

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA



EVOLUÇÃO GENÉTICA DA RAÇA BOVINA CHAROLESA EM PORTUGAL NOS
ÚLTIMOS 23 ANOS

FILIPA SUSANA MARTINS FRANCO

ORIENTADOR:

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

2021

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA



EVOLUÇÃO GENÉTICA DA RAÇA BOVINA CHAROLESA EM PORTUGAL NOS
ÚLTIMOS 23 ANOS

FILIPA SUSANA MARTINS FRANCO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ZOOTÉCNICA - PRODUÇÃO ANIMAL

JÚRI

PRESIDENTE:

Doutor João Pedro Bengala Freire

VOGAIS:

Doutor Luís Lavadinho Telo da Gama

Doutor Rui José Branquinho de Bessa

ORIENTADOR:

Doutor Luís Lavadinho Telo da

Gama

DECLARAÇÃO RELATIVA ÀS CONDIÇÕES DE REPRODUÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Nome: Filipa Susana Martins Franco

Título da Tese ou Dissertação: Evolução Genética da Raça Bovina Charolesa em Portugal nos últimos 23 anos

Ano de conclusão (indicar o da data da realização das provas públicas): 2021

Designação do curso de Mestrado ou de
Doutoramento:

Mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção
Animal

Área científica em que melhor se enquadra (assinale uma):

- Clínica Produção Animal e Segurança Alimentar
 Morfologia e Função Sanidade Animal

Declaro sobre compromisso de honra que a tese ou dissertação agora entregue corresponde à que foi aprovada pelo júri constituído pela Faculdade de Medicina Veterinária da ULISBOA.

Declaro que concedo à Faculdade de Medicina Veterinária e aos seus agentes uma licença não-exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório institucional, nas condições abaixo indicadas, a minha tese ou dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Faculdade de Medicina Veterinária a arquivar mais de uma cópia da tese ou dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter o documento entregue, para qualquer formato de ficheiro, meio ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à tese ou dissertação, e o direito de a usar em trabalhos futuros (como artigos ou livros).

Concordo que a minha tese ou dissertação seja colocada no repositório da Faculdade de Medicina Veterinária com o seguinte estatuto (assinale um):

- Disponibilização imediata do conjunto do trabalho para acesso mundial;
- Disponibilização do conjunto do trabalho para acesso exclusivo na Faculdade de Medicina Veterinária durante o período de 6 meses, 12 meses, sendo que após o tempo assinalado autorizo o acesso mundial*;

* Indique o motivo do embargo (OBRIGATÓRIO)

Nos exemplares das dissertações de mestrado ou teses de doutoramento entregues para a prestação de provas na Universidade e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito na Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa deve constar uma das seguintes declarações (incluir apenas uma das três):

- É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa, 18 de Janeiro de 2021

(indicar aqui a data da realização das provas públicas)

Assinatura: _____

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor Luís Telo da Gama, por me ter proposto este trabalho que tanto gostei de desenvolver, pela transmissão de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho, pela sua disponibilidade, ajuda, apoio e paciência.

À APCBRC e aos criadores de bovinos da raça Charolesa, por obterem e disponibilizarem os dados com que foi possível realizar este trabalho.

Aos meus pais, avó, irmão e namorado que tanta força e motivação me transmitiram.

A todos os meus amigos e família.

Resumo

Atualmente a Raça Charolesa em Portugal apresenta uma crescente representatividade, sendo importante para os produtores conhecer a sua evolução genética, de modo a compreender como tem ocorrido o melhoramento por seleção para a produtividade nesta raça.

Neste estudo da evolução genética da raça bovina Charolesa, através dos dados fornecidos pela Associação Portuguesa de Criadores da Raça Bovina Charolesa foram estimados os parâmetros genéticos e estimado a tendência genética dos animais ao longo dos anos para os caracteres selecionados, sendo esses as classificações morfológicas e os pesos e ganhos médios diários a idade padrão. Estes caracteres são influenciados por efeitos fixos e efeitos aleatórios, que em alguns casos incluem efeitos genéticos diretos e maternos. A análise destes dados foi efetuada através do BLUP - Modelo Animal.

Os parâmetros genéticos estimados estão de acordo com o que tem sido reportado na literatura para esta e outras raças. Os resultados do estudo de evolução genética apresentam-se animadores e confirmam ser possível progredir por seleção, apresentando uma melhoria genética dos caracteres analisados nos últimos 23 anos.

Palavras-chave: Raça Charolesa, BLUP, caracteres, parâmetros genéticos, tendência genética.

Abstract

Currently the Charolais Breed in Portugal has a growing representativeness, being important for the producers to know its genetic evolution, in order to understand how the breeding has improved for the productivity in this breed.

In this study of the genetic evolution of the Charolais bovine breed, using the data provided by the Portuguese Charolais Bovine Breeders Association, the genetic parameters were estimated and the genetic trend of the animals was estimated over the years for the selected characters, these being the morphological classifications and the average daily weights and gains at standard age. These characters are influenced by fixed effects and random effects, which in some cases include direct and maternal genetic effects. The analysis of these data was carried out through the BLUP - Animal Model.

The estimated genetic parameters are in accordance with what has been reported in the literature for this and other breeds. The results of the study of genetic evolution are encouraging and confirm that it is possible to progress by selection, showing a genetic improvement of the characters analysed in the last 23 years.

Key-words: Charolais breed, BLUP, characters, genetic parameters, genetic trend.

I. Índice

Agradecimentos.....	III
Resumo.....	IV
Abstract.....	V
I. Índice.....	VI
II. Índice de Figuras.....	VII
III. Índice de Tabelas.....	IX
IV. Lista de Abreviaturas.....	X
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	4
2.1. A Raça Bovina Charolesa.....	4
2.1.1. Morfologia.....	5
2.1.2. Desempenho Produtivo.....	6
2.1.3. Parâmetros genéticos.....	8
2.2. BLUP – Modelo Animal.....	12
3. Dados e metodologia de análise.....	15
3.1. Dados.....	15
3.2. Metodologia de Análise.....	17
4. Resultados.....	24
4.1. Efeitos Fixos.....	27
4.2. Efeitos Genéticos.....	39
5. Discussão.....	46
6. Conclusões.....	53
7. Perspetivas futuras.....	54
Referências Bibliográficas.....	55
Anexo.....	58

II. Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplos da Raça Bovina Charolesa.....	6
Figura 2 – Processo efetuado até à obtenção dos resultados.....	17
Figura 3 – Modelo Animal - BLUP adequado aos pesos (aos 120 e 210 dias) e ganhos médios diários (GMD 0-120, 0-210 e 120-210 dias).....	19
Figura 4 - Modelo Animal - BLUP adequado às classificações morfológicas (aptidão funcional, desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular).	20
Figura 5 - Obtenção dos parâmetros genéticos estimados relativamente aos pesos (120 e 210 dias) e ganhos médios diários (GMD 0-120, 0-210 e 120-210 dias).	22
Figura 6 - Obtenção dos parâmetros genéticos estimados relativamente à morfologia analisada (aptidão funcional, desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular).	22
Figura 7 – Distribuição da a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM).	24
Figura 8 – Distribuição de: a) peso ajustado aos 120 dias; e b) peso ajustado aos 210 dias de idade.	25
Figura 9 – Distribuição dos ganhos médios diários: a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.	25
Figura 10 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM).	28
Figura 11 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para a) peso ajustado aos 120 dias; e peso ajustado aos 210 dias de idade.....	29
Figura 12 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para os ganhos médios diários: a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.	30
Figura 13 – Representação do efeito do mês de nascimento na a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM). O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Outubro para a AF e o DE, e mês de Fevereiro para o DM).....	32
Figura 14 – Representação do efeito do mês de nascimento no a) peso ajustado aos 120 dias; e b) peso ajustado aos 210 dias de idade. O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Novembro para o P120 e P210).....	33
Figura 15 – Representação do efeito do mês de nascimento nos ganhos médios diários (GMD): a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade. O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Janeiro para GMD 0-120; Outubro para GMD 0-210; Maio para GMD 120-210).....	34
Figura 16 – Efeito do sexo do animal nas classificações morfológicas, aptidão funcional (AF), desenvolvimento esquelético (DE), desenvolvimento muscular (DM), referente ao diferencial macho-fêmea.	35
Figura 17 – Efeito do sexo do animal nos pesos ajustados aos 120 (P120) e 210 (P210) dias de vida, referente ao diferencial macho-fêmea.....	36
Figura 18 – Efeito do sexo do animal nos ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias (GMD 0-120), dos 0-210 dias (GMD 0-210) e dos 120 aos 210 dias (GMD 120-210), referente ao diferencial macho-fêmea.	36

Figura 19 – Efeito da idade da vaca no peso dos vitelos a) aos 120 dias; e b) aos 210 dias de idade.....	37
Figura 20 – Efeito da idade da vaca no ganho médio diário dos vitelos a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.....	38
Figura 21 – Média anual (●) e tendência (—) dos valores genéticos para a) Aptidão Funcional (AF), b) Desenvolvimento Esquelético (DE), e c) Desenvolvimento Muscular (DM), por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão \pm o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.	43
Figura 22 – Média anual e tendência, para efeitos genéticos diretos (● ; —) e maternos (■ ; ...), dos valores genéticos diretos (a) e maternos (m) para a) Peso aos 120 dias (P120) e b) Peso aos 210 dias (P210), por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão \pm o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.....	44
Figura 23 – Média anual e tendência, para efeitos genéticos diretos (● ; —) e maternos (■ ; ...), dos valores genéticos diretos (a) e maternos (m) para o Ganho Médio Diário (GMD) dos 0 aos 120 dias, dos 0 aos 210 dias e dos 120 aos 210 dias, por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão \pm o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.....	45

III. Índice de Tabelas

Tabela 1- Revisão bibliográfica de algumas referências para os parâmetros genéticos (h^2_a - heritabilidade de efeitos diretos; h^2_m – heritabilidade de efeitos maternos; r_{am} - correlação entre efeitos diretos e maternos; c^2 - efeito ambiental permanente da vaca), relativamente a cada caracter analisado (aptidão funcional, AF; desenvolvimento esquelético, DE; desenvolvimento muscular, DM; peso ajustado aos 120 dias de vida, P120; peso ajustado aos 210 dias de vida, P210; ganho médio diário do nascimento aos 120 dias, GMD 0-120; ganho médio diário do nascimento aos 210 dias, GMD 0-210; ganho médio diário dos 120 aos 210 dias, GMD 120-210).	10
Tabela 2 - Dados recolhidos.....	16
Tabela 3 – Número de observações, média e desvio padrão para as várias características analisadas.....	18
Tabela 4 - Número de observações, referente ao efeito do sexo dos animais, para cada nível de todos os caracteres em estudo.	26
Tabela 5 - Número de observações, referente ao efeito do mês de nascimento, para cada nível de todos os caracteres em estudo.	27
Tabela 6 - Valores estimados das variâncias dos efeitos genéticos diretos (σ^2_a), dos efeitos genéticos maternos (σ^2_m), da correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos (σ_{am}), do efeito ambiental permanente da vaca (σ^2_c), do efeito residual (σ^2_e) e a variância fenotípica (σ^2_p).....	40
Tabela 7 – Valores estimados da heritabilidade de efeitos diretos (h^2_a), efeitos maternos (h^2_m), correlação entre ambos (r_{am}), efeito ambiental permanente da vaca (c^2), com os respetivos erros padrão entre (...).	41
Tabela 8 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível dos caracteres da classificação morfológica, aptidão funcional (AF), desenvolvimento esquelético (DE) e desenvolvimento muscular (DM). As combinações perfazem os 415 níveis.	58
Tabela 9 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de pesos ajustados aos 120 dias de vida, perfazendo essas combinações 418 níveis.....	59
Tabela 10 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de pesos ajustados aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 415 níveis.....	60
Tabela 11 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias de vida, perfazendo essas combinações 306 níveis.	61
Tabela 12 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 0 aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 342 níveis.	62
Tabela 13 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 120 aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 414 níveis.	63

IV. Lista de Abreviaturas

- APCBRC – Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa
- RLGPBRC – Regulamento do Livro Genealógico Português de Bovinos da Raça Charolesa
- AF – Aptidão Funcional
- DE – Desenvolvimento Esquelético
- DM – Desenvolvimento Muscular
- P120 – Peso ajustado aos 120 dias de vida
- P210 – Peso ajustado aos 210 dias de vida
- GMD 0-120 – Ganho Médio Diário desde o nascimento (0 dias) aos 120 dias de vida
- GMD 0-210 – Ganho Médio Diário desde o nascimento (0 dias) aos 210 dias de vida
- GMD 120-210 – Ganho Médio Diário desde os 120 dias aos 210 dias de vida
- BLUP – Best Linear Unbiased Prediction
- SAS – Statistical Analysis System
- HBC – Herd Book Charolais

1. Introdução

O presente estudo efetuou-se no âmbito do trabalho de estágio conducente à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Zootécnica – Produção Animal, constituindo-se na análise da evolução genética da raça bovina Charolesa em Portugal, sendo assim através dos dados adquiridos para os diferentes caracteres em estudo estimado o mérito genético para esses animais. Este estudo também pretende contribuir para uma melhoria da seleção e produtividade desta raça em Portugal.

Em produção animal o melhoramento genético dos animais tem um peso importante, sendo que em programas de melhoramento genético o objetivo é proporcionar um aumento do rendimento dos produtores, analisando a melhor maneira de obter o progresso genético das características que direta ou indiretamente influenciam esse rendimento, onde os caracteres analisados são selecionados de acordo com a sua importância económica dentro de determinado sistema e objetivo de produção (Gama, 2002).

A maioria do rendimento em explorações de bovinos de carne é proporcionado pela venda de vitelos e novilhos, assim como de vacas reformadas e refugadas.

A viabilidade económica das explorações de bovinos de carne é influenciada pelas performances reprodutivas dos animais, de tal forma que explorações com elevada precocidade sexual e fertilidade conseguem resultados produtivos superiores, ainda que as características reprodutivas sejam influenciadas tanto por influências genéticas como pelos fatores ambientais (Rezende et al., 2019).

Uma das características de maior importância económica para explorações de carne é o peso dos vitelos ao desmame (normalmente avaliado como peso aos 210 dias), que traduz a capacidade de crescimento do vitelo e as influências maternas. Segundo Hozáková (2019), os programas de seleção modernos têm levado a um aumento do peso e do tamanho corporal até atingir a maturidade, existindo uma relação positiva entre as características de crescimento e peso vivo à maturidade, de tal forma que a um aumento dos ganhos de peso corresponde um aumento da deposição de tecido muscular, mas também um aumento do peso à maturidade.

