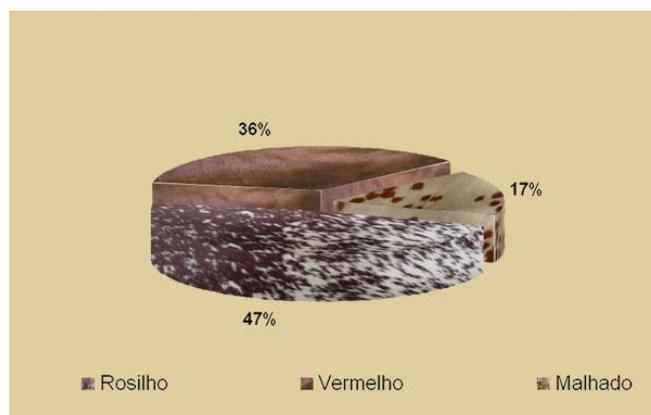


Figura 5 - Distribuição do Efetivo por fenótipos  
Fonte: ACBM (2020)

Segundo a ACBM, citando Frazão (1961), o bovino Mertolengo é considerado um animal eumétrico francamente longilíneo, apresentando um evidente dimorfismo sexual.

O bovino Mertolengo define-se, segundo o Regulamento do Livro Genealógico da Raça, como um animal de tamanho médio e de formas harmoniosas, com um temperamento nervoso, perfeitamente adaptado ao meio geofísico em que se insere. Apresenta uma cabeça de frente larga, cornos finos e de seção elítica, orelhas bem inseridas e com pêlos compridos, uma barbela bem desenvolvida, uma garupa mais comprida que larga e a cauda é fina e de média inserção. Os membros são finos, musculados, aprumados e providos de unhas finas e rijas. Nas fêmeas o úbere apresenta-se bem implantado (ACBM, 2020).

A ACBM, no âmbito do melhoramento da raça, realiza todos os anos testes de performance, em estação, de novilhos dos seus associados para seleção de touros. Os testes de avaliação genética são concebidos de forma a melhorar determinadas características que beneficiam quer a evolução da raça quer o interesse económico da mesma. No entanto, o melhoramento genético também irá beneficiar o consumidor final na medida em que podemos obter produtos de qualidade e segurança.

Para que obtenhamos a melhor informação sobre cada animal é necessário escolher os diferentes critérios de seleção que serão analisados ou outros que sejam correlacionáveis, indicadores estes que podem, muitas vezes, não ser mensuráveis no próprio animal candidato a seleção (Gama, 2002).

Na generalidade, a seleção de novilhos/touros é feita pelo proprietário com base nas informações que tem ao seu dispor ou critérios que definiu, mas é por isto mesmo que a existência de um Programa de Melhoramento da Raça é fundamental para que os criadores se foquem no objetivo comum de obter animais com as melhores características possíveis.

O valor genético do animal é estimado em função do valor genético de diferentes caracteres. O animal ideal para reprodutor deveria possuir um gráfico de valor genético de acordo com a figura 6.

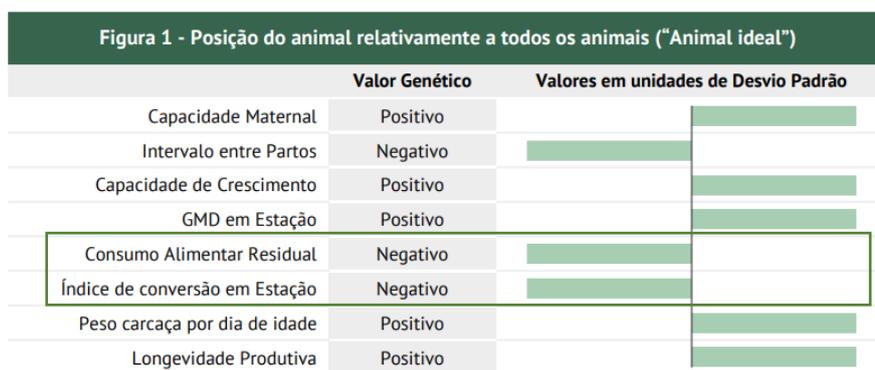


Figura 6 - Valores Genéticos do "Animal Ideal"

Fonte: Catálogo de Touros – Avaliação Genética (2023)

As introduções de novos parâmetros de eficiência alimentar nos Programas de Melhoramento Genético proporcionam a obtenção de animais mais eficientes em relação à ingestão de alimento e a própria utilização do alimento, e em última instância numa redução dos custos para o produtor.

O valor quer da RFI quer do ICA deve ser o mais baixo possível, significando que o animal consegue alcançar bons ganhos de peso com uma menor quantidade de alimento (Carolino *et al.*, 2018).

No último Catálogo de Reprodutores Mertolengos, publicado em 2023, analisaram-se 1619 registos de GMD, 1567 de RFI e 1534 registos de ICA obtendo-se os seguintes resultados para cada variável:

- GMD registado:  $943,5 \pm 182,1$  g/dia;
- RFI:  $0,0 \pm 0,343,2$  g/dia;
- ICA registado:  $6,45 \pm 1,51$  kg de concentrado por 1 kg de ganho de peso vivo.

Na figura 7 encontra-se representado os resultados do teste de avaliação genética de um reprodutor mertolengo.

Se observarmos com atenção os resultados, verificamos que o animal apresenta um valor negativo de ICA, o que por si só, já beneficiaria o animal aquando de uma possível escolha para a aquisição de sémen. Mas, ao nível da RFI o animal apresenta um valor positivo, o que indica que o animal ingere uma maior quantidade de alimento do que aquela que seria esperada.



Figura 7 - Exemplo de Apresentação de Resultados de um Reprodutor Mertolengo

Fonte: Catálogo de Touros – Avaliação Genética (2023)

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1. Materiais

#### 3.1.1. Animais

Foram utilizados 27 novilhos da raça Mertolenga, do fenótipo Vermelho, provenientes de diversos criadores associados da Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos.



Figura 8 - Logótipo da ACBM

Os animais apresentavam uma idade média de 10 meses aquando do início do teste.

Entre o dia 24 de abril e o dia 29 de maio de 2019 realizou-se um período de pré-teste, para que os animais se habituassem aos alimentadores.

#### 3.1.2. Local do Ensaio

Este ensaio foi realizado nas instalações do Centro de Testagem da Raça Mertolenga na Herdade dos Currais, em Évora.



Figura 9 - Grupo de Novilhos do Parque 1

Os dados do teste foram recolhidos num período de 140 dias, compreendidos entre 30 de maio e 17 de outubro de 2019.

#### 3.1.3. Equipamentos

Para a realização do teste foram utilizados alimentadores RIC e o software CERES – RIC.

O sistema RIC apresenta um alimentador robusto, montado sobre uma balança e com um custo de manutenção baixo.



Figura 10 - Alimentador

O software utilizado (CERES-RIC) permite registar as ingestões de alimento e de água dos bovinos, através do registo de peso inicial e final do alimento que se encontra no alimentador e a duração de cada vez que os animais utilizem o alimentador. O software permite ainda a ligação de outros programas de sistemas de gestão pecuária (Hokofarm Group, 2020).

A cada novilho foi colocada uma coleira com um transponder para efetuar a identificação do animal aquando da entrada deste no alimentador.

### 3.1.4. Alimento

O alimento fornecido aos novilhos em testagem foi fornecido pela ACBM e formulado de acordo com as necessidades dos animais.

O alimento composto era misturado com a Fenosilagem num reboque misturador por forma a obter uma mistura homogénea que dificultasse a seletividade dos animais.

A dieta foi distribuída de igual composição a todos os animais, sendo que numa primeira fase era composta por Alimento Composto ACBM e Fenosilagem de Erva. Com o esgotamento da reserva de Fenosilagem de Erva foi necessário proceder ao ajuste da dieta sendo introduzido Fenosilagem de Sorgo e de Speedmix para complementar as exigências nutricionais dos animais.

Tabela 2 - Composição do Arraçoamento utilizado durante o teste (% em Mistura em fresco)

Composição do Arraçoamento (Maio – Junho)		Composição do Arraçoamento (Julho a Novembro)	
Alimento Composto ACBM (Milho, Bagaço de Soja 44 e Cevada)	66,30%	Alimento Composto ACBM (Milho, Bagaço de Soja 44 e Cevada)	49,59%
Fenosilagem de Erva	33,70%	Fenosilagem de Sorgo	23,67%
		Fenosilagem de Speedmix	26,75%

Fonte: ACBM (2019)

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Distribuição do Alimento>

A distribuição do alimento foi realizada com recurso a um reboque misturador que abastecia os 9 alimentadores uma vez por dia, sendo o sistema de alimentação ad libitum. O alimento começou a ser distribuído pela manhã mas devido ao aumento das temperaturas na época de verão foi reprogramada a distribuição para o período da tarde, evitando assim o maior número de horas a que o alimento estaria sujeito às elevadas temperaturas.

### 3.2.2. Software e Ficheiros Produzidos

O software utilizado produzia diversos ficheiros, tais como o ficheiro que indicava a hora e duração de cada visita do animal ao alimentador e a quantidade de alimento ingerida durante cada visita, mas também um ficheiro com o total diário de alimento ingerido por cada animal, sendo este último o ficheiro utilizado para contabilizar a totalidade da ingestão feita pelo animal durante o teste.

### 3.2.3. Pesagens

Foi no início do pré-teste que se estabelecerem os três grupos de animais em função do peso vivo, distribuídos por três parques com três alimentadores cada, com o intuito de reduzir/evitar as disputas por alimento. Os animais aquando das pesagens tiveram sempre um período prévio de jejum (cerca de 16 horas), no entanto, no dia 24 de abril, os animais sem jejum prévio, foram pesados e posteriormente divididos em 3 grupos. No grupo 1 foram colocados os 8 novilhos mais pesados, no grupo 2 os 9 novilhos com pesos intermédios e no grupo 3 os 10 animais menos pesados.

Para controlar o crescimento dos bezerros foram efetuadas pesagens de 21 em 21 dias, sendo que o primeiro intervalo entre pesagens foi de 20 dias e o último de 15 dias, perfazendo o total de 140 dias de teste.

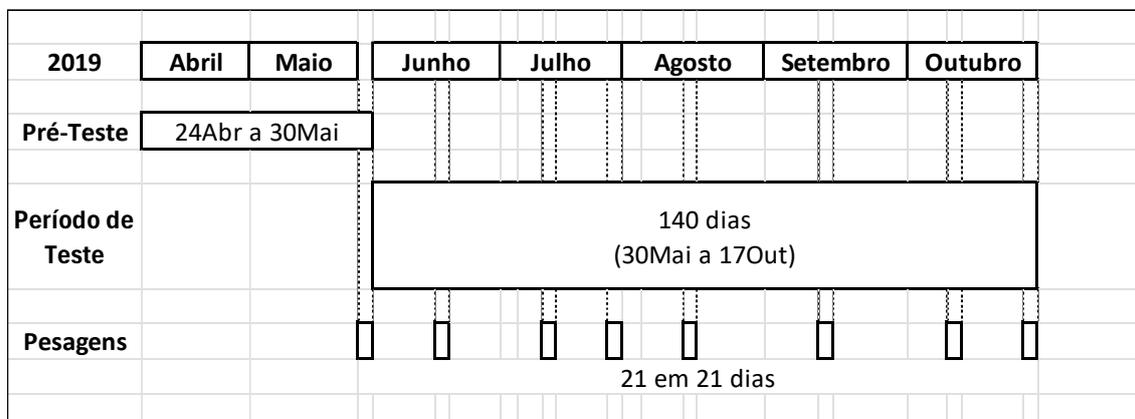


Figura 11 - Cronograma do Período Experimental

Através dos valores de pesos obtidos foram calculados os GMD, através de regressão dos pesos sobre o intervalo de tempo, de acordo com os diferentes intervalos de tempo e na globalidade do teste.

Iniciado o teste e antes da 4ª pesagem, no parque 3, o bezerro com a coleira 17 morreu e os dados obtidos desse animal foram excluídos, pelo que já não constam na tabela do parque 3.

### 3.2.4. Ingestão de Alimento e Recolha de Amostras

A ingestão de alimento foi agrupada em semanas para auxiliar aquando da correção para a MS e para facilitar os cálculos da ingestão total, do índice de conversão e da ingestão alimentar residual.

Durante o teste foram recolhidas amostras de alimento e das sobras do mesmo para efetuar o cálculo de MS e de PB. A percentagem de MS utilizada resulta da média entre as percentagens de MS corrigida do alimento e das sobras.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade de Évora utilizando as técnicas descritas e realizadas por Daniela Paulo na sua dissertação de mestrado (Paulo, 2020).

### 3.3.5. Determinação do ICA e RFI

Para determinar o Índice de Conversão Alimentar utilizaram-se os dados de IMS e GMD previamente calculados, aplicados à fórmula referida em 2.2. Para a Ingestão Alimentar Residual efetuou-se fórmula de cálculo da mesma (diferença entre IRA e IEA), sendo que para obter a Ingestão Esperada de Alimento (IEA) recorreu-se a um tratamento estatístico, construindo-se um modelo de regressão linear entre o GMD e o PMM.

Assim, com os coeficientes de regressão obtém-se a equação de regressão que estima a Ingestão Esperada de Alimento que o animal deveria ter para determinado GMD e PMM.

$$\text{Ingestão Esperada de Alimento} = - 1,995 + 3,085\text{GMD} + 0,0703\text{PMM}$$

Como referido em 3.1.1, os animais foram divididos em 3 parques em função do PV inicial, tendo-se recorrido ao software R para determinação da média e desvio-padrão das variáveis IMS, GMD, PMM, ICA e RFI de cada grupo de animais.

Posteriormente, e para entender como se relacionavam as variáveis em questão, foi realizada uma análise de correlação entre todas as variáveis utilizando os dados de todos os animais.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Pesagens

As pesagens dos novilhos, tal como descrito, foram efetuadas com intervalos de tempo de 21 dias, à exceção do 1º e do último intervalo.

Os novilhos do Parque 1 iniciaram o teste com uma média de pesos de 311Kg e no fim do teste a média era de 485 Kg, concluindo um aumento médio de 174 Kg por animal.

Tabela 3 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 1

Parque 1		
	PV <sub>i</sub> (Kg)	PV <sub>f</sub> (Kg)
Média	311	485
Desvio-Padrão	44	48

De registar que o novilho da coleira 9 durante o pré-teste perdeu peso e tal facto deveu-se à sua difícil habituação aos alimentadores.

No que diz respeito ao Parque 2 a média inicial de pesos foi de 253 Kg e no fim do teste era de 415 Kg, ou seja, um aumento no peso vivo na ordem dos 164 Kg.

Tabela 4 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 2

Parque 2		
	PV <sub>i</sub> (Kg)	PV <sub>f</sub> (Kg)
Média	253	415
Desvio-Padrão	12	16

De salientar a diminuição de peso do novilho com a coleira 7, da penúltima para a última pesagem. Possivelmente ocorreu devido a um erro de pesagem no dia 2 de outubro, visto que o animal se encontrava em boas condições e sem problemas de saúde.

No Parque 3, a média de pesos no dia 30 de maio era de 212 Kg e no dia 17 de outubro era de 377 Kg, podendo afirmar-se que, em média, cada animal aumentou 165 Kg.

Tabela 5 - Média e Desvio-Padrão do PV no Parque 3

<b>Parque 3</b>		
	<b>PV<sub>i</sub> (Kg)</b>	<b>PV<sub>f</sub> (Kg)</b>
<b>Média</b>	212	377
<b>Desvio-Padrão</b>	23	32

O bezerro com a coleira 28 não possui registo de peso no dia 24 de abril pois foi um animal que chegou à Herdade dos Currais durante o pré-teste sendo inserido no Parque 3 dada a conformação e tamanho que apresentava.

## 4.2. Ingestão de Alimento

Após a realização das análises laboratoriais às amostras de Alimento e de Sobras de Alimento obtiveram-se os valores de MS e PB que se apresentam na tabela 6.

Tabela 6 - Percentagem de MS e PB por cada amostra de Alimento e Sobras

Resultados						
Amostra	MS			PB		
	Alimento	Sobras	$\bar{X}$	Alimento	Sobras	$\bar{X}$
4 e 5jun	60,38%	63,75%	62,07%			
20 e 21jun	51,39%	55,38%	53,39%	17,84%	18,50%	18,17%
17 e 18jul	50,59%	53,52%	52,06%	16,66%	17,91%	17,29%
25 e 26jul	50,03%	55,50%	52,77%	16,03%	16,09%	16,06%
8 e 9ago	48,23%	54,19%	51,21%	15,81%	17,47%	16,64%
14 e 15ago	45,74%	52,40%	49,07%	15,47%	16,57%	16,02%
20 e 21ago	46,93%	51,69%	49,31%	14,61%	14,25%	14,43%
28 e 29ago	51,26%	55,82%	53,54%	15,44%	16,14%	15,79%
10 e 11set	52,29%	53,20%	52,75%	14,31%	14,62%	14,47%

A ingestão de alimento foi registrada diariamente ao longo de todo o teste (Anexo B)

Os dados foram agrupados por semanas para o cálculo da quantidade de MS ingerida (Anexo B) e posteriormente obtiveram-se os totais apresentados na tabela 7.

Tabela 7 - Ingestão Total de MS por cada novilho nos parques 1, 2 e 3

Parque 1		
Novilho	Ingestão Total (Kg MS)	Ingestão Média Diária
5	1151,7	8,2
9	1032,7	7,4
11	977,7	7,0
12	1288,3	9,2
13	1324,0	9,5
14	1089,8	7,8
23	1141,1	8,2
24	1036,9	7,4
<b>Médias</b>	1130,3	8,1
<b>Desvio-Padrão</b>	108,7	0,8

Parque 2		
Novilho	Ingestão Total (Kg MS)	Ingestão Média Diária
1	1105,7	7,9
6	1025,6	7,3
7	1148,7	8,2
10	872,9	6,2
16	965,0	6,9
18	1014,3	7,2
19	904,9	6,5
21	977,4	7,0
22	925,9	6,6
<b>Médias</b>	993,4	7,1
<b>Desvio-Padrão</b>	85,7	0,6

Parque 3		
Novilho	Ingestão Total (Kg MS)	Ingestão Média Diária
2	1052,3	7,5
3	818,8	5,8
4	800,6	5,7
8	1025,6	7,3
20	950,5	6,8
25	981,1	7,0
26	780,5	5,6
27	816,2	5,8
28	1113,7	8,0
<b>Médias</b>	926,6	6,6
<b>Desvio-Padrão</b>	117,9	0,8

É possível verificar que a ingestão de alimento, ao longo do teste, foi ao encontro da divisão dos novilhos em parques, sendo que os animais maiores e mais pesados (Parque 1) registaram uma ingestão de alimento superior a 1 tonelada de MS com exceção do novilho 11, que registou um valor ligeiramente inferior.

Relativamente ao Parque 2, a ingestão de MS oscilou entre os 872,9 Kg e os 1148,7 Kg, fixando uma média de 993,4 Kg de MS por novilho.

No Parque 3, apenas 3 animais (novilhos 2, 8 e 28) consumiram uma quantidade de alimento superior a 1 tonelada, sendo a média de ingestão de 926,6 Kg de MS.

### 4.3. Índice de Conversão Alimentar

No fim do teste, para o cálculo do Índice de Conversão Alimentar, foi necessário calcular GMD para cada novilho, cujos valores se encontram na tabela.

Tabela 8 - GMD de cada novilho nos parques 1, 2 e 3

Parque 1		Parque 2		Parque 3	
Novilho	GMD	Novilho	GMD	Novilho	GMD
5	1,500	1	1,200	2	1,314
9	1,329	6	1,229	3	1,007
11	1,086	7	1,229	4	1,079
12	1,386	10	1,079	8	1,286
13	1,179	16	1,114	20	1,164
14	1,036	18	1,221	25	1,371
23	1,271	19	1,107	26	0,871
24	1,136	21	1,114	27	1,096
<b>Média</b>	1,240	22	1,136	28	1,414
<b>Desvio-Padrão</b>	0,149	<b>Média</b>	1,159	<b>Média</b>	1,178
		<b>Desvio-Padrão</b>	0,057	<b>Desvio-Padrão</b>	0,171

Comparando com os valores anteriormente descritos da ingestão de alimento podemos verificar que embora os novilhos do Parque 1 tenham sido os que consumiram uma maior quantidade de alimento nem todos apresentam GMD superiores aos novilhos dos outros parques, apresentando dois novilhos com um GMD ligeiramente superior a 1 Kg (novilhos 11 e 14) havendo uma evidente diferença relativamente aos restantes do grupo. Ainda neste parque é possível verificar que o novilho 5, embora apresente o 5º valor mais baixo de ingestão de alimento é aquele que apresenta o maior GMD. O novilho 11, com o 2º GMD mais baixo, foi o animal do seu grupo que menor quantidade de alimento consumiu.

Relativamente ao Parque 2, só um animal é que não apresenta um GMD superior a 1,100 Kg/dia (novilho 10) sendo este também aquele que menor quantidade de alimento

consumiu. Os animais com GMD superior a 1,200 Kg/dia (novilhos 1, 6, 7 e 18) são aqueles que ingeriram mais alimento (IMS > 1 tonelada).