Ao longo dos anos, os bovinos Charoleses foram selecionados e especializados para a produção de carne, sendo assim escolhidos com o objetivo de melhorar a sua morfologia e a sua capacidade de crescimento. Em Portugal esta raça começou a ser

introduzida em meados do século XX, e a sua representatividade tem sido crescente com o decorrer dos anos.

Segundo o Herdbook Charolais a seleção nesta raça tem o objetivo de apoiar os criadores e contribuir para a evolução da raça, tendo em conta as necessidades do mercado, procurando reduzir os custos de produção e aumentar o rendimento.

A Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa foi constituída em 1989, por um grupo de Criadores de Bovinos desta raça, com o objetivo de divulgar a raça Charolesa e promover o seu melhoramento e a sua seleção no nosso país (APCBRC, s.d.), tendo para isso iniciado uma recolha sistemática de informação fenotípica destes bovinos. Esta informação fenotípica e genealógica obtida no decorrer dos anos deve constituir a base de seleção de reprodutores e permitir avaliar de que modo o mérito da raça evoluiu.

De acordo com Gama (2002), a seleção baseia-se na escolha dos futuros reprodutores, segundo o seu mérito genético para caracteres produtivos, com a intenção de selecionar os animais que melhor servem os objetivos dos criadores e posteriormente transmitirem essas características pretendidas aos descendentes. Assim ocorre um aumento ou diminuição da frequência dos alelos favoráveis ou indesejáveis à expressão das características de interesse, obtendo descendentes com as características pretendidas.

Porém, apenas obtendo a informação da evolução fenotípica dos animais não é suficiente para analisar a evolução de uma raça, já que essa não define se esse resultado é devido a um melhoramento genético ou a uma melhoria das condições ambientais. Assim para analisar a evolução de uma raça deve ser estimado o mérito genético dos animais relativamente a cada característica analisada e de forma a poder avaliar efetivamente qual o progresso genético realizado.

Em características afetadas por efeitos genéticos diretos e maternos (como é o caso dos pesos e ganhos de peso dos vitelos) deverá ser tida em consideração a evolução ao longo do tempo de cada um destes componentes, de forma a poder ajuizar como cada um deles contribui para o progresso obtido.

Utilizou-se para a análise deste estudo o Modelo Animal – BLUP, sendo esse o método mais adequado e atualmente o mais utilizado neste tipo de análise, devido a ser um modelo de seleção combinada, permitindo estimar o mérito genético de um animal considerando a influência dos fatores ambientais a que está sujeito e a informação obtida de todos os parentes. Este modelo combina assim os efeitos fixos,

nomeadamente fatores ambientais, e efeitos aleatórios, que podem incluir efeitos genéticos diretos, resultantes dos genes recebidos dos progenitores (capacidade de crescimento e conformação) e efeitos genéticos maternos, resultantes dos genes que a vaca possui (capacidade leiteira, comportamento maternal, etc.).

No caso particular da raça Charolesa, considera-se normalmente mais importante o progresso genético obtido através dos efeitos diretos para a capacidade de crescimento, já que em Portugal esta raça é utilizada sobretudo como linha paterna em cruzamento industrial, sendo o efeito materno proporcionado pela raça que funciona como mãe no cruzamento. No entanto, quando o Charolês é mantido em linha pura é importante selecionar simultaneamente para efeitos genéticos diretos e maternos.

Um efeito ambiental importante são as condições climáticas a que os animais estão sujeitos, que podem variar muito entre países e, dentro desses, entre regiões. Em Portugal, o clima considera-se mediterrâneo, ocorrendo diferença elevada de temperaturas, observando-se alturas de muito calor e seca e outras de frio e humidade, levando à sazonalidade dos alimentos, o que influencia bastante a alimentação dos animais, tanto em quantidade como qualidade. Isto leva a que em alturas de alimentos mais favoráveis, como o caso da Primavera, os animais apresentem melhores produções e capacidade de crescimento.

Tendo em conta as avaliações genéticas e programas de melhoramento efetuados nesta raça no seu país de origem, houve uma melhoria genética para a velocidade de crescimento e eficiência alimentar, sendo isso um benefício para esta indústria (HerdBook Charolais, s.d.). No entanto, é importante investigar até que ponto essa evolução positiva também se manifestou em Portugal.

Este estudo teve como objetivo geral analisar a evolução genética da raça Charolesa em Portugal nos últimos 23 anos, analisando os pesos ajustados aos 120 e 210 dias, os seus ganhos médios diários correspondentes (GMD 0-120, GMD 0-210 e GMD 120-210) e a classificação morfológica (desenvolvimento esquelético, desenvolvimento muscular e aptidão funcional). Assim, teve-se como objetivos específicos, realizar o levantamento da informação disponível (pesos, genealogias, etc.), estimar parâmetros genéticos (heritabilidade e correlações) e estimar o mérito genético de cada indivíduo, analisando a evolução/tendência ao longo do tempo.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. A Raça Bovina Charolesa

A Raça Bovina Charolesa é autóctone de França (região de Saône-et-Loire e Nièvre) (APCBRC, s.d.), tendo origem no vale Arconce, nas regiões Charollaise e Brionnaise (HBC, s.d.). Em Portugal a maioria dos animais da raça encontram-se na região do Alentejo e alguns pontos do Ribatejo, ainda que o seu efetivo se distribua por todo o continente e Açores (APCBRC, s.d.). A sua especialização baseia-se na produção de carne, apresentando uma boa produtividade e uma boa adaptação aos diversos climas; por exemplo, Pereira (2018) verificou uma boa adaptação desta raça às condições ambientais dos Açores, com rendimentos satisfatórios.

Assim, devido às suas características zootécnicas, esta raça é reconhecida e encontrada em todos os continentes (APCBRC, Batista, 2003), possuindo uma extensa distribuição em França e mundialmente (Ménissier, 1992). Considera-se uma das principais raças de gado para carne em França, iniciando a sua exportação de reprodutores na década de 1960, estabelecendo populações locais de raça pura em diferentes países, com capacidade de fornecer touros às explorações comerciais (Bouquet et al., 2011).

O Livro Genealógico Português da Raça Charolesa, foi criado em 1962 e a sua gestão está presentemente entregue à APCBRC desde 1990. O Livro Genealógico visa assegurar a pureza da raça, promover o seu melhoramento genético e favorecer a difusão dos melhores reprodutores (APCBRC, s.d.), sendo desejável a utilização de touros inscritos no Livro Genealógico. Inicialmente estes bovinos eram utilizados em aptidão tripla, sendo utilizados para carne, leite e trabalho, tendo no século XX sofrido uma especialização para a produção de carne. No decorrer dos anos, esta raça também sofreu programas de seleção e de melhoramento genético, de modo a aperfeiçoar os benefícios económicos que pode gerar.

Esta raça apresenta um temperamento dócil (RLGPBRC, s.d.), o que facilita o seu maneo e diminui a probabilidade de stress. Em Portugal é maioritariamente utilizada como linha paterna em cruzamento industrial, tirando partido dos seus benefícios em termos de crescimento e qualidade da carcaça e carne.

As orientações da seleção da raça Charolesa descritas no Herd Book baseiam-se na seleção para partos mais fáceis, uma boa aptidão para a capacidade de

aleitamento, um alto potencial de crescimento, nomeadamente obter vitelos mais pesados ao desmame, boa fertilidade (um vitelo por vaca por ano, viável e de boa qualidade), um bom desenvolvimento e comportamento dócil.

Segundo Ménissier (1992), em França esta raça é considerada especializada, tal como as raças Limousine e Blonde d'Aquitaine, inicialmente utilizadas pela sua força muscular e selecionadas para a produção de carne, possuindo excelentes capacidades para esse fim. Os machos são frequentemente utilizados como raça paterna em cruzamento terminal e as fêmeas exploradas em raça pura maioritariamente por reprodução natural.

Em França as explorações de vacas em aleitamento representam 53% da população total de vacas, sendo 37% da raça Charolês, maioritariamente de raça pura, apenas com 5,7% de vitelos cruzados, contudo os touros Charolês (48%) asseguram a maioria dos cruzamentos (Griffon et al., 2017).

2.1.1. Morfologia

Os bovinos de Raça Charolesa consideram-se de grande porte (peso adulto: vacas 600 a 800 kg, touros 900 a 1200 kg), apresentando uma forma comprida, larga, linha superior horizontal, terço superior bem desenvolvido (RLGPBRC, s.d.), membros fortes, bem aprumados e de largo curvilhão, nádega volumosa, arredondada e descida, e a anca e garupa são largas (APCBRC, s.d.).

De acordo com o Regulamento do Livro Genealógico Português de Bovinos da Raça Charolesa, estes apresentam uma cabeça relativamente pequena, curta, de frente larga, retilínea ou ligeiramente côncava, a linha frontonasal retilínea e curta, cornos arredondados, brancos e alongados, as orelhas são de comprimento médio, delgadas e pouco guarneçadas de pelos, os olhos são grandes e salientes e o focinho largo. Apresentam também a zona do tronco constituída por pescoço curto, de barbela reduzida, o tórax profundo, costado bem arqueado e bem ligado com a espádua, dorso horizontal, muito musculado, rim muito largo e espesso, ancas e garupa muito largas, cauda pouco saliente e pouco encravada entre os ísquiones, delgada e terminada por um tufo de pelos finos e a linha abdominal paralela à do dorso (RLGPBRC, s.d.).

Relativamente à pelagem esta considera-se uniformemente branca (algumas vezes creme), sem malhas, as mucosas são claras e a pele apresenta uma espessura média e elástica (RLGPBRC, s.d.).

Figura 1 – Exemplos da Raça Bovina Charolesa.



Fonte: Boletim 2019, APCBRC.

2.1.2. Desempenho Produtivo

A raça Charolesa apresenta características de crescimento e carcaça que a tornam extremamente interessante para utilização em cruzamento terminal com raças locais (Alentejana, Mertolenga, etc.).

O programa de seleção desta raça teve início em França cerca de 1950 (Livro Genealógico), a importação de reprodutores para Portugal começou nos anos 1950-60 e a recolha sistemática de dados e programa de seleção iniciado pela APCBRC em 1989.

Segundo o Regulamento Interno da Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa, o controlo de performances segue as normas de controlo de performances do país de origem da raça (França), onde a avaliação das condições em que são recolhidas as performances dos animais deve ser efetuada pelo Secretário Técnico, estando este controlo integrado no processo de melhoramento seguido pelo Livro Genealógico.

A Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa indica que as vacas desta raça conseguem atingir percentagens de fertilidade aparente de 91,9%, e as novilhas apresentam precocidade sexual aceitável (14 meses).

Nesta raça é necessário ter especial cuidado em novilhas de primeiro parto, de modo a evitar problemas de distocia e proporcionar uma boa entrada em reprodução. Para este fim, pode utilizar-se a inseminação artificial em novilhas e escolher

reprodutores que lhes proporcionem partos mais fáceis, como vitelos que não sejam muito grandes ao nascimento (Camejo, 2018).

Em conformidade com a Associação desta raça em Portugal, estes animais apresentam um elevado crescimento dos vitelos, um índice de conversão de alimentos grosseiros em carne baixo, com um alto potencial de crescimento e uma grande longevidade devido à sua robustez. Esta raça ao ser robusta, rústica e de boa conformação morfológica consegue proporcionar ao produtor um rendimento e produtividade satisfatórios (APCBRC, s.d.).

As vacas desta raça apresentam uma boa produtividade tanto para uma alimentação com alimentos grosseiros como com pastagem ou concentrado.

Na raça Charolesa em França, Ménissier, (citado por Baptista), estimou que para obter um ganho médio diário de 900 g por dia, até aos 6 meses de idade, seria suficiente uma produção leiteira de 1500 kg.

Baptista (2003) indica que uma vaca desta raça, com um peso vivo de 650 kg em produção no 3º e 4º mês de lactação, consegue atingir uma capacidade de ingestão de 15,2 kg de matéria seca. Assim essa vaca terá de ingerir a quantidade suficiente de matéria seca que lhe proporcione a energia suficiente e necessária para a sua produção leiteira diariamente, o que em clima mediterrâneo pode ter a sua adversidade devido a que, em determinadas circunstâncias, ocorre uma fraca qualidade dos fenos, pastagens secas e restolhos. Caso não ingira o suficiente para proporcionar os níveis de energia necessários podem ocorrer quebras na produtividade e fertilidade.

A capacidade de ingestão e eficiência alimentar satisfatórias desta raça proporcionam a sua adaptação a diversos sistemas de manejo, tendo estas características sido melhoradas ao longo dos anos e a evolução genética proporcionada a esta raça no decorrer dos anos originou valores de crescimento mais elevados (sendo possível atingir crescimentos na ordem de 2 kg por dia) e conseqüentemente uma redução do tempo de engorda (Baptista, 2003).

A seleção efetua-se com base na escolha de animais geneticamente superiores para as características de interesse, considerando-se assim importante estimar o valor genético dos candidatos a reprodutores, já que se espera que esse valor seja transmitido de geração em geração, sendo essa estimativa fundamental na seleção e melhoramento do património genético (APCRBC, Boletim 1997).

Os pesos aos 120 e 210 dias consideram-se pesos etários padrão (Griffon et al., 2017). Em conformidade com Roquete (APCRBC, Boletim 1997), o peso ajustado aos

120 dias e o peso ajustado aos 210 dias (altura do desmame), traduzem a ação combinada da capacidade maternal da vaca e os efeitos genéticos diretos herdados da vaca e do touro progenitores do vitelo.

A avaliação genética desta raça deve ser efetuada de acordo com o sistema praticado no seu país de origem (França), com avaliação realizada periodicamente e o seu resultado, a estimativa dos valores genéticos dos animais deve ser devidamente introduzida e atualizada no Livro Genealógico (Regulamento Interno da Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa, s. d.).

De acordo com o Herd Book Charolais, 90% dos vitelos nascem após um acasalamento natural, sendo que se efetua uma seleção para o acasalamento com novilhas, selecionando machos avaliados favoravelmente para o critério de facilidade de parto e novilhas com valor genético favorável para a aptidão para o parto.

O Herd Book Charolais, do país de origem desta raça, apresenta crescimentos que podem atingir médias na ordem de 1.1 kg/dia desde o nascimento aos 120 dias de vida e um ganho médio de 2.2 kg/dia durante a fase de engorda (HerdBook Charolais, s.d.).

Para a raça Charolesa em França, Petit et al., 1994, observou uma produção leiteira de 8,7 kg/dia, uma taxa de gestação de 74.4%, mortalidade de vitelos de 18.8%, ganhos médios diários de vitelos de 0.93 kg por dia e pesos ao desmame de 243 kg, durante o período de 1972-1976. Ménissier et al., 1992, observou fertilidade de 83%, ocorrência de gémeos em 3,4% e pesos aos 210 dias em média de 267 kg. Liénard et al., 2002, observou taxa de gestação de 93,9%, taxa de aborto de 0.7%, prolificidade de 103.4%, taxa de mortalidade de vitelos perinatal de 4.9%, dos 3 dias aos 3 meses de 3.0% e dos 3 meses ao desmame de 0.9%, produtividade numérica de 88,0%, intervalo entre partos de 375 dias, taxa de reforma de 19.8%, taxa de renovação de 22.5% e taxa de aumento por ano de +3.6%. Observa ainda que as vacas de maior produtividade se encontram entre os 6 e os 9 anos, com a maior taxa de reprodução e menores taxas de mortalidade.

2.1.3. Parâmetros genéticos

A seleção de bovinos de carne é normalmente praticada com base no mérito genético dos animais estimado para características julgadas prioritárias. No caso das raças utilizadas como linha paterna num cruzamento terminal, como é o caso do

Charolês, o objetivo fundamental são as características de crescimento e morfologia. A obtenção de estimativas do valor genético dos animais pressupõe a obtenção de informação fenotípica e genealógica rigorosa, um modelo estatístico adequado, e a incorporação de parâmetros genéticos fiáveis, que traduzam as influências genéticas nas características em questão. Para as características de crescimento até ao desmame (pesos e GMD) normalmente admite-se a possível influência de efeitos genéticos diretos e maternos, enquanto para as características de morfologia/tipo a influência materna é frequentemente considerada negligenciável.

Entre os parâmetros genéticos, a heritabilidade é o parâmetro mais importante quando se pratica seleção, e na Tabela 1 encontra-se um resumo das estimativas da heritabilidade para o peso e crescimento até ao desmame, assim como para a classificação da morfologia/tipo. Os resultados apresentados são referentes tanto à raça Charolesa como a diversas outras raças produtoras de carne, e visam dar uma panorâmica dos valores que normalmente são reportados para a heritabilidade estimada destas características.

Em termos gerais, os resultados da literatura resumidos na Tabela 1 apontam para uma heritabilidade média de cerca de 0.1 para a AF e de cerca de 0.3 para o DM e DS. Para o P210 o valor médio da heritabilidade estimada é de cerca de 0.25 para os efeitos diretos e 0.15 para os efeitos maternos, existindo uma correlação consistentemente negativa entre estes dois componentes. Para o P120 e para os GMD as estimativas publicadas na literatura são menos frequentes e, portanto, com uma menor fiabilidade.

Tabela 1- Revisão bibliográfica de algumas referências para os parâmetros genéticos (h^2_a - heritabilidade de efeitos diretos; h^2_m – heritabilidade de efeitos maternos; r_{am} - correlação entre efeitos diretos e maternos; c^2 - efeito ambiental permanente da vaca), relativamente a cada caracter analisado (aptidão funcional, AF; desenvolvimento esquelético, DE; desenvolvimento muscular, DM; peso ajustado aos 120 dias de vida, P120; peso ajustado aos 210 dias de vida, P210; ganho médio diário do nascimento aos 120 dias, GMD 0-120; ganho médio diário do nascimento aos 210 dias, GMD 0-210; ganho médio diário dos 120 aos 210 dias, GMD 120-210).

Caract.	h^2_a	h^2_m	r_{am}	c^2	Raça	País	Refer.
AF	0.16				Limousine	Portugal	Carolino, 1999
	0.06-0.12 ^a				Charolês	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.04-0.13 ^a				Angus	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.00-0.11 ^a				Hereford	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.04-0.08 ^a				Limousine	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.04-0.06 ^a				Simmental	Irlanda	Doyle et al., 2018
DE	0.31				Limousine	França	Fouilloux et al., 1999
	0.27				Charolês	França	Fouilloux et al., 1999
	0.29	0.21	-0.91	0.00	Limousine	Portugal	Carolino, 1999
	0.52	0.15	-0.73		Charolês	Espanha	El-Saied et al., 2006
	0.23				Várias Raças	França	Griffon et al., 2017
	0.06-0.19 ^a				Angus	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.10-0.43 ^a				Charolais	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.00-0.30 ^a				Hereford	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.10-0.29 ^a				Limousine	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.14-0.34 ^a				Simmental	Irlanda	Doyle et al., 2018
DM	0.25				Limousine	França	Fouilloux et al., 1999
	0.38				Charolês	França	Fouilloux et al., 1999
	0.31				Blonde d'Aquitaine	França	Bouquet et al., 2010
	0.35				Limousine	França	Bouquet et al., 2010
	0.16	0.06	-0.48	0.05	Charolês	França	Phocas et al., 2004
	0.26	0.04	-0.37	0.05	Limousine	França	Phocas et al., 2004
	0.28	0.06	-0.33	0.01	Blonde d'Aquitaine	França	Phocas et al., 2004
	0.22	0.02	-0.34	0.04	Maine-Anjou	França	Phocas et al., 2004
	0.50	0.18	-0.68		Charolês	Espanha	El-Saied et al., 2006
	0.35				Charolais×Montbéliard	França	Vallée et al., 2013
	0.30				Charolais×Holstein	França	Vallée et al., 2013
	0.20	0.02	-0.70	0.08	Limousine	Portugal	Carolino, 1999
	0.29				Charolês	França	Griffon et al., 2017
	0.13-0.22 ^a				Angus	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.18-0.30 ^a				Charolês	Irlanda	Doyle et al., 2018
	0.10-0.20 ^a				Hereford	Irlanda	Doyle et al., 2018
0.17-0.25 ^a				Limousine	Irlanda	Doyle et al., 2018	
0.18-0.24 ^a				Simmental	Irlanda	Doyle et al., 2018	
P120	0.61	0.32	-0.79	0.08	Limousine	Portugal	Carolino, 1999
	0.24	0.12			Várias Raças	França	Griffon et al., 2017
P210	0.22	0.12	-0.68	0.07	Charolês	Austrália	Donoghue et al., 2004
	0.27	0.15	-0.33	0.14	Charolês	Canadá	Donoghue et al., 2004

	0.25	0.14	-0.33	0.14	Charolês	EUA	Donoghue et al., 2004
	0.21	0.18	-0.58	0.17	Charolês	Nova Zelândia	Donoghue et al., 2004
	0.27				Blonde d'Aquitaine	França	Bouquet et al., 2010
	0.35				Limousine	França	Bouquet et al., 2010
	0.13	0.09	-0.41	0.08	Charolês	França	Phocas et al., 2004
	0.29	0.12	-0.22	0.05	Limousine	França	Phocas et al., 2004
	0.32	0.13	-0.22	0.02	Blonde d'Aquitaine	França	Phocas et al., 2004
	0.20	0.13	-0.09	0.09	Maine-Anjou	França	Phocas et al., 2004
	0.29	0.23	-0.36		Charolês	México	Herrera-Ojeda et al., 2019
	0.36	0.32	-0.67		Charolês	Espanha	El-Saied et al., 2006
	0.63	0.26	-0.79	0.06	Limousine	Portugal	Carolino, 1999
	0.24	0.19			Várias Raças	França	Griffon et al., 2017
GMD 0-120	0.62	0.33	-0.80	0.08	Limousine	Portugal	Carolino, 1999
GMD 0-210	0.12	0.05	-0.05		Charolês	Brazil	Fernandes et al., 2002
	0.22	0.18	0.06		Charolês	Espanha	El-Saied et al., 2006
GMD 120-210	0.46	0.17	-0.85	0.00	Limousine	Portugal	Carolino, 1999

^a Heritabilidade estimada para cada um dos componentes parciais da classificação de AF, DM e DS.

2.2. BLUP – Modelo Animal

O Modelo Animal, BLUP (best linear unbiased prediction / melhor preditor linear não enviesado), é normalmente utilizado para estimar os valores genéticos em programas de seleção.

Este modelo foi desenvolvido por Henderson em 1949 e desde 1990, devido ao desenvolvimento tecnológico computacional, este procedimento tornou-se padrão, para a avaliação genética em melhoramento animal (Resende, 1999).

O BLUP – Modelo Animal é uma etapa do processo de seleção, que permite estimar os valores genéticos de cada animal (desvio da média geral de todos os animais), tirando partido de toda a informação produtiva e genealógica (Gama, 2002; Resende, 1999), tanto do indivíduo como de todos os parentes, sendo todos os caracteres em estudo submetidos a análises univariadas ou multivariadas (Gama et al., 2004). Este modelo considera e estima os efeitos fixos, como por exemplo o efeito da exploração, do sexo do vitelo ou da idade da vaca, não prejudicando nem beneficiando animais que se encontrem em condições ambientais mais adversas ou favoráveis, respetivamente, que outros.

No BLUP são combinados e estimados os efeitos fixos e os efeitos aleatórios, ou seja, os valores genéticos de todos os animais, sendo esses valores estimados com base na informação de todos os parentes de cada animal e tendo em conta os efeitos fixos a que estão sujeitos aquando os registos. Assim, este modelo considera-se flexível, devido a permitir utilizar a informação de todos os parentes, obter soluções tanto para efeitos fixos como para efeitos aleatórios, incluir toda a informação e facilitar a extensão a modelos mais complexos (Gama, 2002).

Segundo Gama et al. (2004), este modelo apresenta características como “Best” já que maximiza a correlação entre o valor genético real (a) e o valor genético estimado (\hat{a}), ou seja minimiza a variância do erro de predição, $\text{var}(a-\hat{a})$, sendo mais elevada a probabilidade de ordenar corretamente dos indivíduos pelo seu valor genético real, “Linear” já que as soluções são obtidas por uma função linear das observações, (Unbiased) são não-enviesadas, no sentido em que a expectativa do valor real, dado o valor estimado, é o próprio valor real ($E(a|\hat{a})=a$) e (Prediction) permite a predição dos valores genéticos reais dos indivíduos considerados, sendo essa estimativa um indicador do que o animal poderá valer quando utilizado como reprodutor.

O BLUP - Modelo Animal assume que as características a analisar são de natureza poligênica, ainda que o modelo seja suficientemente flexível para poder incorporar-se a influência de alguns genes com um efeito maior ou de vários marcadores genéticos com efeitos apresentando diferentes tipos de distribuição.

Atendendo às características deste modelo, na prática apresenta benefícios como estimar simultaneamente efeitos fixos e efeitos aleatórios e incorporar toda a informação (Gama, 2002). O valor genético predito de um animal tem assim em consideração o mérito genético de todos os parentes desse animal (matriz de parentescos), o valor genético dos participantes nos diferentes acasalamentos (um macho avaliado pela informação da descendência não será prejudicado por ser acasalado com fêmeas de mérito inferior, nem será beneficiado por ser acasalado com fêmeas de mérito superior), o que torna esta análise mais precisa (Resende, 1999).

No modelo em causa a interpretação dos resultados depende da fiabilidade dos dados, da adequação do modelo e dos parâmetros utilizados traduzirem corretamente a situação em análise pelo que a predição dos valores genéticos depende dos pressupostos utilizados (Gama et al., 2004). A análise através deste modelo para a predição do mérito genético de um animal para determinada característica, é possível mesmo que um animal não possua registos produtivos, desde que a informação genealógica permita liga-lo a indivíduos aparentados que possuam informação produtiva. Um dos possíveis inconvenientes desta abordagem é que pode levar a um aumento da taxa de consanguinidade, já que utiliza informação de todos os parentes, podendo isso levar a uma tendência em selecionar simultaneamente indivíduos aparentados e conseqüentemente pode levar a perdas de variabilidade genética (Gama et al., 2004).

Numa análise deste tipo é importante definir os caracteres de importância económica para os objetivos de produção e de melhoramento e conseqüentemente definir os parâmetros genéticos e os efeitos fixos associados a esses caracteres (Resende, 1999). No caso de bovinos de carne esta análise integra os efeitos genéticos diretos (património genético do animal para a capacidade de crescimento), efeitos genéticos maternos (património genético da vaca para características maternas), sendo esses os efeitos aleatórios; por outro lado, pode também incorporar como efeito aleatório o efeito ambiental permanente da vaca. Como modelo misto que é, inclui também diversos efeitos fixos que traduzem fatores macro ambientais comuns a um grupo de animais, como por exemplo a combinação criador-ano de nascimento, mês de nascimento, sexo do animal e idade da mãe ao parto.

Segundo Resende (1999), Gama (2002) e Gama et al. (2004), o modelo linear mais adequado para características afetadas por efeitos genéticos diretos e maternos descreve-se como:

$$Y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_p p + e, \text{ onde:}$$

Y – vetor dos dados (registos produtivos);

b – vetor de soluções dos efeitos fixos a estimar (criador-ano, mês de nascimento, sexo, idade da vaca ao parto);

a – vetor de soluções de valores genéticos aditivos diretos a estimar (efeito aleatório);

m – vetor de soluções de efeitos genéticos aditivos maternos a estimar (efeito aleatório);

p – vetor aleatório de efeitos permanentes da vaca, incluindo influências ambientais permanentes maternas da fêmea a estimar (efeito aleatório);

e – vetor de efeitos residuais, (efeito aleatório);

X, Z_a, Z_m, Z_p – matrizes de incidência de b, a, m e p, respetivamente, relacionando o vetor de observações Y com cada um dos vetores a estimar.

As equações mais adequadas para as soluções dos efeitos fixos, efeitos genéticos diretos e maternos e efeitos permanentes considera-se ser as equações do Modelo Misto (Gama et al., 2004).

Segundo Gama et al., 2004, as equações do Modelo Misto descrevem-se como:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_a & X'Z_m & X'Z_p \\ Z_a'X & Z_a'Z_a + A^{-1}k_{00} & Z_a'Z_m + A^{-1}k_{01} & Z_a'Z_p \\ Z_m'X & Z_m'Z_a + A^{-1}k_{10} & Z_m'Z_m + A^{-1}k_{11} & Z_m'Z_p \\ Z_p'X & Z_p'Z_a & Z_p'Z_m & Z_p'Z_p + I_j k_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \\ m \\ p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_a'y \\ Z_m'y \\ Z_p'y \end{bmatrix}$$

Em que:

$$\begin{bmatrix} k_{00} & k_{01} & 0 \\ k_{10} & k_{11} & 0 \\ 0 & 0 & k_{22} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_a^2 & \sigma_{am} & 0 \\ \sigma_{am} & \sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_{pe}^2 \end{bmatrix}^{-1} \sigma_c^2$$

3. Dados e metodologia de análise

3.1. Dados

Os dados relativos aos caracteres em estudo neste trabalho foram fornecidos pela Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa (APCBRC), e retirados da base de dados GenPro (acesso condicionado). Foi utilizada toda a informação genealógica e produtiva acumulada no Livro Genealógico da Raça Charolesa.

Da base de dados GenPro, extraiu-se a informação genealógica recolhida desde a década de 1950 até ao ano de 2019, altura de início deste estudo, não constando os dados completos desse ano, onde se abrange genealogias de 46428 animais e a informação de pesos e classificações morfológicas que se encontra disponível desde 1994.