No Parque 3, que integrava os animais mais pequenos, encontraram-se 2 dos 3 novilhos com o maior GMD do teste, sendo eles os novilhos 25 e 28 (1,371 e 1,414 Kg/dia, respetivamente), mas a diferença na IMS entre os dois é notória (IMS Novilho 28 > IMS Novilho 25).

Após o cálculo do GMD e da média diária de ingestão de cada novilho, efetuaram-se os cálculos do Índice Conversão Alimentar.

Tabela 9 - Índice de Conversão Alimentar de cada novilho do Parque 1

Parque 1						
Novilho	GMD	Total Kg MS	Ingestão $\bar{x}$ (Kg MS/dia)	ICA	$\bar{x}$ ICA	Desvio-Padrão
5	1,500	1151,7	8,23	5,48	6,57	0,81
9	1,329	1032,7	7,38	5,55		
11	1,086	977,7	6,98	6,43		
12	1,386	1288,3	9,20	6,64		
13	1,179	1324,0	9,46	8,02		
14	1,036	1089,8	7,78	7,52		
23	1,271	1141,1	8,15	6,41		
24	1,136	1036,9	7,41	6,52		

De registar que, no parque 1, em média o ICA foi de 6,57 e um desvio-padrão de 0,81.

Com o cálculo desta medida de eficiência alimentar podemos concluir que, caso a seleção de um reprodutor utilizasse o ICA, o novilho 5 seria uma boa opção, pois foi o animal que apresentou o valor de ICA mais baixo, precisando de uma menor quantidade de alimento para aumentar um Kg de peso vivo (5,48 Kg de MS/Kg PV). Tal ilação não pode ser retirada para o novilho 13, que é o animal com o maior consumo de alimento e um GMD mais baixo, possuindo um ICA de 8,02, tornando-o o menos eficiente do grupo na conversão do alimento em peso vivo.

No parque 2, a média de ICA foi de 6,12 Kg MS/Kg PV.

Tabela 10 - Índice de Conversão Alimentar de cada novilho do Parque 2

Parque 2						
Novilho	GMD	Total Kg MS	Ingestão $\bar{x}$ (KG MS/dia)	ICA	$\bar{x}$ ICA	Desvio-Padrão
1	1,200	1105,7	7,90	6,58	6,12	0,31
6	1,229	1025,6	7,33	5,96		
7	1,229	1148,7	8,20	6,68		
10	1,079	872,9	6,23	5,78		
16	1,114	965,0	6,89	6,19		
18	1,221	1014,3	7,25	5,93		
19	1,107	904,9	6,46	5,84		
21	1,114	977,4	6,98	6,27		
22	1,136	925,9	6,61	5,82		

Os novilhos do Parque 2 apresentam valores de ICA bastante próximos uns dos outros, estando os valores num intervalo entre 5,78 – 6,68.

O novilho 10, embora apresente os valores mais baixos de GMD e de ingestão de alimento é aquele que tem um ICA mais baixo, tornando-o o mais eficiente do seu grupo na conversão do alimento.

Por outro lado, um dos novilhos que apresenta o maior GMD (novilho 7) e a maior ingestão de alimento, é aquele que possui o valor de ICA mais elevado, não permitindo que seja uma boa escolha no que diz respeito à eficiência alimentar.

Se compararmos os novilhos 6 e 7, com GMD idêntico, podemos verificar que diferem consideravelmente na quantidade de alimento ingerida (aproximadamente 125 Kg) alcançando valores de ICA diferentes (5,96 para o novilho 6 e 6,68 para o novilho 7).

Assim, podemos concluir que embora o GMD seja um bom indicador de seleção, por si só não nos permite selecionar os novilhos mais eficientes a nível alimentar pois não

considera outras variáveis no seu cálculo e que podem fazer a diferença na determinação do parâmetro de seleção.

Em relação ao parque 3, que detinha os animais mais pequenos, o ICA médio foi de 5,65 Kg MS/Kg PV.

Tabela 11 - Índice de Conversão de cada novilho do Parque 3

Parque 3						
Novilho	GMD	Total Kg MS	Ingestão $\bar{X}$ (Kg MS/dia)	ICA	$\bar{X}$ ICA	Desvio-Padrão
2	1,314	1052,3	7,52	5,72	5,65	0,36
3	1,007	818,8	5,85	5,81		
4	1,079	800,6	5,72	5,30		
8	1,286	1025,6	7,33	5,70		
20	1,164	950,5	6,79	5,83		
25	1,371	981,1	7,01	5,11		
26	0,871	780,5	5,57	6,40		
27	1,096	816,2	5,83	5,32		
28	1,414	1113,7	7,95	5,62		

O novilho 26, com o GMD mais baixo do seu grupo e que apresentou a menor ingestão de MS foi também o que registou o maior ICA (6,40).

Comparando o novilho 2 e o 25, cujo GMD são semelhantes, podemos verificar diferenças no total de MS ingerida e no ICA. O novilho 2 apresenta uma IMS de 1052,3 Kg enquanto que o novilho 25 apresenta 981,1 Kg e apresentam 5,72 e 5,11 de ICA, respetivamente. Através da análise destes dados, e com base nesta medida de eficiência alimentar, podemos concluir que o novilho 25 é mais eficiente em relação ao novilho 2.

#### 4.4. Ingestão Alimentar Residual

Com os valores de IEA calculados, e com o valor de IRA média, podemos calcular o valor de RFI para cada novilho. Os resultados, em Kg MS/dia, apresentam-se nas seguintes tabelas.

Tabela 12 - Ingestão Alimentar Residual de cada novilho dos Parques 1, 2 e 3

Parque 1			
Novilho	IRA	IEA	RFI
5	8,226	8,801	-0,575
9	7,376	7,779	-0,403
11	6,983	7,922	-0,938
12	9,202	9,454	-0,252
13	9,457	8,548	0,909
14	7,784	6,991	0,793
23	8,151	7,833	0,318
24	7,406	7,360	0,046
<b>Média</b>	8,073	8,086	-0,013
<b>Desvio-Padrão</b>	0,823	0,751	0,612

Parque 2			
Novilho	IRA	IEA	RFI
1	7,90	7,149	0,749
6	7,33	7,434	-0,108
7	8,20	7,568	0,637
10	6,23	6,631	-0,397
16	6,89	6,648	0,245
18	7,25	7,196	0,049
19	6,46	6,955	-0,491
21	6,98	7,118	-0,136
22	6,61	6,957	-0,343
<b>Média</b>	7,10	7,07	0,02
<b>Desvio-Padrão</b>	0,61	0,30	0,42

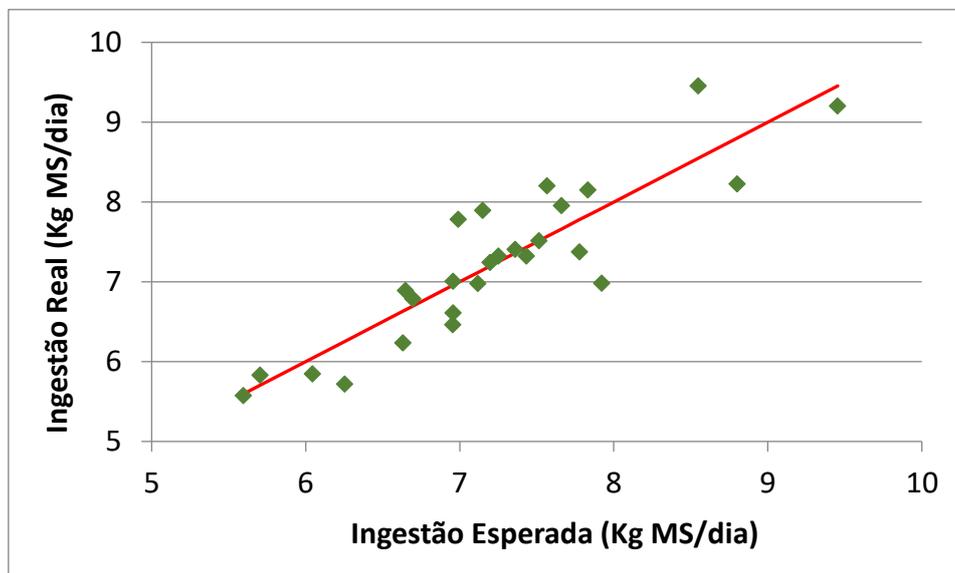
Parque 3			
Novilho	IRA	IEA	RFI
2	7,52	7,514	0,003
3	5,85	6,045	-0,196
4	5,72	6,252	-0,534
8	7,33	7,252	0,074
20	6,79	6,695	0,095
25	7,01	6,956	0,052
26	5,57	5,594	-0,019
27	5,83	5,703	0,127
28	7,95	7,661	0,294
<b>Média</b>	6,62	6,63	-0,01
<b>Desvio-Padrão</b>	0,84	0,73	0,22

Os valores de RFI negativos indicam-nos que o novilho ingeriu uma menor quantidade de alimento em relação aquilo que seria esperado, dado o seu GMD e PMM, sendo assim o animal mais eficiente.

Analisando o Parque 1, na tabela 13, podemos verificar que o novilho 13 apresenta o valor de RFI positivo (0,909) mais elevado de todos os animais em ensaio, ou seja, o animal ingeriu uma maior quantidade de alimento para aquilo que era esperado, tendo em conta o seu GMD e PMM.

Com base nos valores de IRA e IEA é possível criar o gráfico 6 e traçar uma reta de forma a ter a perceção dos animais que são mais eficientes.

Gráfico 6 – Relação entre Ingestão Real e Esperada de Alimento por novilho



Fonte: Carolino, Nuno (2019)

- RFI = 0
- ◆ Novilho

Assim, todos os novilhos que se encontram abaixo da reta são considerados os mais eficientes a nível alimentar.

Para comparar as duas medidas de eficiência alimentar presentes neste estudo, nomeadamente a RFI e o ICA, elaboraram-se as seguintes tabelas.