No âmbito deste estudo da evolução genética da raça Charolesa foram analisados oito caracteres, sendo esses:

- Desenvolvimento esquelético (DE);
- Desenvolvimento muscular (DM);
- Aptidão funcional (AF);
- Peso aos 120 dias (P120);
- Peso aos 210 dias (P210);
- Ganho médio diário dos 0 aos 120 dias (GMD 0-120);
- Ganho médio diário dos 0 aos 210 dias (GMD 0-210);
- Ganho médio diário dos 120 aos 210 dias (GMD 120-210).

Neste estudo não foi analisado o peso ao nascimento (normalmente analisado em estudos desta natureza) devido a estar disponível apenas para um número reduzido de animais, sendo mais viável a análise do peso aos 120 dias. Assim para o cálculo do ganho médio diário dos 0 aos 120 dias e dos 0 aos 210 dias, utiliza-se o peso ao nascimento padrão da raça.

Os pesos aos 120 e 210 dias de vida foram medidos em kg e os ganhos médios diários medidos em g.

Segundo o Regulamento Interno da Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa, a avaliação morfológica dos animais foi realizada atribuindo

uma pontuação (1 a 10) a cada ponto de avaliação, efetuada pelo Secretário Técnico ou por um delegado próprio, referente aos diversos pontos de avaliação conforme a sua observação do animal. Esta pontuação traduz uma descrição do animal num determinado momento e idealmente deve ser realizada ao desmame. O desenvolvimento muscular é avaliado considerando a largura da cernelha, a largura do dorso, o arredondamento da nádega, a largura da nádega e o volume do lombo (ponderação dupla). O desenvolvimento esquelético é avaliado considerando o comprimento da linha do corpo, o comprimento da bacia, a largura da anca e o desenvolvimento (ponderação dupla). A aptidão funcional é avaliada relativamente aos aprumos anteriores, os aprumos posteriores, a cabeça e a retitude da linha dorsal.

A aptidão funcional, desenvolvimento muscular e desenvolvimento esquelético são consideradas notas de síntese, ou seja, são a média das notas dadas aos pontos de avaliação que os compõem e arredondam-se às unidades (RIAPCBRC, 2013).

Numa fase inicial de recolha de dados obteve-se três ficheiros de Excel, correspondentes a um ficheiro de identificação, um ficheiro de partos e um ficheiro de pesos e classificações, representado na Tabela 2.

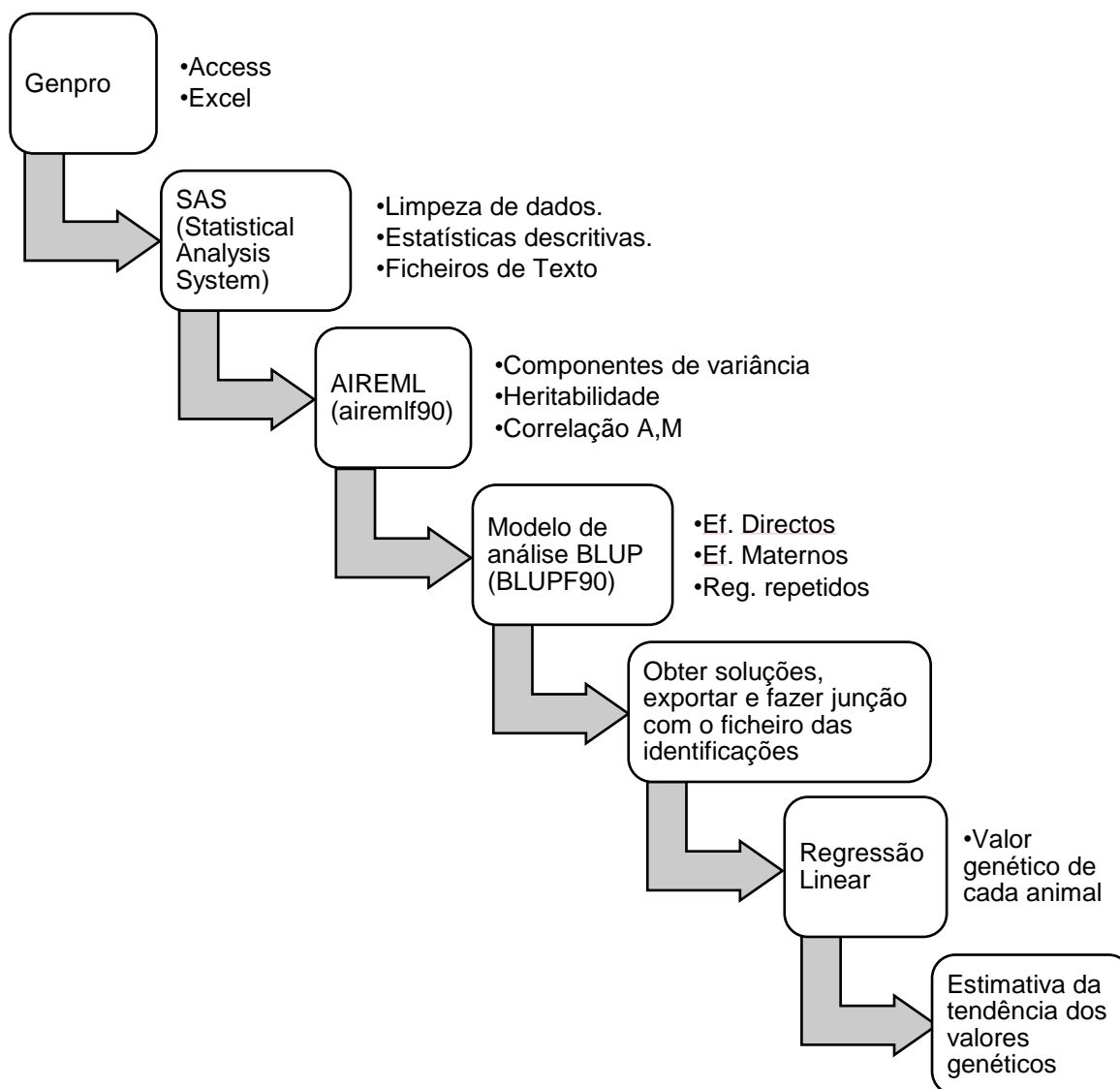
Tabela 2 - Dados recolhidos.

Ficheiro de Identificação	Ficheiro de Partos	Ficheiro de Pesos e Classificações
<ul style="list-style-type: none"> • Nº SIA • ID/Ref. • NºLG • Mãe SIA • Mãe LG • Mãe ID • Pai SIA • Pai LG • Pai ID • Data Nascimento 	<ul style="list-style-type: none"> • Nº SIA • Data Nascimento • Sexo • Raça • Mãe LG • Mãe SIA • Mãe Criador Presente • Mãe Data Nascimento • ID/Ref • Mãe ID 	<ul style="list-style-type: none"> • Nº SIA • Nº LG • Sexo • Data Nascimento • Criador Origem • Exploração Origem • P120 • P210 • GMD 0-120 • GMD 0-210 • GMD 120-210 • DE • DM • AF • AP (aprumos post.) • AA (aprumos ant.) • C (cabeça) • LId (retitude da linha dorsal)

3.2. Metodologia de Análise

O fluxo geral de validação, tratamento e análise da informação decorreu como está representado esquematicamente na Figura 2.

Figura 2 – Processo efetuado até à obtenção dos resultados.



Este estudo iniciou-se com a recolha e extração da informação necessária, da base de dados GenPro, sendo posteriormente efetuada uma limpeza/filtragem, utilizando o programa SAS.

Na filtragem dos dados foram aplicados critérios de validação relativos à coerência das datas e dos valores fenotípicos registados, os números de observações

disponíveis para os pesos ajustados aos 120 e 210 dias, ganhos médios diários (GMD dos 0 aos 120 dias, dos 0 aos 210 dias e dos 120 aos 210 dias) e classificações morfológicas (desenvolvimento esquelético, desenvolvimento muscular e aptidão funcional). Foram excluídas as observações em que o GMD era superior a 2.5 kg, e as classificações morfológicas com valor inferior a 10. Após as filtragens adequadas, obteve-se uma base de dados com o número de observações e estatísticas descritivas apresentadas na Tabela 3. Dependendo da característica analisada, o número de observações incluído na análise variou entre 10575 e 10996 para os pesos e scores de classificação morfológica, e foi inferior para os GMD.

Utilizando o programa SAS obtiveram-se também os histogramas com a distribuição observada para os diferentes pesos ajustados, ganhos médios diários e classificações morfológicas.

Tabela 3 – Número de observações, média e desvio padrão para as várias características analisadas.

Característica	Nº observ.	Média	Desvio padrão
<i>Aptidão Funcional (pts)</i>	10760	66.22	9.57
<i>Desenv. Esquelético (pts)</i>	10760	62.44	13.14
<i>Desenv. Muscular (pts)</i>	10755	60.80	14.26
<i>Peso aos 120 dias (kg)</i>	10996	166.27	32.62
<i>Peso aos 210 dias (kg)</i>	10575	274.06	49.64
<i>GMD 0-120 (g)</i>	7795	1012.42	259.71
<i>GMD 0-210 (g)</i>	8351	1146.29	269.69
<i>GMD 120-210 (g)</i>	10244	1198.91	319.72

Após a filtragem dos dados estes foram analisados através da metodologia REML, usando o software BLUPF90 (Miształ, 2014). O BLUPF90 é um software ou conjunto de programas derivados deste, que cria e resolve equações de modelos mistos, como o modelo animal, tendo como objetivos a flexibilidade para suportar um grande conjunto de modelos, a simplicidade do software para minimizar os erros e facilitar modificações e ser eficiente a nível algorítmico (Miształ, 2014).

Numa fase inicial, obteve-se o número de observações (Tabela 8-13) para os efeitos analisados (combinação criador-ano, sexo dos animais e mês de nascimento) e a recodificação desses valores para a análise, incluindo a recodificação da identificação

animal. A opção airemlf90 dentro do programa BLUPF90 permitiu obter a estimativa das variâncias (Tabela 6), e com isso estimou-se a heritabilidade, a correlação dos efeitos diretos e maternos e o efeito ambiental permanente da mãe (Tabela 7). O AIREMLF90 usa a informação média REML (máxima verosimilhança restrita) para obter as estimativas dos componentes de variância e calcula os erros padrão dos parâmetros genéticos (Misztal, 2014 e Masuda, 2019).

Os dados foram analisados utilizando o BLUP – Modelo Animal, incluindo os efeitos julgados mais adequados para cada uma das características analisadas (pesos e ganhos médios diários, classificações morfológicas), como se representa esquematicamente nas Figuras 3 e 4, respetivamente. Para os pesos e ganhos médios diários admitiu-se que existe influência dos genes do próprio vitelo (efeito direto) e também existe influência materna, resultante dos genes que a progenitora possui (efeito materno), que definem por exemplo o seu comportamento maternal ou a sua capacidade leiteira. No entanto, para as classificações morfológicas o anterior já não se aplica, considerando-se apenas a influência dos genes do vitelo, transmitidos pelos progenitores (efeito direto).

Figura 3 – Modelo Animal - BLUP adequado aos pesos (aos 120 e 210 dias) e ganhos médios diários (GMD 0-120, 0-210 e 120-210 dias).

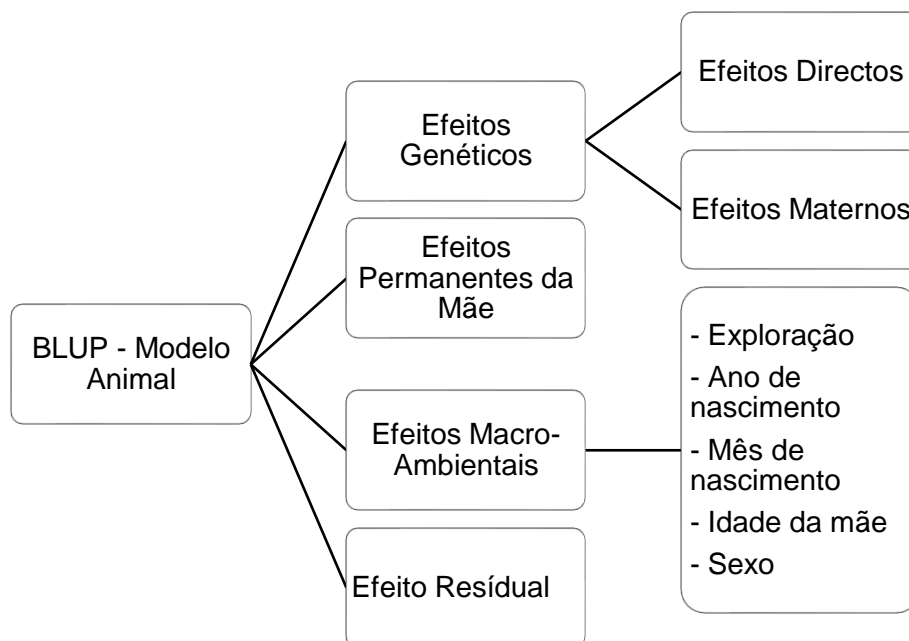
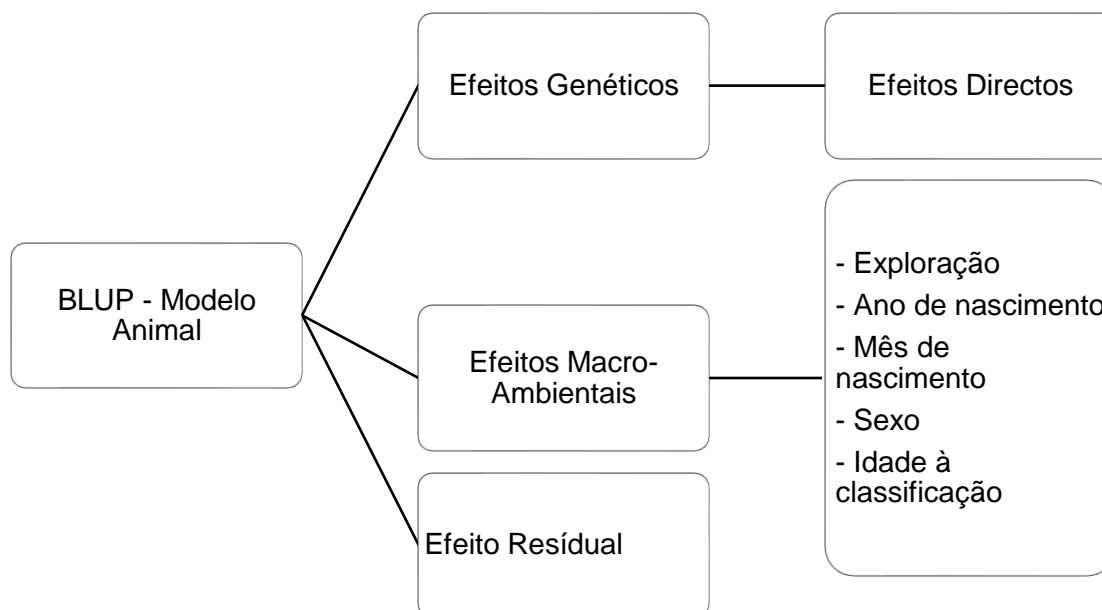


Figura 4 - Modelo Animal - BLUP adequado às classificações morfológicas (aptidão funcional, desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular).



O modelo de análise dos pesos e ganhos médios diários (GMD) incluiu os efeitos fixos da combinação criador-ano, sexo, mês de nascimento e idade da vaca (covariável quadrática), e os efeitos aleatórios do valor genético direto do vitelo, do valor genético materno da vaca e do efeito ambiental permanente da vaca (efeitos não genéticos associados à mãe).

Em notação matricial, a equação do modelo para pesos e ganhos médios diários foi (Gama et al., 2004):

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_p p + e, \text{ em que:}$$

y – vetor de observações;

b – vetor de efeitos fixos considerados;

a – vetor de efeitos genéticos aditivos diretos;

m – vetor de efeitos genéticos aditivos maternos;

p – vetor de efeitos ambientais permanentes maternos;

e – vetor de efeitos residuais;

X – matriz de incidência que relaciona os efeitos fixos com o vetor de observações y;

Z_a, Z_m, Z_p – matrizes de incidência que relacionam os efeitos aleatórios com o vetor de observações y ;

O modelo de análise das classificações morfológicas incluiu os efeitos fixos da combinação criador-ano, sexo e mês de nascimento, e os efeitos aleatórios do valor genético direto do vitelo.

Em notação matricial, a equação do modelo para as classificações morfológicas foi (Gama et al., 2004):

$$y = Xb + Za + e, \text{ em que:}$$

y – vetor de observações;

b – vetor de efeitos fixos considerados;

a – vetor de efeitos genéticos aditivos diretos;

e – vetor de efeitos residuais;

X – matriz de incidência que relaciona os efeitos fixos com o vetor de observações y ;

Z – matriz de incidência que relaciona o efeito aleatório (valor genético do animal) com o vetor de observações y ;

Usando o Modelo Animal obtiveram-se estimativas dos efeitos diretos, efeitos maternos e efeitos ambientais permanentes para os registos repetidos. Assim através deste modelo e do programa AIREML obtiveram-se estimativas dos parâmetros genéticos, como se representa esquematicamente para os pesos e ganhos médios diários (Figura 5) e para as classificações morfológicas (Figura 6).

Figura 5 - Obtenção dos parâmetros genéticos estimados relativamente aos pesos (120 e 210 dias) e ganhos médios diários (GMD 0-120, 0-210 e 120-210 dias).

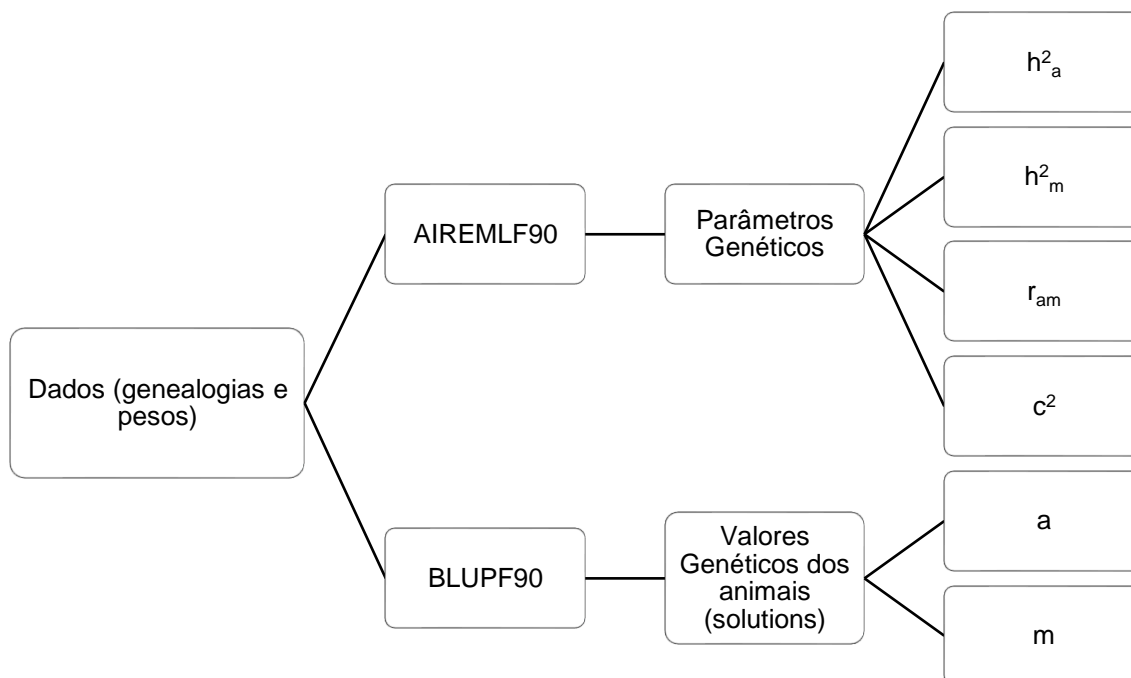
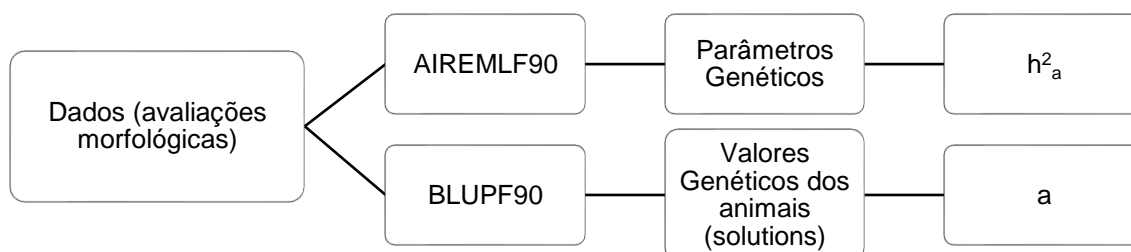


Figura 6 - Obtenção dos parâmetros genéticos estimados relativamente à morfologia analisada (aptidão funcional, desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular).



Com o software BLUPF90, e usando os parâmetros estimados na etapa anterior, obtiveram-se soluções para efeitos fixos considerados e para o valor genéticos dos animais. Estas soluções foram depois cruzadas com a identificação original dos animais.

Efetuuou-se posteriormente a representação gráfica das soluções dos efeitos em estudo, ou seja, o efeito da combinação criador-ano (Figura 10-12), o efeito do mês de nascimento (Figura 13-15), o efeito do sexo dos animais (Figura 16-18) e o efeito da idade da vaca ao parto (Figura 19-20), sendo este último efeito apenas considerado para os pesos e GMD, representado através da equação: $Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$, onde:

- Y = valor esperado do peso e GMD para determinada idade da vaca ao parto;
- X = variável contínua, idade da vaca (ano);
- b_0 = interceção, obtida pelo somatório das médias dos efeitos da combinação criador-ano, do sexo e do mês de nascimento;
- b_1 = efeito linear da idade da vaca;
- b_2 = efeito quadrático da idade da vaca;

Após o processo de análise, foram estimados os valores genéticos de todos os animais na base de dados para cada uma das características analisadas. A partir desta informação, foram obtidas as médias dos valores genéticos por ano de nascimento dos animais assim como a respetiva evolução, estimado por uma equação de regressão linear no ano.

Equação de regressão linear no ano de nascimento:

$Y_{ij} = b_0 + b_1 x_i$, onde:

- Y_{ij} = valor genético estimado do animal j nascido no ano i ;
- b_0 = interceção;
- b_1 = coeficiente de regressão do valor genético no ano de nascimento;
- x_i = ano de nascimento.

Desta forma, obteve-se uma estimativa da tendência dos valores genéticos ao longo de 23 anos, para cada um dos caracteres em estudo.

4. Resultados

No conjunto total dos dados (Tabela 3), a média do peso aos 120 e 210 dias foi de 166 e 274 kg, respetivamente, sendo o GMD de cerca de 1.0 kg entre os 0 e os 120 dias, 1.15 kg entre os 0 e os 210 dias e 1.2 kg entre os 120 e os 210 dias. A classificação média em pontos foi de cerca de 66.2 para a aptidão funcional, 62.4 para o desenvolvimento esquelético e 60.8 para o desenvolvimento muscular.

Na análise preliminar dos caracteres em estudo, verificou-se que a distribuição para os itens de classificação morfológica apresentou algum desvio da distribuição para a direita (Figura 7), no entanto a distribuição dos pesos e ganhos médios diários foi bastante próxima da normalidade, havendo assim uma simetria em relação à média (Figuras 8 e 9).

Figura 7 – Distribuição da a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM).

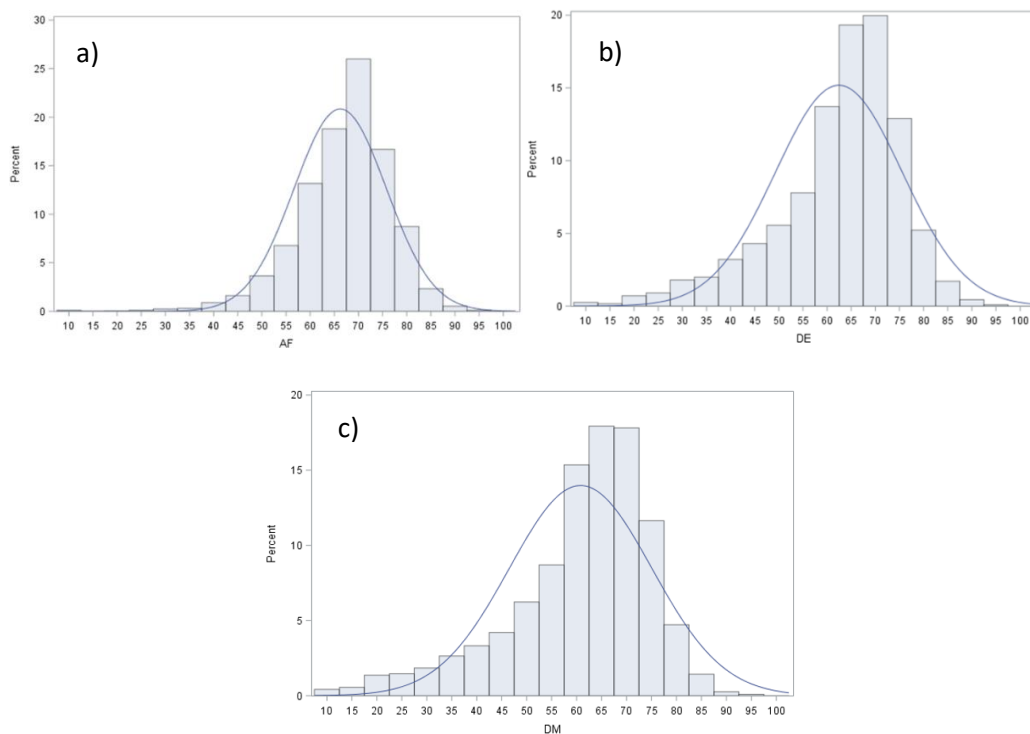


Figura 8 – Distribuição de: a) peso ajustado aos 120 dias; e b) peso ajustado aos 210 dias de idade.

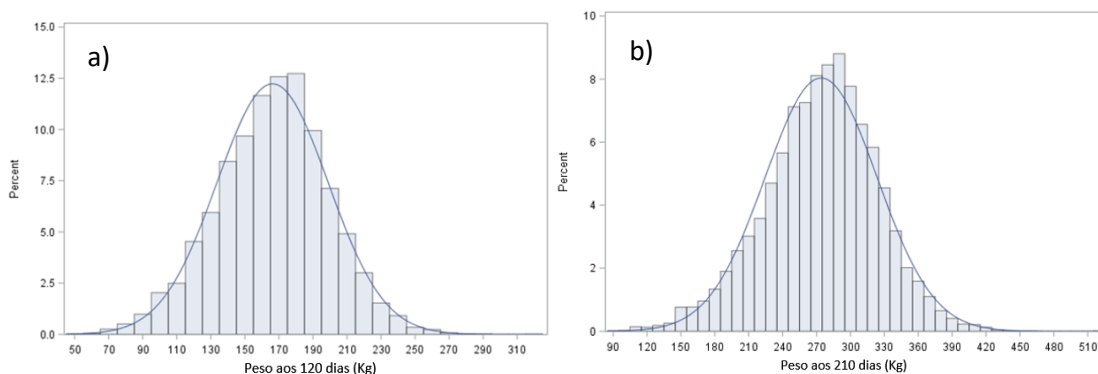
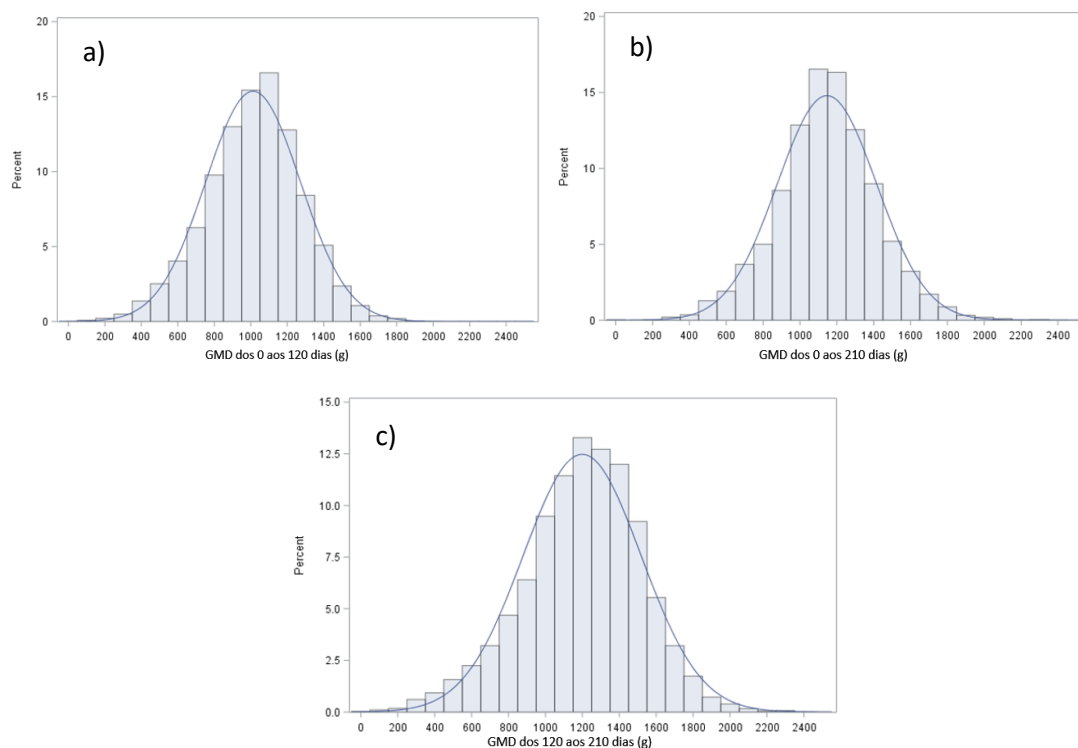


Figura 9 – Distribuição dos ganhos médios diários: a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.