Tabela 13 - ICA e RFI de cada novilho dos Parques 1, 2 e 3

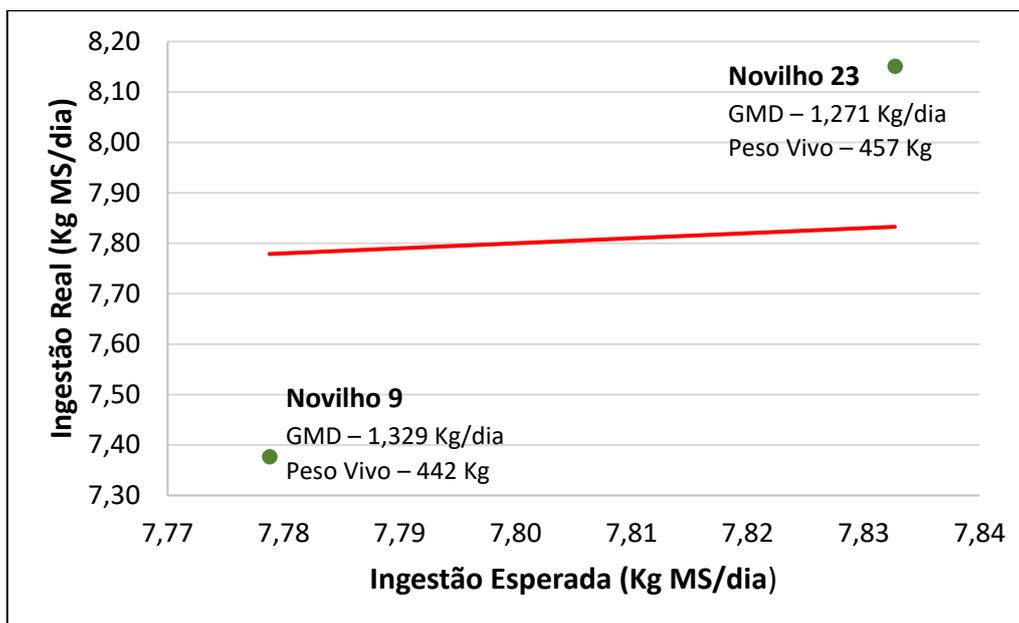
Parque 1					
Novilho	ICA	RFI	GMD	PMM	IEA
5	5,48	-0,575	1,500	87,760	8,801
9	5,55	-0,403	1,329	80,746	7,779
11	6,43	-0,938	1,086	93,438	7,922
12	6,64	-0,252	1,386	102,068	9,454
13	8,02	0,909	1,179	98,273	8,548
14	7,52	0,793	1,036	82,389	6,991
23	6,41	0,318	1,271	84,021	7,833
24	6,52	0,046	1,136	83,249	7,360
<b>Média</b>	6,57	-0,013	1,240	88,993	8,086
<b>Desvio-Padrão</b>	0,81	0,612	0,149	7,481	0,751

Parque 2					
Novilho	ICA	RFI	GMD	PMM	IEA
1	6,58	0,749	1,200	77,426	7,149
6	5,96	-0,108	1,229	80,225	7,434
7	6,68	0,637	1,229	82,130	7,568
10	5,78	-0,397	1,079	75,393	6,631
16	6,19	0,245	1,114	74,058	6,648
18	5,93	0,049	1,221	77,162	7,196
19	5,84	-0,491	1,107	78,742	6,955
21	6,27	-0,136	1,114	80,746	7,118
22	5,82	-0,343	1,136	77,514	6,957
<b>Média</b>	6,12	0,023	1,159	78,155	7,073
<b>Desvio-Padrão</b>	0,31	0,418	0,057	2,438	0,298

Parque 3					
Novilho	ICA	RFI	GMD	PMM	IEA
2	5,72	0,003	1,314	77,602	7,514
3	5,81	-0,196	1,007	70,184	6,045
4	5,30	-0,534	1,079	70,002	6,252
8	5,70	0,074	1,286	75,127	7,252
20	5,83	0,095	1,164	72,534	6,695
25	5,11	0,052	1,371	67,162	6,956
26	6,40	-0,019	0,871	69,729	5,594
27	5,32	0,127	1,096	61,404	5,703
28	5,62	0,294	1,414	75,304	7,661
<b>Média</b>	5,65	-0,012	1,178	71,005	6,630
<b>Desvio-Padrão</b>	0,36	0,222	0,171	4,614	0,727

Analisando as tabelas apresentadas podemos retirar algumas ilações relativamente à eficiência alimentar dos novilhos, nomeadamente e comparando os novilhos 9 e 23 (Gráfico 7), de pesos vivos e GMD semelhantes (442/457 Kg PV e 1,329/1,271 Kg de GMD), e que apresentam um valor de RFI de -0,403 e 0,318, respetivamente, podemos concluir que o novilho 9 é mais eficiente na conversão do alimento pois, para PV e GMD semelhantes, ingere uma menor quantidade de alimento. No caso destes dois novilhos, o ICA também seria uma boa medida de eficiência alimentar, visto que o novilho 9 apresenta um valor menor que o do 23.

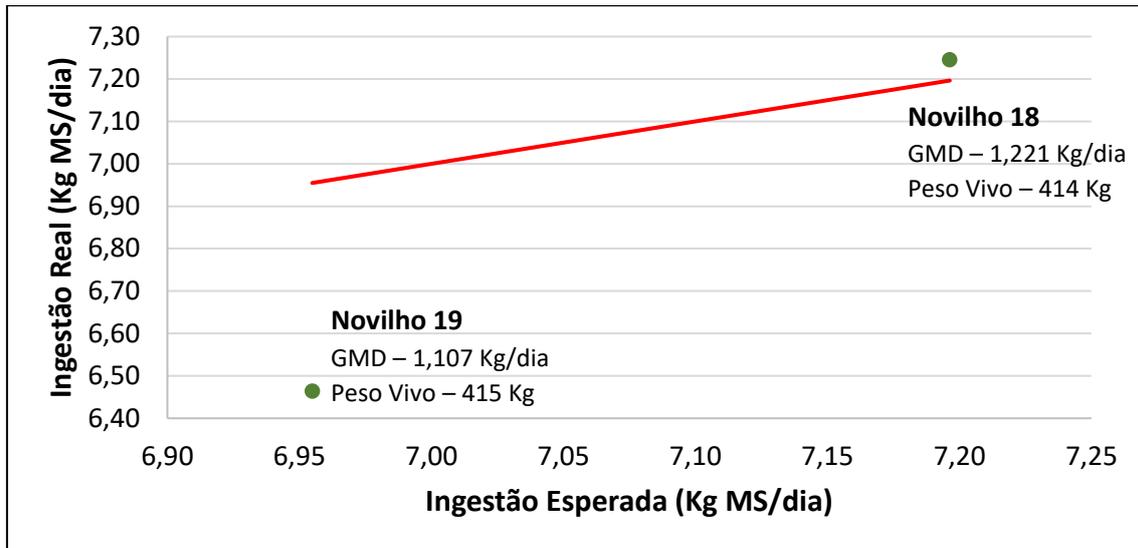
Gráfico 7 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 1



— RFI = 0  
● Novilho

Observando o gráfico 8, podemos comparar os novilhos 18 e 19 (do parque 2) que apresentam 414 e 415 Kg de PV, respectivamente, e GMD de 1,221 e 1,107. Se a seleção dos novilhos fosse efetuada com recurso ao ICA, ambos poderiam ser escolhidos visto apresentarem ICA semelhante (5,93 para o novilho 18 e 5,84 para o novilho 19), no entanto, relativamente ao RFI a situação é diferente, visto que o novilho 18 apresenta um valor de 0,049 e o novilho 19 um valor de -0,491. Ou seja, utilizando o RFI como parâmetro de seleção, o animal escolhido seria o novilho 19, pois apresenta um valor de RFI negativo, o que indica que este novilho é mais eficiente na conversão do alimento, pois para peso vivo e GMD semelhantes, ingeriu menor quantidade de alimento que o novilho 18.

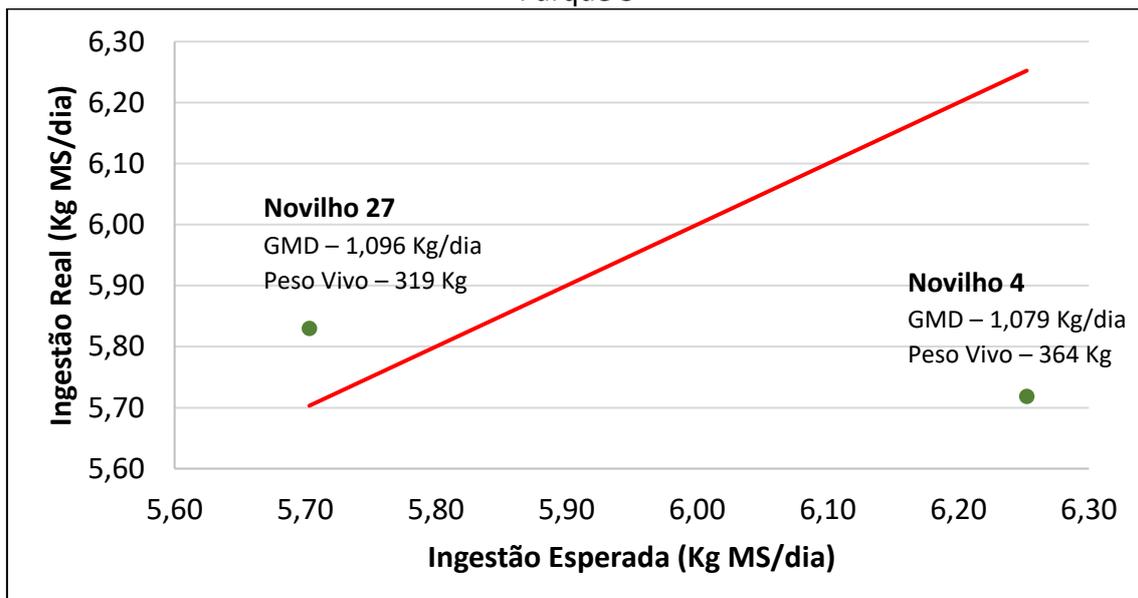
Gráfico 8 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 2



- RFI = 0
- Novilho

No gráfico 9, os novilhos 4 e 27 do Parque 3 apresentam PV e GMD semelhantes, e o ICA muito idêntico (5,30 e 5,32, respetivamente) mas ao nível do RFI diferem bastante, sendo que o novilho 4 apresenta um RFI igual a -0,534 e o novilho 27 de 0,127.