Através do programa remlf90 obteve-se a distribuição de frequências para cada nível do facto a estudar, ou seja, obteve-se a distribuição para cada caracter do número de observações para cada nível dos efeitos analisados (combinação criador-ano, sexo dos animais e mês de nascimento).

O efeito da combinação criador-ano, apresentou 418 níveis para o peso ajustado aos 120 dias e 415 níveis para as classificações morfológicas (AF, DE e DM) e para o

peso ajustado aos 210 dias. Para os ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias, dos 0 aos 210 dias e dos 120 aos 210 dias, o número de combinações criador-ano representadas foi de 306, 342 e 414 níveis, respectivamente. A distribuição de observações por combinação entre criador e ano de nascimento para os diferentes caracteres encontram-se nas Tabelas 8 a 13 do Anexo. O criador com maior número de observações foi o criador 213, para todos os parâmetros analisados e os anos com maiores números de observações foram os anos de 2015 para as classificações morfológicas (AF, DE e DM) e ganhos médios diários dos 0 aos 210 e dos 120 aos 210 dias, 2017 para os pesos (P120 e P210) e 2004 para os ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias.

O efeito do sexo do animal (Tabela 4) e o efeito do mês de nascimento (Tabela 5), para todos os parâmetros em estudo apresentaram 2 e 11 níveis, respectivamente. Relativamente ao sexo dos animais as fêmeas apresentam um maior número de observações para todos os parâmetros em estudo, com a exceção do ganho médio diário dos 0 aos 120 dias, onde os machos apresentam maior número de observações.

O mês de nascimento de Outubro é o mês que apresenta maiores números de observações para todos os parâmetros em estudo com a exceção dos ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias, observando-se ser Janeiro o mês com maior número de observações.

Tabela 4 - Número de observações, referente ao efeito do sexo dos animais, para cada nível de todos os caracteres em estudo.

Caracteres	Machos (♂)	Fêmeas (♀)
<i>Aptidão Funcional</i>	5042	5050
<i>Desenvolvimento Esquelético</i>	5042	5050
<i>Desenvolvimento Muscular</i>	5042	5045
<i>Peso aos 120 dias</i>	5364	5392
<i>Peso aos 210 dias</i>	5161	5199
<i>GMD 0-120</i>	3822	3816
<i>GMD 0-210</i>	4099	4108
<i>GMD 120-210</i>	4976	5069

Tabela 5 - Número de observações, referente ao efeito do mês de nascimento, para cada nível de todos os caracteres em estudo.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun/Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<i>AF</i>	1231	1016	943	703	486	515	511	1185	1347	1004	1151
<i>DE</i>	1231	1016	943	703	486	515	511	1185	1347	1004	1151
<i>DM</i>	1231	1016	942	703	486	515	511	1185	1347	1000	1151
<i>P120</i>	1364	1112	1029	751	533	551	542	1225	1365	1057	1227
<i>P210</i>	1281	1028	977	719	500	534	532	1217	1363	1036	1173
<i>GMD 0-120</i>	1017	828	755	468	338	365	412	898	945	711	901
<i>GMD 0-210</i>	1033	842	795	532	397	378	441	982	1037	802	968
<i>GMD 120-210</i>	1272	1023	951	704	483	482	515	1165	1294	991	1165

4.1. Efeitos Fixos

Na nossa análise, admitiu-se que os caracteres analisados referentes aos pesos, ganhos médios diários e morfologia dos animais dependem do seu valor genético e dos efeitos ambientais a que estiveram sujeitos. Por seu lado, este efeito ambiental pode variar, resultante das diferenças entre animais por pertencerem a explorações/criadores diferentes, traduzindo as diferenças de manejo aplicadas, mas também as diferenças que normalmente ocorrem de ano para ano ou entre meses de nascimento. Um dos efeitos ambientais tidos em conta neste trabalho, o efeito da combinação criador-ano pode variar devido ao sistema de produção praticado, ao manejo, à alimentação e às condições climáticas, que variam entre criadores e anos de nascimento, nomeadamente refletindo alterações nas disponibilidades alimentares.

O efeito ambiental das combinações entre o criador e o ano de nascimento para cada caracter analisado estão demonstradas nas Figuras 10, 11 e 12, e traduzem as diferenças ambientais entre rebanhos-ano, presumivelmente ajustadas para o mérito genético dos respetivos animais.

Relativamente aos caracteres de classificação morfológica analisados (Figura 10), verifica-se que para a Aptidão Funcional a maioria dos rebanhos tem um mérito ambiental para a aptidão funcional entre 65 e 70 pontos, existindo, no entanto, rebanhos

com valores extremos variando entre 45 e 85 pontos. Por outro lado, a maioria dos rebanhos tem um mérito ambiental para o Desenvolvimento Esquelético e o Desenvolvimento Muscular de aproximadamente 65 pontos. No que respeita ao efeito ambiental das combinações entre o criador e o ano de nascimento para os pesos ajustados aos 120 e 210 dias de vida (Figura 11), observou-se que a maioria dos rebanhos tem valores ambientais médios de 130-140 kg e 230-240 kg, respetivamente. No entanto, os valores ambientais extremos dos vários criadores variam entre cerca de 80 e 200 kg para o peso aos 120 dias, e 120 a 300 kg para o peso aos 210 dias. Para os ganhos médios diários (Figura 12), a maioria dos criadores-ano tinham valores ambientais médios de cerca de 850 g para o GMD dos 0 aos 120 dias (valores extremos de 400 a 1200 g), 1050 g para o GMD dos 0 aos 210 dias (valores extremos de 550 a 1450 g) e 1000 g para o GMD dos 120 aos 210 dias (valores extremos de 300 a 1500 g).

Figura 10 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM).

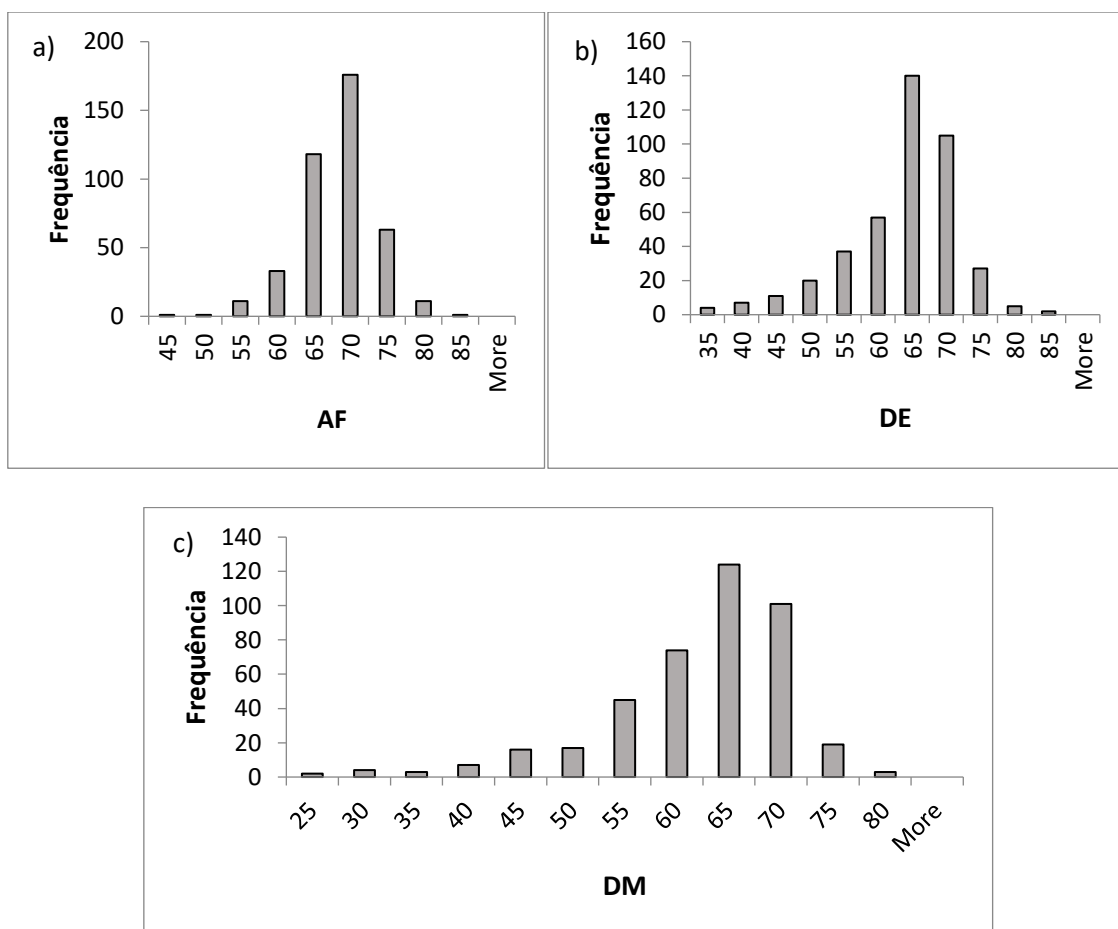


Figura 11 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para a) peso ajustado aos 120 dias; e peso ajustado aos 210 dias de idade.

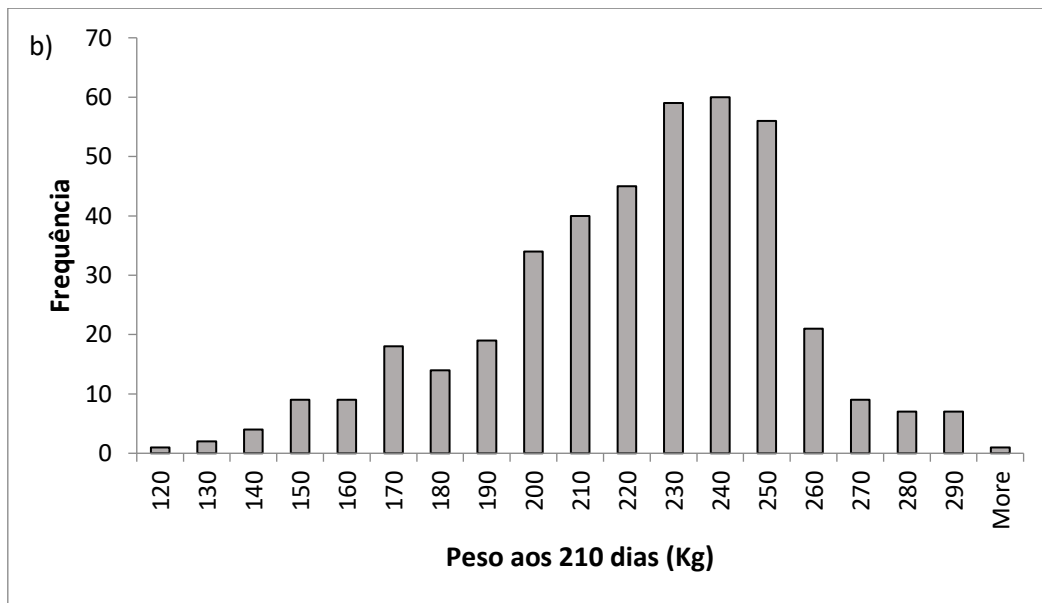
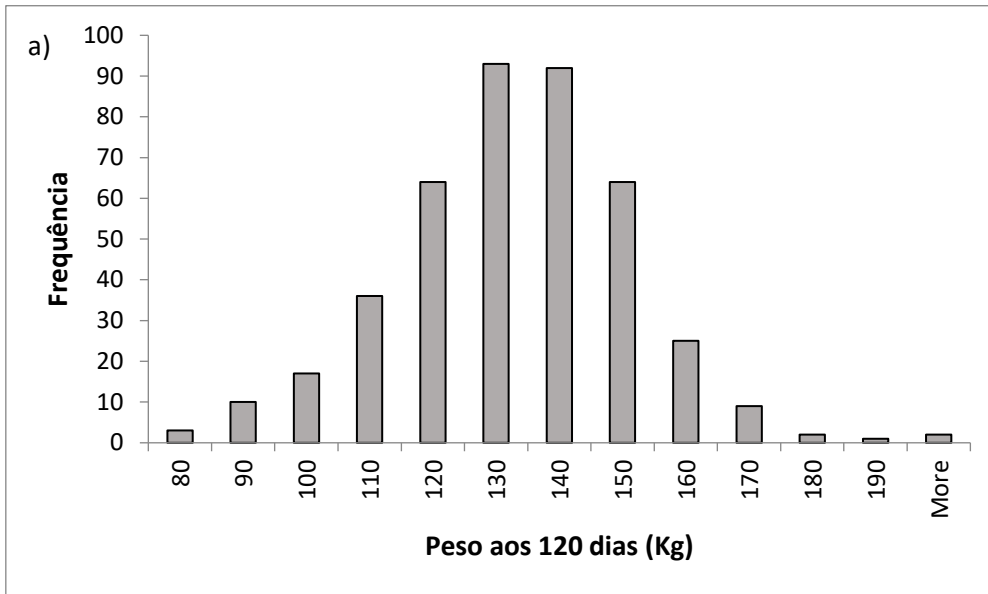
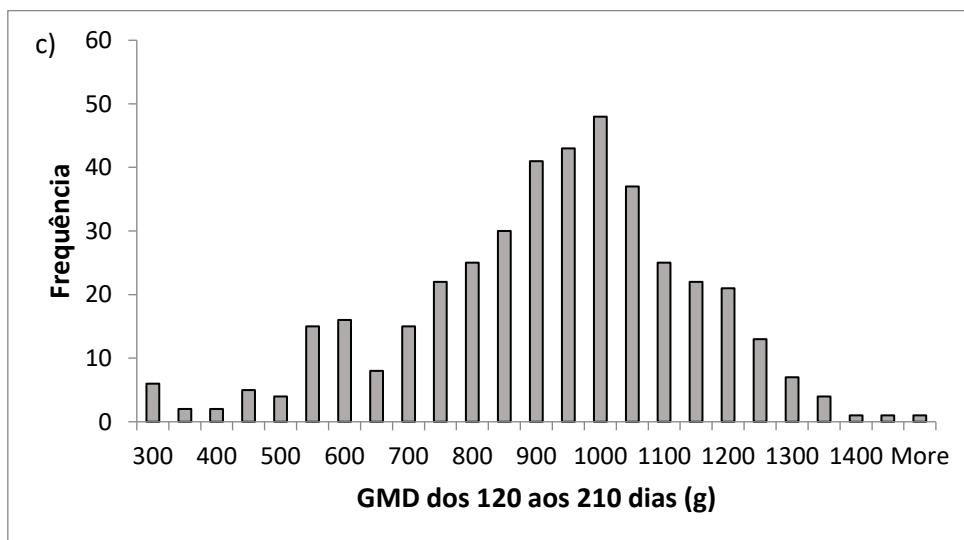
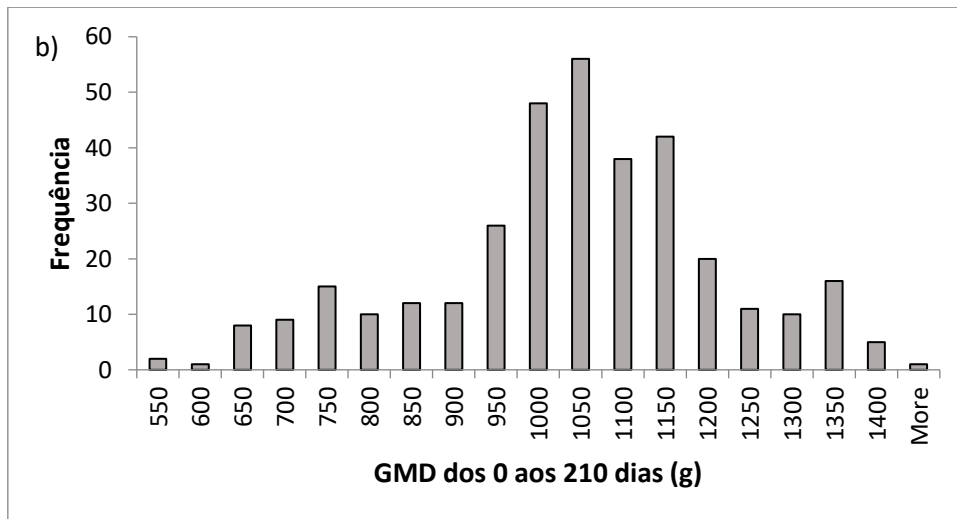
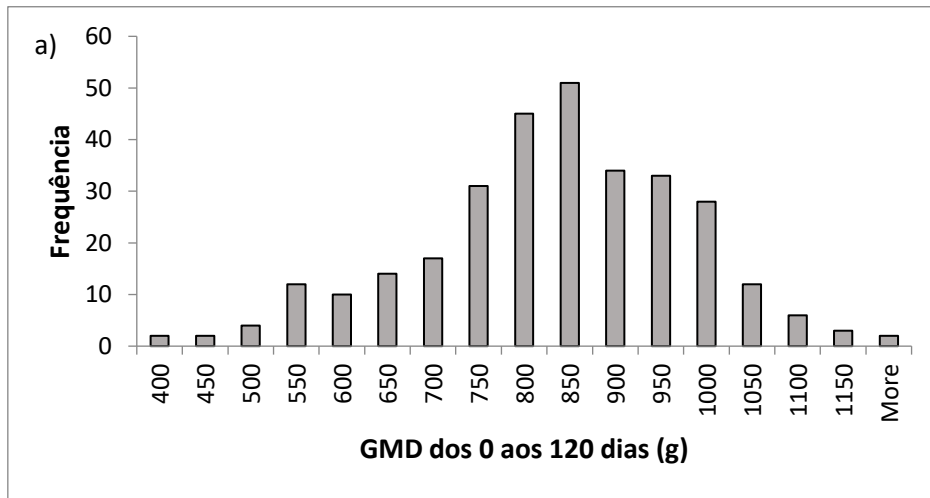