Gráfico 9 - Relação entre a Ingestão Real e Esperada de Alimento de dois novilhos do Parque 3

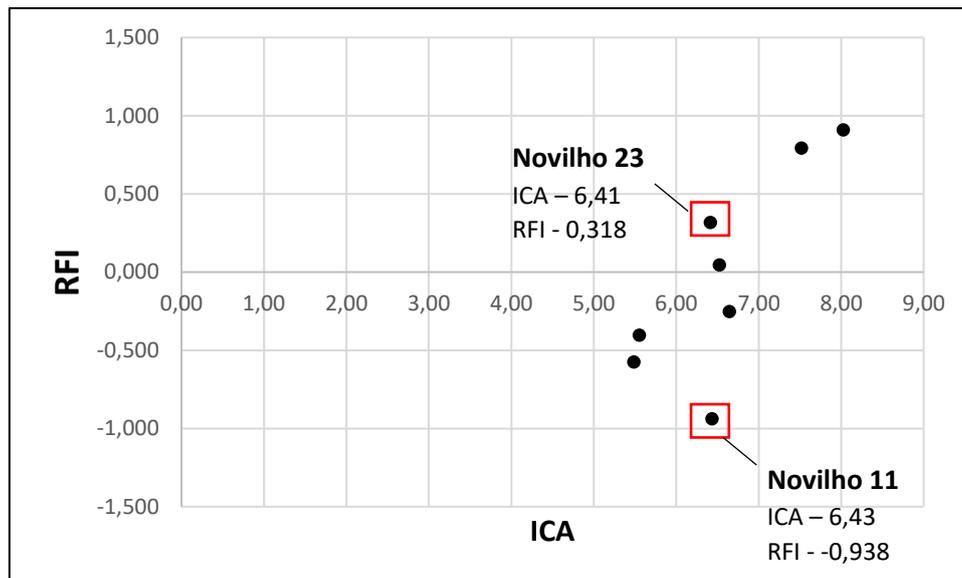


- RFI = 0
- Novilho

Para uma melhor compreensão da comparação entre as duas variáveis em estudo, podemos concluir que embora existam alguns animais que apresentam valores elevados de ICA e RFI, existem outros em que a diferença nas variáveis é evidente e contribuiria bastante para a seleção do novilho mais eficiente.

No caso dos novilhos do Parque 1 podemos verificar que essa diferença entre RFI e ICA é bastante evidente em alguns animais, tal como é possível observar no gráfico 10.

Gráfico 10 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 1

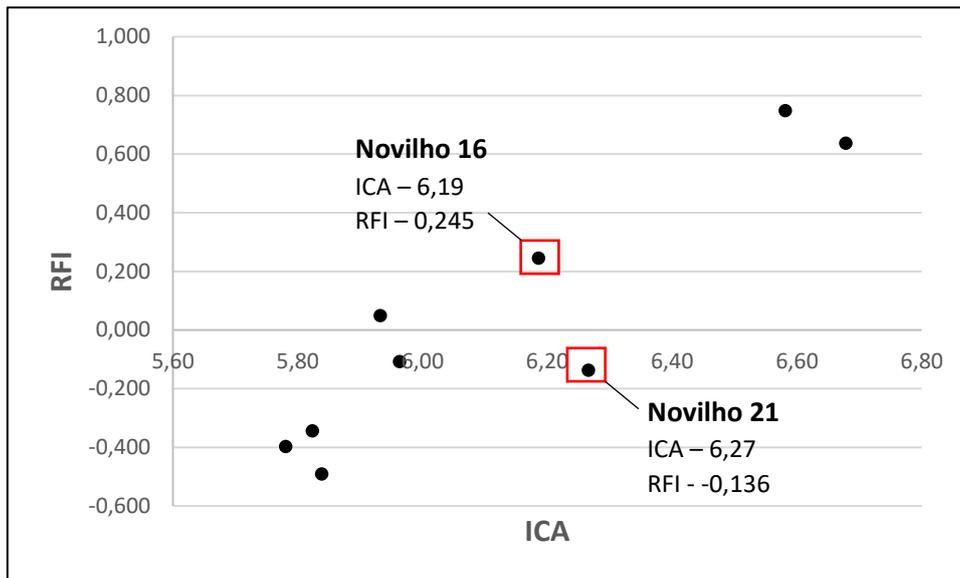


● Novilho

No caso dos novilhos 11 e 23, estes apresentam um ICA semelhante (6,43 e 6,41, respetivamente) mas diferem bastante em relação à RFI tendo o novilho 11 um valor negativo (-0,938) e o novilho 23 um valor positivo (0,318), o que nos permite saber que se seleccionássemos tendo em conta apenas o valor de ICA qualquer dos novilhos seria escolhido, no entanto, sabendo o valor de RFI de ambos podemos concluir que o novilho 11 é mais eficiente do que o novilho 23.

Observando, no gráfico 11, os valores das duas variáveis nos novilhos do Parque 2, podemos concluir que os novilhos 16 e 21 também apresentam valores de ICA semelhantes (6,19 e 6,27, respetivamente) mas que diferem no valor da RFI (0,245 e -0,136, respetivamente). Podemos concluir então que embora a diferença de RFI não seja tão elevada como no dos novilhos que apresentámos do Parque 1, esta existe e é fundamental para a seleção do novilho mais eficiente.

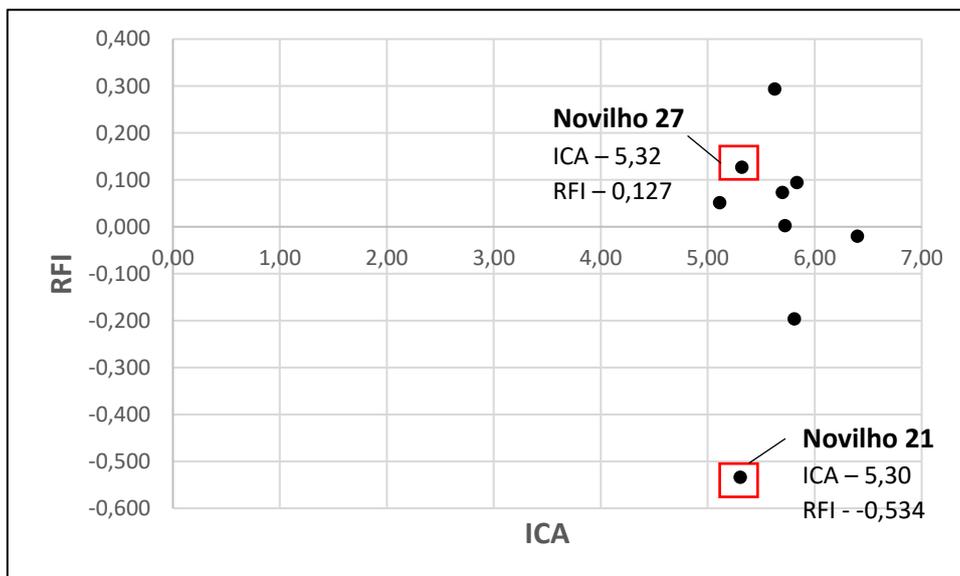
Gráfico 11 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 2



● Novilho

O gráfico 12, que representa os novilhos do Parque 2, encontramos novilhos que embora tenham valores de ICA semelhantes também diferem bastante em relação à RFI, tal como já tínhamos observado no gráfico 10.

Gráfico 12 - Relação entre ICA e RFI dos novilhos do Parque 3



● Novilho

De realçar também que neste caso o novilho 27, que apresenta o valor de ICA relativamente mais alto que o novilho 21, é também o que apresenta o valor de RFI mais elevado. Conclui-se assim que conhecendo os valores das duas medidas de eficiência alimentar poderíamos utilizar quaisquer das duas para selecionar o animal.

#### 4.4.1. Correlação entre variáveis em estudo

Tabela 14 – Dados Mínimo, Média e Máximo das Variáveis em estudo

	<b>Min.</b>	<b>Média</b>	<b>Máx.</b>
<b>IMS</b> (Kg MS)	780,5	1012,4	1324,0
<b>GMD</b> (Kg/dia)	0,871	1,191	1,500
<b>PMM</b>	61,40	79,01	102,07
<b>ICA</b> (Kg MS/Kg PV)	5,110	6,094	8,025
<b>RFI</b>	-0,938	0,000	0,909

Podemos verificar que em média, cada novilho ingeriu 1012,4 Kg de MS ao longo do período de teste, registando-se um valor mínimo de ingestão de 780,5 e um máximo de 1324 Kg de MS.

O GMD, em média, foi de 1,191 Kg tendo-se registado um mínimo de 0,871 Kg correspondente ao novilho 26 e um máximo de 1,500 Kg correspondente ao novilho 5 dos parques 3 e 1, respetivamente.

Utilizando o mesmo software obteve-se os coeficientes de correlação entre as variáveis

Tabela 15 - Correlações entre as variáveis

	<b>IMS</b>	<b>GMD</b>	<b>PMM</b>	<b>ICA</b>	<b>RFI</b>
<b>IMS</b>	1,000	0,645	0,786	0,567	0,453
<b>GMD</b>	0,645	1,000	0,314	- 0,259	- 0,171
<b>PMM</b>	0,786	0,314	1,000	0,643	- 0,423
<b>ICA</b>	0,566	- 0,260	0,642	1,000	0,584
<b>RFI</b>	0,453	- 0,171	- 0,423	0,584	1,000

Como se pode verificar, existe uma correlação forte entre a IMS e as variáveis GMD e PMM, uma vez que os coeficientes de correlação são de 0,645 e 0,786, respetivamente. Isto significa que sempre que uma aumenta, a outra necessariamente também aumenta, resultado este expectável dada a componente PV que integra o cálculo do GMD e do PMM.

O coeficiente de correlação entre o GMD e ICA é muito baixo (-0,256) pelo que podemos considerar que não existe relação entre estas duas variáveis. No entanto se observarmos o valor de correlação entre IMS e ICA (0,567) concluímos que as variáveis dependem uma da outra e, se a IMS aumentar, o ICA aumentará necessariamente.

A correlação entre ICA e RFI é superior às anteriores (0,584) e embora moderadamente baixa podem existir diferenças significativas entre os valores das duas variáveis para determinados animais.

No que diz respeito ao objeto desta experiência, nomeadamente a RFI, pode concluir-se que esta apresenta uma correlação de 0,453 com a IMS, pois esta variável é uma das componentes no cálculo da RFI, e claramente que tem de a influenciar. No entanto, podemos considerar que não existe qualquer relação entre a RFI e as variáveis GMD e PMM, o que vem corroborar a bibliografia que garante a independência desta medida de eficiência alimentar face a essas duas variáveis.

Para uma melhor e mais fácil percepção das correlações entre as variáveis, efetuou-se a seguinte tabela, com gradação de cores.

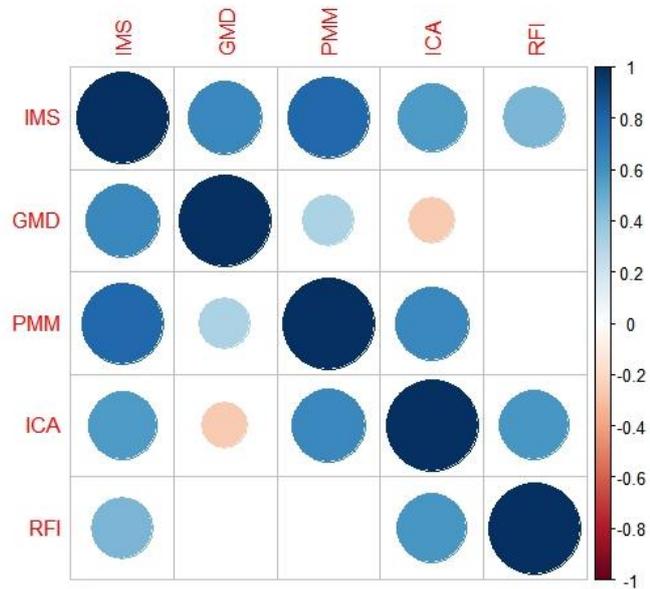


Figura 12 - Correlação entre as diferentes variáveis, com gradação de cores

## 5. Conclusões

A presente dissertação foi desenvolvida de modo a perceber as diferenças entre selecionar novilhos da raça Mertolenga de acordo com o seu ICA ou a RFI. No caso da RFI, por se tratar de um parâmetro de eficiência alimentar mais rigoroso e que recorre a um procedimento preciso, é imprescindível que se tenha em conta todos os fatores que intervêm no seu cálculo.

A recolha de amostras de alimento e de sobras ao longo do período de teste é fundamental para minimizar erros na determinação do ICA e da RFI, uma vez que o cálculo mais rigoroso possível da IMS é importante para a obtenção dos valores das medidas de eficiência alimentar em estudo.

Tal como é referido pela bibliografia, a RFI é independente do PV e do GMD, permitindo ser rigoroso na seleção de animais mais eficientes a nível alimentar, característica essa muito importante nos dias de hoje, em resultado das exigências que nos são colocadas quer por produtores, quer pela sociedade em geral.

Neste teste foi possível identificar animais com GMD muito similar entre si mas que quando comparados os valores de ingestão de alimento nos comprovou que só com uma determinação rigorosa da RFI podíamos escolher o animal mais eficiente.

Quando comparados entre si, os valores de ICA e RFI permitem-nos selecionar os animais mais eficientes e até eliminar aqueles que caso se se seleccionassem tendo em conta o ICA sairíamos prejudicados a nível da eficiência alimentar e conseqüentemente a nível económico.

Nos dias de hoje aquando da seleção de reprodutores para venda ou produção de doses seminais são identificadas as melhores características de cada um e por isso, é fundamental que a RFI integre, de forma rigorosa, esses programas de melhoramento das raças bovinas.

A integração da RFI nos programas de melhoramento genético não só permite selecionar de forma a reduzir o consumo de alimento sem prejudicar os GMD dos animais, como também contribuir para a redução da emissão de gases com efeito de estufa.

## 6. Bibliografia

- ACBM. Catálogo de Reprodutores 2023. *Associação de Criadores de Bovinos Mertolengos*. Obtido de <http://www.mertolenga.com/>
- Albuquerque, L. G., Carvalheiro, R., Mercadante, M. E., & Júnior, G. A. (2016). Eficiência Alimentar – Uma ferramenta de seleção imprescindível para a eficiência na pecuária de corte. III Congresso Brasileiro de Angus. Porto Alegre, Brasil.
- Almeida, R. D. (2005). Consumo e eficiência alimentar de bovinos em crescimento. Tese de Doutorado. São Paulo, Brasil. Obtido em <https://doi.org/10.11606/T.11.2005.tde-09112005-150314>
- Arthur, P. F., Archer, J. A., & Johnston, D. J. (2001). Genetic and phenotypic variance and covariance components for feed intake, feed efficiency, and other postweaning traits in Angus cattle. *Journal of Animal Science*. 79(11):2805-11.
- Chaves, A. S. (2013). Relações entre eficiência alimentar e características de carcaça, qualidade de carne, batimentos cardíacos e consumo de oxigênio em bovinos. Tese de Doutorado. Piracicaba, 2013. Obtido em <https://doi.org/10.11606/T.11.2013.tde-05112013-16245>.
- Elolimy, A. A., Abdelmegeid, M., McCann, J. C., Shike, D. W., & Loor, J. J. (2016). Rumen bacterial species associate with residual feed intake in beef cattle. *Journal of Animal Science*, Volume 94, Issue suppl\_5, October 2016, Page 727, Obtido em <https://doi.org/10.2527/jam2016-1498>
- Gama, L. T. (2002). *Melhoramento Genético Animal*. Escolar Editora.
- Gomes, R. C. (2015). Entendo a Eficiência Alimentar. Obtido em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131582/1/Sumario-Senepol-2015-2-p.22-24.pdf>.
- Herd, R. M., Oddy, V. H., & Richardson, E. C. (2004a). Biological basis for variation in residual feed intake in beef cattle. 1. Review of potential mechanisms.

*Australian Journal of Experiential Agriculture*. 44(5):423-430. Obtido em  
DOI:10.1071/EA02220

Hokofarm Group. (2020). RIC. Obtido de <https://www.hokofarmgroup.com/ric/>

Kelly, A. K., McGee, M., Crews Jr., D. H., Sweeney, T., Boland, T. M., & Kenny, D. A. (2010). Repeatability of feed efficiency, carcass ultrasound, feeding behavior, and blood metabolic variables in finishing heifers divergently selected for residual feed intake. *Journal Animal Science*, 88(10):3214-25. doi: 10.2527/jas.2009-2700.

Kowalski, L. H. (2014). Consumo Alimentar Residual e suas relações com características reprodutivas de bovinos Purunã em crescimento. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Brasil.

L. Ferrell, T. G. (1995). Body composition effects on maintenance, feed intake and efficiency. Symposium: Intake by feedlot cattle. Oklahoma: Agricultural Experimental Station, 23-30.

Lanna, D. P., & Almeida, R. (2004). Exigências nutricionais e melhoramento genético para eficiência alimentar: experiências e lições para um projeto nacional. *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 41: 248-259

Lima, N. L. (2016). Eficiência produtiva em cordeiros classificados pelo consumo alimentar residual (CAR) e consumo e ganho residual (CGR). Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais - Faculdade de Veterinária. Belo Horizonte, Brasil.

Montalbetti, A. (s.d.). *Microbiología del rumen*. Obtido em 14 de Maio de 2018, de monografias.com:  
<http://www.monografias.com/trabajos7/rumen/rumen.shtml>

Morais, L. C. (2011). Consumo Alimentar Residual (CAR) e outras medidas de eficiência alimentar em bovinos de corte. Disciplina de Seminários Aplicados, Universidade Federal de Goiás.

- Nascimento, M. L. (2011). Eficiência alimentar e suas associações com lucro, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore. Tese de Doutorado. Piracicaba. Obtido em <https://doi.org/10.11606/T.11.2011.tde-24012012-094448>
- Nkrumah, J. D., Basarab, J. A., Price, M. A., Okine, E. K., Ammoura, A., Guercio, S., . . . Moore, S. S. (2004). Different measures of energetic efficiency and their phenotypic relationships with growth, feed intake, and ultrasound and carcass merit in hybrid cattle. *Journal of Animal Science* 82:2451–2459. Obtido em DOI:10.2527/2004.8282451x
- Nkrumah, J. D., Okine, E. K., Mathison, G. W., Schmid, K., & Basarab, J. A. (2006). Relationships of feedlot, feed efficiency, performance, and feeding behavior with metabolic rate, methane production, and energy partitioning in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 84(1). Obtido em DOI:10.2527/2006.841145x
- Oliveira, L. F. (2014). Consumo Alimentar Residual e Produção de metano entérico de bovinos em confinamento e pastagem. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Brasil.
- Paulo, D. A. (2020). Consumo alimentar residual (CAR) em novilhos da Raça Mertolenga. Dissertação de Mestrado, Universidade de Évora, Évora.
- Perkins, S. D., Key, C. N., Garrett, C. F., Foradori, C. D., Bratcher, C. L., Kriese-Anderson, L. A., & Brandebourg, T. D. (2014). Residual feed intake studies in Angus-sired cattle reveal a potential role for hypothalamic gene expression in regulating feed efficiency. *Journal of ANimal Science* 92(2):549-60. Obtido em doi: 10.2527/jas.2013-7019.
- Presumido, P. H., Sousa, F., Gonçalves, A., Dal Bosco, T. C., & Feliciano, M. (2017). Pegada de carbono da produção de carne bovina no Nordeste de Portugal: comparação entre dois sistemas produtivos. III Congresso Ibero-Americano de Empreendedorismo, Energia, Ambiente e Tecnologia. p 303-308. Bragança, Portugal.

- Santana, M. H., Gomes, R. C., Ferraz, J. B., & Junior, P. R. (2014). Medidas de Eficiência Alimentar para Avaliação de Bovinos de Corte. *Scientia Agraria Paranaensis* 13(2):95-107
- Santana, M. H., Gomes, R. C., Leme, P. R., Silva, S. L., & Ferraz, J. B. (2013). O uso da eficiência alimentar em programas de melhoramento genético de bovinos de corte. *Biblioteca Técnica ABSPECPLAN*, 25, 2013
- Santos, G. P. (2014). Eficiência Alimentar, Parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo de machos e fêmeas da raça Nelore. Dissertação de Mestrado. Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, São Paulo, Brasil.
- Souza, A. V. (2003). Interpretando os Índices de Conversão Alimentar (I.C.A.) e de Eficiência Alimentar (I.E.A.). Artigo técnico Poli-Nutri Alimentos. Obtido de <https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/161.pdf>

# ANEXOS

## Anexo A - Pesos em cada momento de pesagem

P	Coleira	IDE	SIA	Data Nasc.	Idade	Peso								
						24/abr/19	30/mai/19	19/jun/19	10/jul/19	31/jul/19	21/ago/19	11/set/19	02/out/19	17/out/19
1	5	509385	8522	26/06/2018	15,7	257	285	319	350	380	416	455	480	495
1	9	509432	1260	17/08/2018	14,0	259	256	304	327	358	380	407	425	442
1	11	509808	7366	06/07/2018	15,4	343	348	374	394	407	437	463	474	500
1	12	509859	7373	07/07/2018	15,4	360	380	413	449	461	504	534	550	574
1	13	509952	7384	14/07/2018	15,1	350	371	411	430	454	479	506	512	536
1	14	510056	0403	15/06/2018	16,1	269	286	315	341	358	383	409	427	431
1	23	510546	3684	17/06/2018	16,0	248	279	307	335	366	397	427	441	457
1	24	510570	3696	09/07/2018	15,3	256	284	316	336	362	385	407	425	443
2	1	509317	3947	06/09/2018	13,3	226	246	279	309	327	356	388	404	414
2	6	509388	8528	05/07/2018	15,4	240	260	297	326	348	384	401	421	432
2	7	509406	0142	03/08/2018	14,5	244	271	312	336	364	392	418	446	443
2	10	509767	5023	01/09/2018	13,5	221	243	282	294	314	345	365	378	394
2	16	510128	9229	13/08/2018	14,1	225	233	266	290	306	339	359	371	389
2	18	510166	9671	15/08/2018	14,1	204	243	284	307	338	369	393	400	414
2	19	510184	8072	17/07/2018	15,0	235	260	289	310	332	361	385	399	415
2	21	510539	0084	02/09/2018	13,5	244	271	304	327	347	375	400	415	427
2	22	510540	3175	29/08/2018	13,6	233	251	270	302	329	356	387	400	410
3	2	509366	3951	11/09/2018	13,2	218	239	281	305	335	372	390	404	423
3	3	509371	2274	31/07/2018	14,6	200	219	245	264	285	316	334	334	360
3	4	509373	2282	06/08/2018	14,4	198	213	241	269	294	319	336	350	364
3	8	509418	0144	03/08/2018	14,5	219	227	258	274	306	332	369	382	407
3	20	510196	9963	07/09/2018	13,3	193	221	247	274	300	322	345	360	384
3	25	510585	3890	14/09/2018	13,1	149	177	214	248	280	304	331	351	369
3	26	510590	1401	13/06/2018	16,1	203	226	238	263	280	307	329	332	348
3	27	510614	4556	28/06/2018	15,6	148	165,5	199	224	245	274	289	306	319
3	28	510626	3891	22/09/2018	12,8	----	219	251	279	305	344	375	398	417