Figura 12 – Histograma do efeito ambiental das combinações Criador-ano para os ganhos médios diários: a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.



O efeito do mês de nascimento pode ser devido a diferenças climáticas observadas nas diferentes épocas do ano, variações na alimentação proporcionada, (que está sujeita a sazonalidade podendo ser melhor ou pior, dependendo da altura do ano), podendo assim variar as performances de crescimento do vitelo.

O efeito do mês de nascimento relativo a cada caracter analisado está representado para cada caracter nas Figuras 13, 14 e 15, considerando a diferença em relação a um mês padrão (que apresenta valor 0), sendo esse o mês em que foram registadas mais observações. Relativamente à Figura 13 que representa o efeito ambiental do mês na Aptidão Funcional (considerando Outubro como o mês padrão), verificou-se uma superioridade para animais nascidos em Agosto, e valores inferiores nos animais nascidos na Primavera. Para o Desenvolvimento Esquelético (mês padrão em Outubro) verificaram-se classificações mais altas nos animais nascidos em Agosto e Outubro, e valores inferiores para os animais nascidos na Primavera e Verão. Para o Desenvolvimento Muscular (mês padrão em Fevereiro), as classificações mais elevadas foram para animais nascidos em Agosto e Outubro, e valores mais baixos foram encontrados nos animais nascidos na Primavera.

O efeito do mês de nascimento nos pesos encontra-se representado na Figura 14, verificando-se que os animais nascidos entre Dezembro e Março apresentam valores médios mais elevados para os pesos ajustados aos 120 e 210 dias de vida. A diferença entre as médias para o melhor e pior mês foi de 26.8 kg para o peso aos 120 dias (Fevereiro e Agosto, respetivamente) enquanto para peso aos 210 dias a diferença foi de 30.7 kg (Dezembro e Jun/Julho, respetivamente).

O efeito do mês de nascimento nos ganhos médios diários encontra-se representado na Figura 15, verificando-se que os meses mais favoráveis para o GMD dos 0 aos 120 dias foram de Janeiro a Março e os mais desfavoráveis de Junho a Setembro, com diferença nas médias de cerca de 190 g. Para o GMD dos 0 aos 210 dias as médias mais elevadas foram observadas nos animais nascidos em Novembro-Janeiro e as mais baixas de Abril a Junho/Julho, com diferença das médias de 160 g. No que respeita ao GMD dos 120 aos 210 dias, os ganhos mais altos foram observados nos animais nascidos entre Agosto e Dezembro e os mais baixos entre Março e Julho, sendo a diferença entre médias de cerca de 220 g. Globalmente, os animais nascidos no Verão apresentaram ganhos médios diários inferiores aos nascidos no Inverno.

Figura 13 – Representação do efeito do mês de nascimento na a) aptidão funcional (AF); b) desenvolvimento esquelético (DE); e c) desenvolvimento muscular (DM). O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Outubro para a AF e o DE, e mês de Fevereiro para o DM).

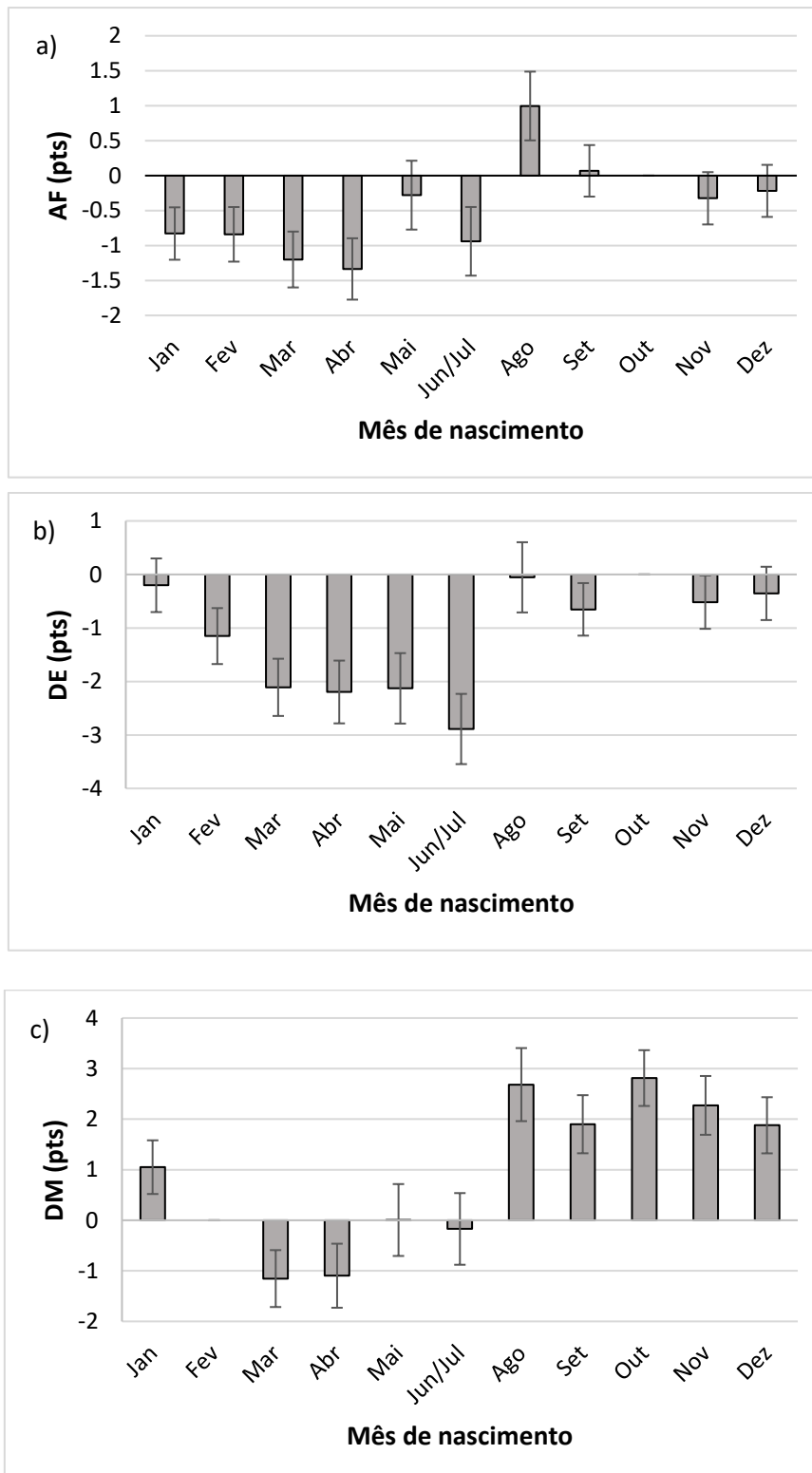


Figura 14 – Representação do efeito do mês de nascimento no a) peso ajustado aos 120 dias; e b) peso ajustado aos 210 dias de idade. O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Novembro para o P120 e P210).

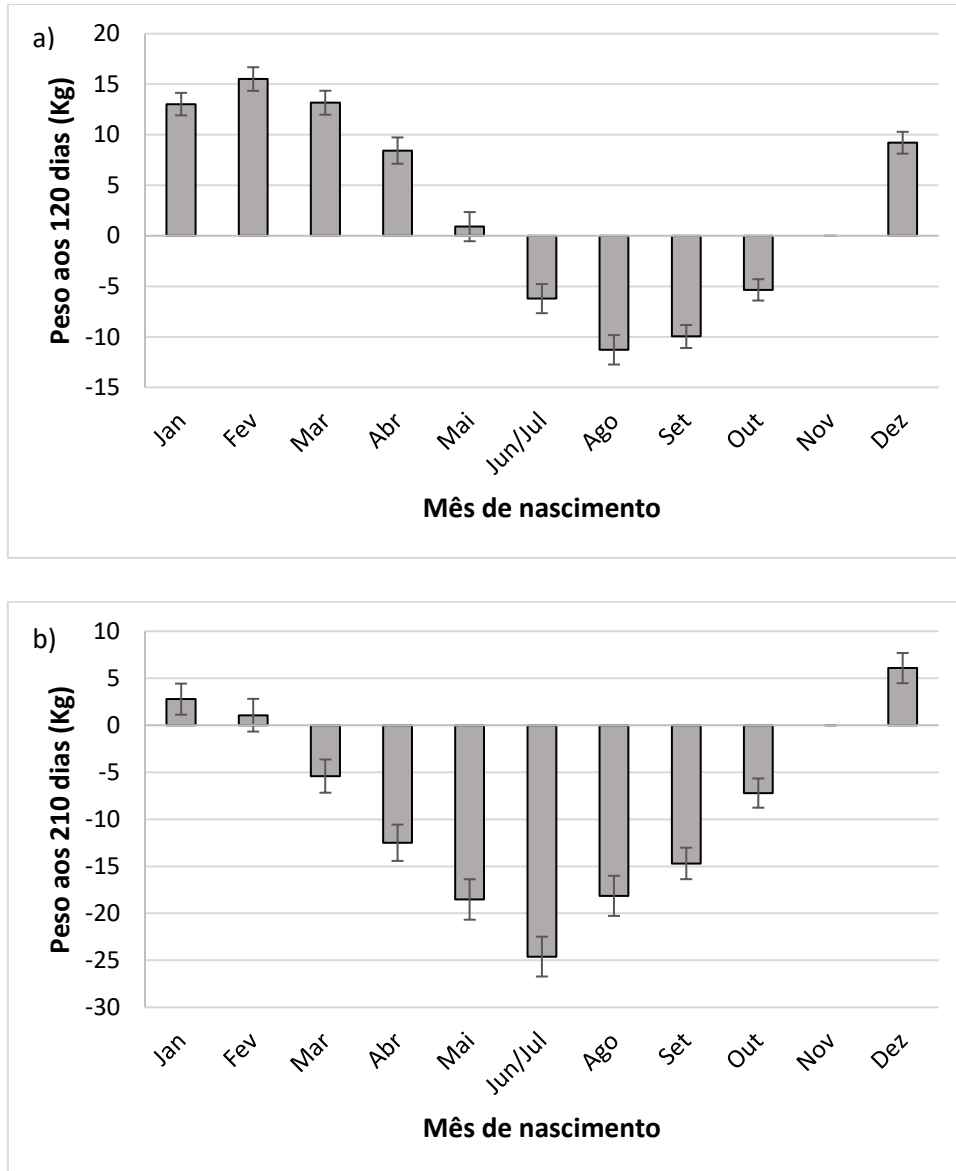
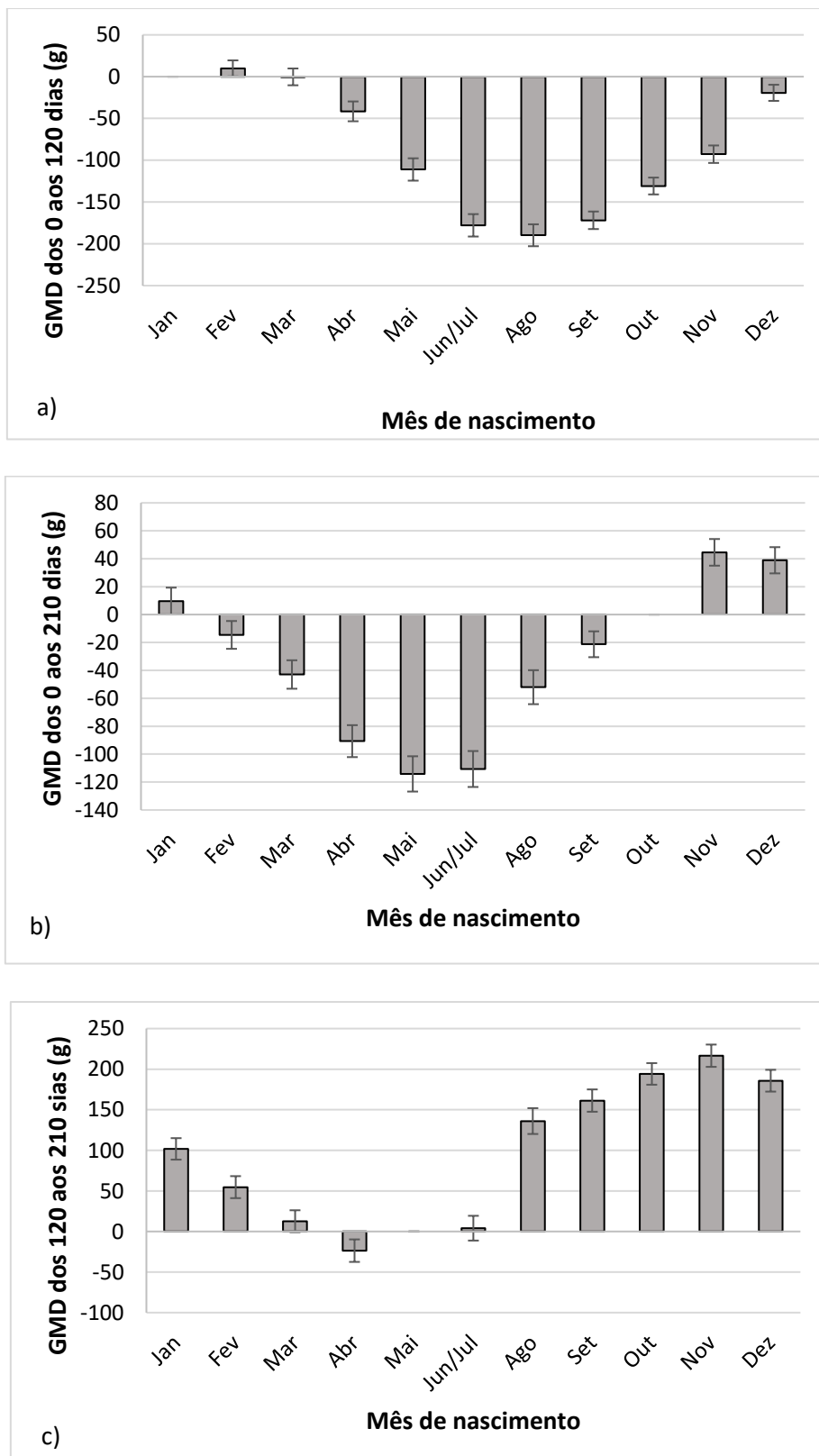