8	9	9	Peso a 26/4
---	---	---	-------------

## Anexo B – Ingestão de Alimento e de Matéria Seca por semana

		Ingestão de Matéria Seca													
		62,07%						53,39%							
		30mai a 5jun		6jun a 12jun		13jun a 19jun		20jun a 26jun		27jun a 3jul		4jul a 10jul		11jul a 17jul	
Coleira	SIA	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS
1	3947	77,9	48,3	74,8	46,4	97,9	60,8	61,2	32,7	96,3	51,4	90,4	48,3	120,6	64,4
2	3951	73,0	45,3	70,6	43,8	88,8	55,1	98,4	52,5	99,0	52,9	82,4	44,0	108,0	57,7
3	2274	51,1	31,7	43,0	26,7	67,5	41,9	71,0	37,9	81,7	43,6	69,6	37,2	72,0	38,4
4	2282	67,3	41,8	56,6	35,1	64,5	40,0	75,7	40,4	77,0	41,1	60,1	32,1	79,3	42,3
5	8522	83,8	52,0	78,4	48,7	101,5	63,0	96,4	51,5	94,8	50,6	82,0	43,8	106,6	56,9
6	8528	88,0	54,6	68,5	42,5	102,6	63,7	79,1	42,2	93,3	49,8	86,5	46,2	109,7	58,6
7	0142	104,8	65,0	79,1	49,1	104,1	64,6	92,6	49,4	101,3	54,1	98,1	52,4	116,9	62,4
8	0144	73,0	45,3	71,3	44,3	78,9	49,0	82,7	44,1	91,4	48,8	90,5	48,3	100,9	53,9
9	1260	79,8	49,5	72,0	44,7	89,0	55,2	92,8	49,5	79,6	42,5	76,3	40,7	104,2	55,6
10	5023	78,0	48,4	60,3	37,4	84,2	52,3	54,8	29,3	72,9	38,9	57,5	30,7	90,5	48,3
11	7366	69,1	42,9	65,6	40,7	87,0	54,0	81,2	43,3	84,4	45,1	75,4	40,3	94,0	50,2
12	7373	106,1	65,9	91,6	56,9	111,3	69,1	91,2	48,7	94,3	50,3	105,3	56,2	128,0	68,3
13	7384	110,0	68,3	94,3	58,5	122,0	75,7	114,4	61,1	121,9	65,1	106,8	57,0	106,7	57,0
14	0403	82,6	51,3	66,8	41,5	93,2	57,8	79,8	42,6	94,6	50,5	100,0	53,4	105,7	56,4
16	9229	68,9	42,8	66,6	41,3	88,2	54,7	77,1	41,2	85,4	45,6	76,8	41,0	94,6	50,5
18	9671	69,7	43,3	72,1	44,7	98,3	61,0	84,6	45,2	96,4	51,5	86,6	46,2	110,2	58,8
19	8072	83,8	52,0	74,7	46,4	80,5	50,0	73,9	39,5	86,2	46,0	70,4	37,6	85,8	45,8
20	9963	67,1	41,6	64,0	39,7	74,6	46,3	93,6	50,0	91,4	48,8	72,7	38,8	87,8	46,9
21	0084	92,6	57,5	78,2	48,5	75,9	47,1	76,0	40,6	72,5	38,7	74,1	39,6	93,5	49,9
22	3175	72,5	45,0	58,9	36,6	55,6	34,5	54,5	29,1	65,3	34,9	75,3	40,2	93,7	50,0
23	3684	74,8	46,4	75,1	46,6	101,5	63,0	96,5	51,5	97,8	52,2	84,3	45,0	121,1	64,6
24	3696	78,5	48,7	73,4	45,6	100,4	62,3	76,4	40,8	73,7	39,3	85,4	45,6	114,5	61,1
25	3890	60,5	37,5	71,7	44,5	70,0	43,4	96,9	51,7	99,4	53,1	85,9	45,9	113,8	60,8
26	1401	29,9	18,6	25,8	16,0	63,9	39,7	68,1	36,4	78,8	42,1	74,5	39,8	86,6	46,2
27	4556	51,1	31,7	49,4	30,7	69,9	43,4	79,8	42,6	84,6	45,2	65,2	34,8	89,6	47,8

28	3891	45,2	28,1	55,2	34,3	75,5	46,9	99,1	52,9	109,6	58,5	83,2	44,4	78,5	41,9
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------

		Ingestão de Matéria Seca													
		52,06%				52,77%				51,21%		49,07%		49,31%	
		18jul a 20jul		21jul a 24jul		25jul a 31jul		1ago a 7ago		8ago a 14ago		15ago a 21ago		22ago a 28ago	
Coleira	SIA	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS
1	3947	45,3	23,6	52,9	27,9	110,0	58,0	117,7	62,1	114,3	58,5	116,5	57,2	112,8	55,6
2	3951	42,1	21,9	49,4	26,1	112,4	59,3	108,1	57,0	111,4	57,0	98,7	48,4	110,2	54,3
3	2274	31,9	16,6	39,3	20,7	88,2	46,5	89,2	47,1	107,7	55,2	82,6	40,5	82,5	40,7
4	2282	30,8	16,0	36,8	19,4	79,6	42,0	81,5	43,0	86,0	44,0	90,1	44,2	77,6	38,3
5	8522	47,5	24,7	55,6	29,3	123,3	65,1	122,5	64,6	121,4	62,2	120,0	58,9	106,7	52,6
6	8528	40,8	21,2	50,2	26,5	107,8	56,9	114,2	60,3	111,8	57,3	98,8	48,5	94,9	46,8
7	0142	42,3	22,0	54,6	28,8	115,0	60,7	112,7	59,5	104,1	53,3	117,6	57,7	105,5	52,0
8	0144	41,1	21,4	40,8	21,5	100,7	53,1	103,5	54,6	105,9	54,2	97,7	47,9	107,6	53,1
9	1260	33,7	17,5	48,9	25,8	105,4	55,6	108,9	57,5	105,3	53,9	112,8	55,4	102,6	50,6
10	5023	26,8	14,0	39,9	21,1	95,4	50,3	103,1	54,4	101,1	51,8	87,7	43,0	84,9	41,9
11	7366	31,6	16,4	37,4	19,7	97,7	51,6	98,1	51,8	104,5	53,5	101,6	49,9	92,4	45,6
12	7373	47,1	24,5	61,1	32,2	124,6	65,7	128,3	67,7	141,0	72,2	146,9	72,1	126,9	62,6
13	7384	45,2	23,5	63,5	33,5	131,4	69,3	141,1	74,5	143,5	73,5	141,6	69,5	126,5	62,4
14	0403	47,4	24,7	47,3	25,0	111,9	59,0	111,2	58,7	110,3	56,5	111,6	54,8	108,7	53,6
16	9229	37,0	19,3	48,5	25,6	95,8	50,5	104,2	55,0	101,9	52,2	108,9	53,4	95,7	47,2
18	9671	40,9	21,3	47,5	25,1	110,4	58,3	110,6	58,4	112,2	57,5	112,3	55,1	92,1	45,4
19	8072	37,1	19,3	41,7	22,0	89,9	47,4	88,8	46,9	95,8	49,1	87,6	43,0	97,5	48,1
20	9963	41,3	21,5	45,8	24,2	101,4	53,5	91,5	48,3	87,5	44,8	83,3	40,9	88,7	43,7
21	0084	34,2	17,8	42,6	22,5	93,0	49,1	99,3	52,4	101,1	51,8	92,8	45,5	102,6	50,6
22	3175	36,0	18,7	48,3	25,5	98,7	52,1	113,6	59,9	108,5	55,6	104,6	51,3	86,9	42,9
23	3684	40,4	21,0	54,5	28,8	117,5	62,0	120,2	63,4	121,7	62,3	126,0	61,8	116,0	57,2
24	3696	37,0	19,3	43,7	23,1	112,1	59,1	112,4	59,3	107,4	55,0	98,2	48,2	94,4	46,5
25	3890	46,7	24,3	42,7	22,5	100,7	53,1	110,5	58,3	96,0	49,2	101,1	49,6	92,3	45,5
26	1401	37,4	19,5	41,9	22,1	85,9	45,3	80,7	42,6	90,6	46,4	104,9	51,5	77,6	38,3

27	4556	31,0	16,1	40,1	21,2	92,0	48,5	92,9	49,0	87,2	44,7	86,6	42,5	82,0	40,4
28	3891	42,1	21,9	53,1	28,0	124,3	65,6	122,9	64,8	131,4	67,3	118,2	58,0	124,0	61,1

		Ingestão de Matéria Seca													
		53,54%				52,75%									
		29ago a 4set		5set a 11set		12set a 18set		19set a 25set		26set a 2out		3out a 9out		10out a 17out	
Coleira	SIA	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS	Kg Ali	Kg MS
1	3947	124,7	66,8	118,4	63,4	109,1	57,5	99,3	52,4	109,4	57,7	106,1	56,0	107,5	56,7
2	3951	107,2	57,4	107,3	57,4	109,8	57,9	99,0	52,2	100,3	52,9	88,7	46,8	99,1	52,3
3	2274	86,7	46,4	80,2	42,9	78,3	41,3	74,5	39,3	73,9	39,0	75,5	39,8	86,0	45,4
4	2282	84,2	45,1	81,6	43,7	70,4	37,1	59,4	31,3	82,0	43,3	75,5	39,8	76,7	40,5
5	8522	112,8	60,4	125,7	67,3	111,5	58,8	105,4	55,6	121,7	64,2	116,1	61,2	114,3	60,3
6	8528	106,4	57,0	105,2	56,3	102,1	53,9	73,5	38,8	95,4	50,3	95,7	50,5	83,3	43,9
7	0142	108,5	58,1	120,3	64,4	126,1	66,5	97,0	51,2	122,7	64,7	108,5	57,2	105,2	55,5
8	0144	116,9	62,6	111,0	59,4	102,2	53,9	95,8	50,5	100,6	53,1	96,0	50,6	105,9	55,9
9	1260	105,9	56,7	109,1	58,4	101,5	53,5	94,2	49,7	103,3	54,5	102,5	54,1	97,9	51,6
10	5023	93,5	50,1	88,7	47,5	83,6	44,1	70,4	37,1	82,8	43,7	82,8	43,7	85,4	45,0
11	7366	106,2	56,9	98,1	52,5	104,8	55,3	92,5	48,8	98,4	51,9	99,7	52,6	104,0	54,9
12	7373	130,7	70,0	133,2	71,3	145,1	76,5	115,4	60,9	126,5	66,7	125,3	66,1	122,0	64,3
13	7384	137,4	73,6	134,8	72,2	131,3	69,3	118,9	62,7	109,3	57,7	136,3	71,9	128,9	68,0
14	0403	118,0	63,2	123,0	65,9	114,8	60,6	104,7	55,2	109,4	57,7	103,6	54,6	89,0	46,9
16	9229	103,9	55,6	97,1	52,0	99,2	52,3	75,4	39,8	89,4	47,2	96,0	50,6	89,5	47,2
18	9671	103,9	55,6	96,7	51,8	84,5	44,6	86,5	45,6	96,3	50,8	94,5	49,8	84,3	44,5
19	8072	100,3	53,7	76,2	40,8	89,0	46,9	78,0	41,1	90,2	47,6	79,8	42,1	75,4	39,8
20	9963	101,5	54,3	99,2	53,1	92,8	48,9	92,9	49,0	100,9	53,2	95,2	50,2	99,9	52,7
21	0084	98,9	53,0	99,9	53,5	99,1	52,3	88,5	46,7	105,5	55,6	105,9	55,9	92,9	49,0
22	3175	100,4	53,8	101,6	54,4	99,2	52,3	82,9	43,7	96,4	50,8	99,3	52,4	80,1	42,2
23	3684	121,6	65,1	110,8	59,3	108,3	57,1	104,2	55,0	114,0	60,1	111,1	58,6	113,6	59,9
24	3696	107,4	57,5	102,9	55,1	100,1	52,8	93,3	49,2	111,0	58,5	105,8	55,8	102,3	54,0
25	3890	100,5	53,8	94,9	50,8	101,9	53,7	85,8	45,3	81,7	43,1	83,7	44,1	96,3	50,8

26	1401	82,9	44,4	72,5	38,8	67,4	35,6	68,9	36,3	79,4	41,9	77,0	40,6	73,2	38,6
27	4556	78,2	41,9	85,8	45,9	78,1	41,2	66,8	35,2	78,0	41,1	67,4	35,6	69,6	36,7
28	3891	123,0	65,9	125,0	66,9	115,5	60,9	102,5	54,1	118,7	62,6	119,3	62,9	126,4	66,7

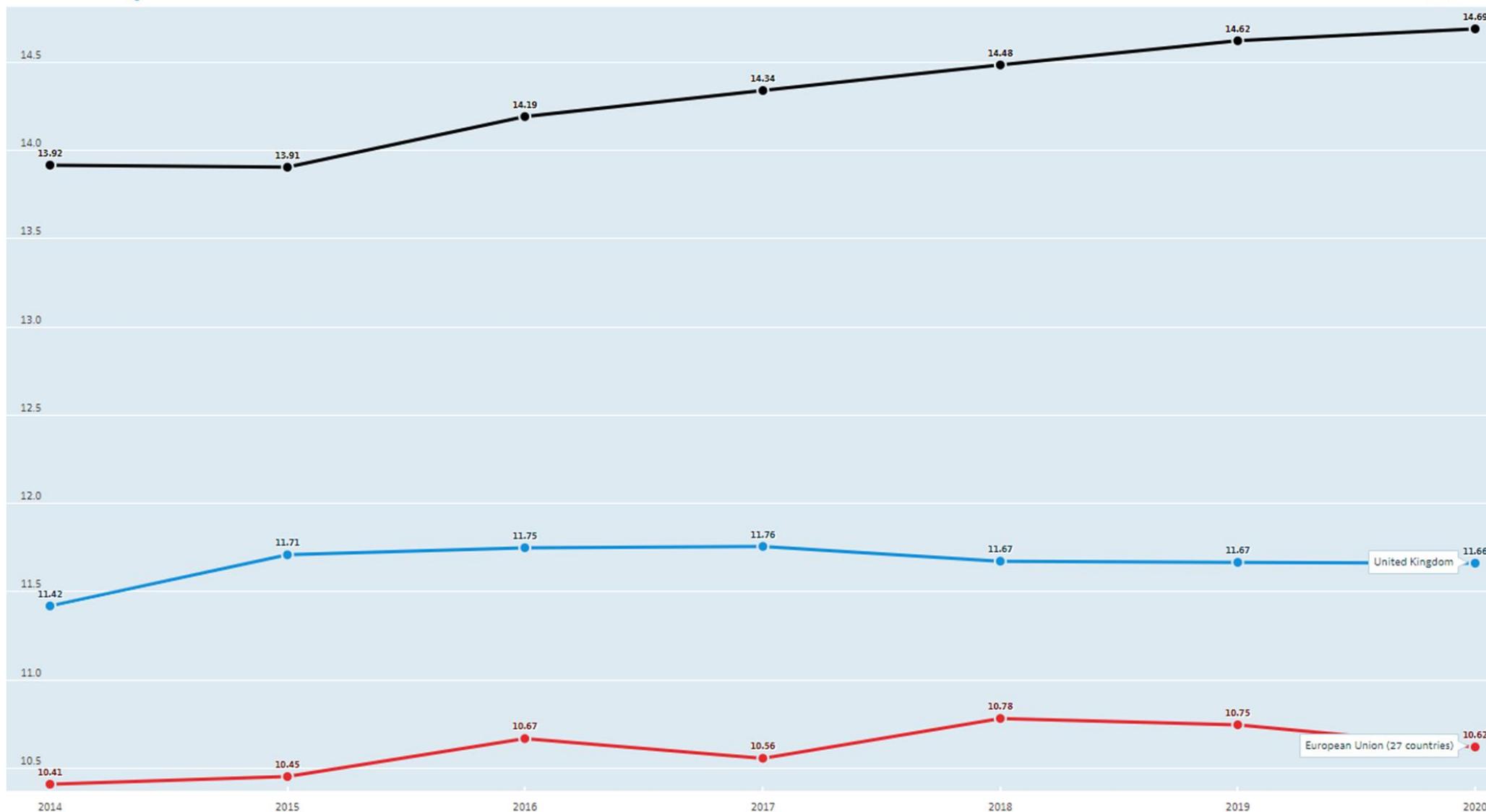
## Anexo C – Ganho Médio Diário por intervalo entre pesagens e na globalidade do teste

P	Coleira	IDE	SIA	Data Nasc.	Idade	GMD							
						1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	30mai a 17out
1	5	509385	8522	26/06/2018	15,7	1,700	1,476	1,429	1,714	1,857	1,190	1,000	1,500
1	9	509432	1260	17/08/2018	14,0	2,400	1,095	1,476	1,048	1,286	0,857	1,133	1,329
1	11	509808	7366	06/07/2018	15,4	1,300	0,952	0,619	1,429	1,238	0,524	1,733	1,086
1	12	509859	7373	07/07/2018	15,4	1,650	1,714	0,571	2,048	1,429	0,762	1,600	1,386
1	13	509952	7384	14/07/2018	15,1	2,000	0,905	1,143	1,190	1,286	0,286	1,600	1,179
1	14	510056	0403	15/06/2018	16,1	1,450	1,238	0,810	1,190	1,238	0,857	0,267	1,036
1	23	510546	3684	17/06/2018	16,0	1,400	1,333	1,476	1,476	1,429	0,667	1,067	1,271
1	24	510570	3696	09/07/2018	15,3	1,600	0,952	1,238	1,095	1,048	0,857	1,200	1,136
2	1	509317	3947	06/09/2018	13,3	1,650	1,429	0,857	1,381	1,524	0,762	0,667	1,200
2	6	509388	8528	05/07/2018	15,4	1,850	1,381	1,048	1,714	0,810	0,952	0,733	1,229
2	7	509406	0142	03/08/2018	14,5	2,050	1,143	1,333	1,333	1,238	1,333	-0,200	1,229
2	10	509767	5023	01/09/2018	13,5	1,950	0,571	0,952	1,476	0,952	0,619	1,067	1,079
2	16	510128	9229	13/08/2018	14,1	1,650	1,143	0,762	1,571	0,952	0,571	1,200	1,114
2	18	510166	9671	15/08/2018	14,1	2,050	1,095	1,476	1,476	1,143	0,333	0,933	1,221
2	19	510184	8072	17/07/2018	15,0	1,450	1,000	1,048	1,381	1,143	0,667	1,067	1,107
2	21	510539	0084	02/09/2018	13,5	1,650	1,095	0,952	1,333	1,190	0,714	0,800	1,114
2	22	510540	3175	29/08/2018	13,6	0,950	1,524	1,286	1,286	1,476	0,619	0,667	1,136
3	2	509366	3951	11/09/2018	13,2	2,100	1,143	1,429	1,762	0,857	0,667	1,267	1,314
3	3	509371	2274	31/07/2018	14,6	1,300	0,905	1,000	1,476	0,857	0,000	1,733	1,007
3	4	509373	2282	06/08/2018	14,4	1,400	1,333	1,190	1,190	0,810	0,667	0,933	1,079
3	8	509418	0144	03/08/2018	14,5	1,550	0,762	1,524	1,238	1,762	0,619	1,667	1,286
3	20	510196	9963	07/09/2018	13,3	1,300	1,286	1,238	1,048	1,095	0,714	1,600	1,164
3	25	510585	3890	14/09/2018	13,1	1,850	1,619	1,524	1,143	1,286	0,952	1,200	1,371
3	26	510590	1401	13/06/2018	16,1	0,600	1,190	0,810	1,286	1,048	0,143	1,067	0,871
3	27	510614	4556	28/06/2018	15,6	1,675	1,190	1,000	1,381	0,714	0,810	0,867	1,096
3	28	510626	3891	22/09/2018	12,8	1,600	1,333	1,238	1,857	1,476	1,095	1,267	1,414

8	9	9	20 dias	21 dias	15 dias
---	---	---	---------	---------	---------

## Anexo D – Gráfico da Evolução do Consumo de Carne Bovina na União Europeia, Reino Unido e OCDE, entre 2014 e

Meat consumption Beef and veal, Kilograms/capita, 2014 – 2020



2020