Figura 15 – Representação do efeito do mês de nascimento nos ganhos médios diários (GMD): a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade. O efeito do mês de nascimento está representado como desvio do mês padrão/controlo, de valor 0 (mês de Janeiro para GMD 0-120; Outubro para GMD 0-210; Maio para GMD 120-210).



O efeito do sexo do animal também é importante ter em consideração nesta análise, devido a ser uma fonte de variação importante, estando esse efeito representado nas Figuras 16, 17 e 18.

Atendendo ao efeito do sexo nas classificações morfológicas, Figura 16, pode observar-se uma superioridade das fêmeas para a aptidão funcional (+2.3 pts comparativamente aos machos). Para o desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular, são os machos que apresentam pontuações mais elevadas, com médias superiores em +0.8 pts e +3.1 pts, respetivamente, quando comparados com as fêmeas. Relativamente ao efeito do sexo nos pesos dos vitelos (Figura 17), os machos apresentam pesos mais elevados que as fêmeas, observando-se uma superioridade de aproximadamente 10 kg para o peso aos 120 dias e 21 kg para o peso aos 210 dias. Tal como para os pesos, observaram-se valores mais elevados nos machos para os ganhos médios diários, sendo que se pode observar valores mais elevados dos machos de 59 g para o ganho médio diário dos 0 aos 120 dias, 102 g para o ganho médio diário dos 0 aos 210 dias e 127 g para o ganho médio diário dos 120 aos 210 dias (Figura 18).

Deste modo pode constatar-se que esta raça apresenta dimorfismo sexual, como se esperava, sendo que os machos possuem uma maior capacidade de crescimento e desenvolvimento que as fêmeas, ainda que estas sejam mais pontuadas em termos de aptidão funcional.

Figura 16 – Efeito do sexo do animal nas classificações morfológicas, aptidão funcional (AF), desenvolvimento esquelético (DE), desenvolvimento muscular (DM), referente ao diferencial macho-fêmea.

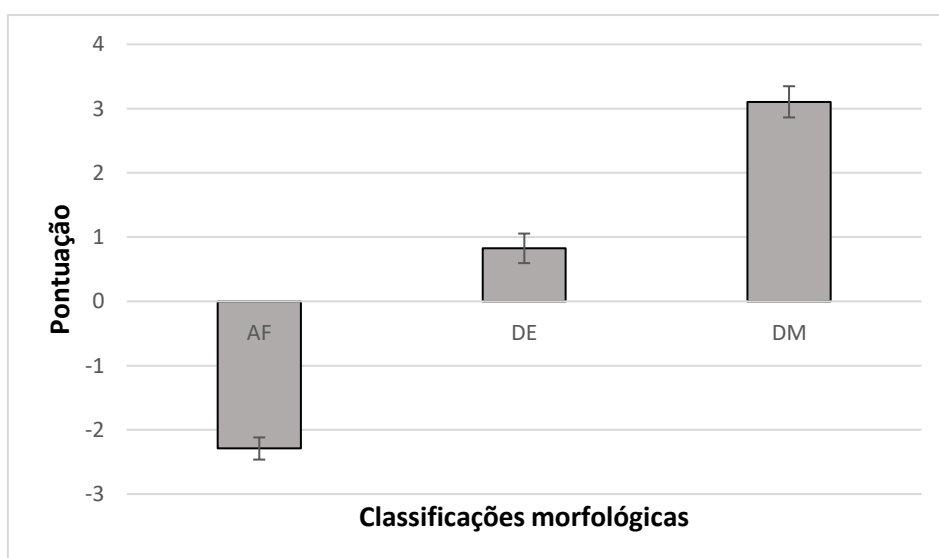


Figura 17 – Efeito do sexo do animal nos pesos ajustados aos 120 (P120) e 210 (P210) dias de vida, referente ao diferencial macho-fêmea.

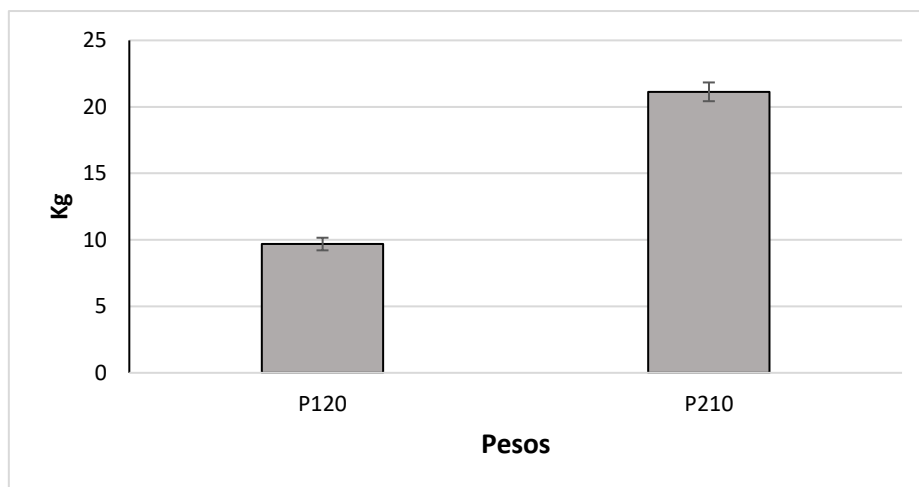
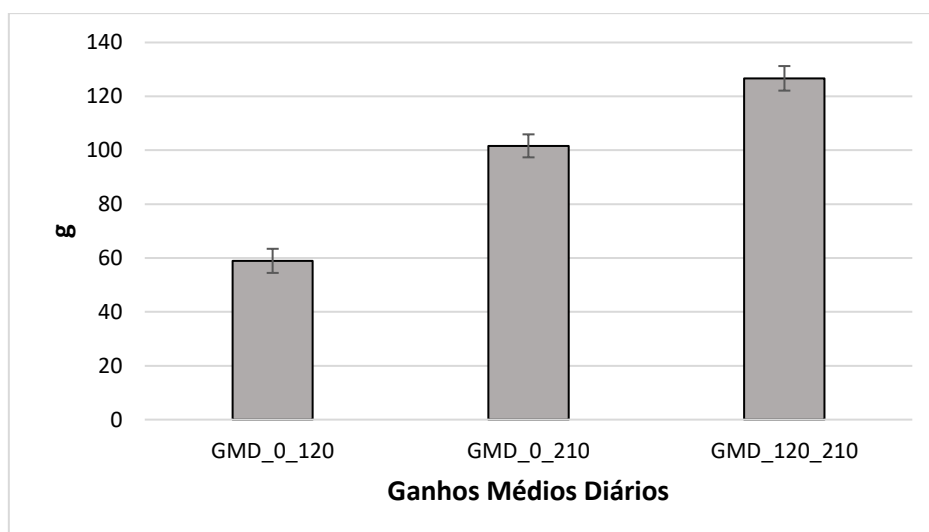


Figura 18 – Efeito do sexo do animal nos ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias (GMD 0-120), dos 0-210 dias (GMD 0-210) e dos 120 aos 210 dias (GMD 120-210), referente ao diferencial macho-fêmea.



O efeito da idade da vaca no peso dos vitelos (Figuras 19 e 20) demonstra a influência quadrática que a idade da progenitora ao parto tem no peso dos vitelos, com pesos mais baixos nos vitelos filhos de novilhas e vacas mais velhas, possivelmente como resultado da maior dificuldade nos partos das novilhas e nas diferenças na capacidade materna em consequência da idade da vaca. Observaram-se os valores mais altos de pesos e ganhos médios diários em vitelos filhos de vacas de idade intermédia (entre 6 e 10 anos), sendo os valores mais baixos os de vitelos filhos de novilhas.

Em média, os vitelos filhos de vacas de 8 anos apresentaram uma superioridade relativamente aos vitelos de vacas 3 e 13 anos de aproximadamente 20 kg nos pesos aos 120 e aos 210 dias, enquanto para os ganhos médios diários a diferença média foi de 150 g para o GMD 0-120 e 40 g para o GMD 120-210.

Figura 19 – Efeito da idade da vaca no peso dos vitelos a) aos 120 dias; e b) aos 210 dias de idade.

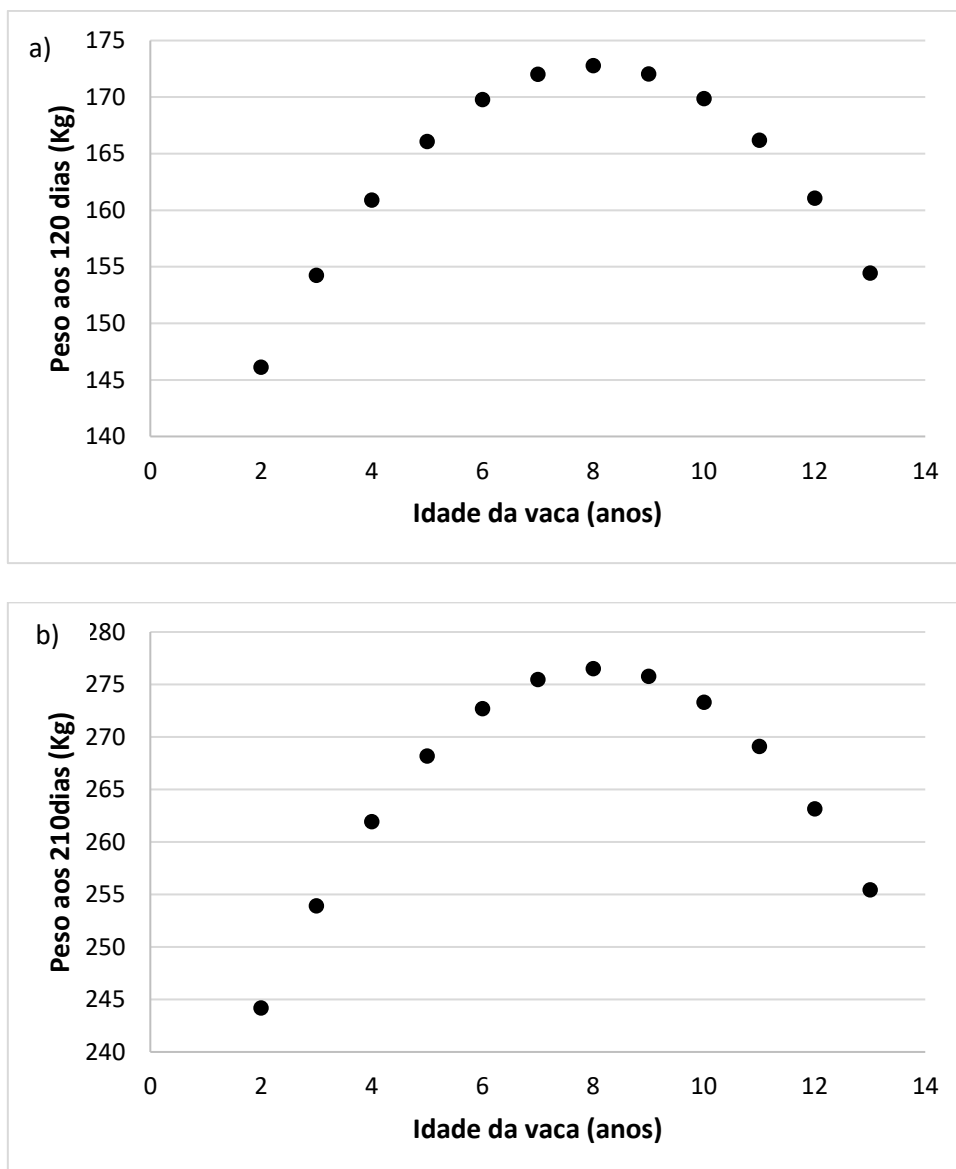
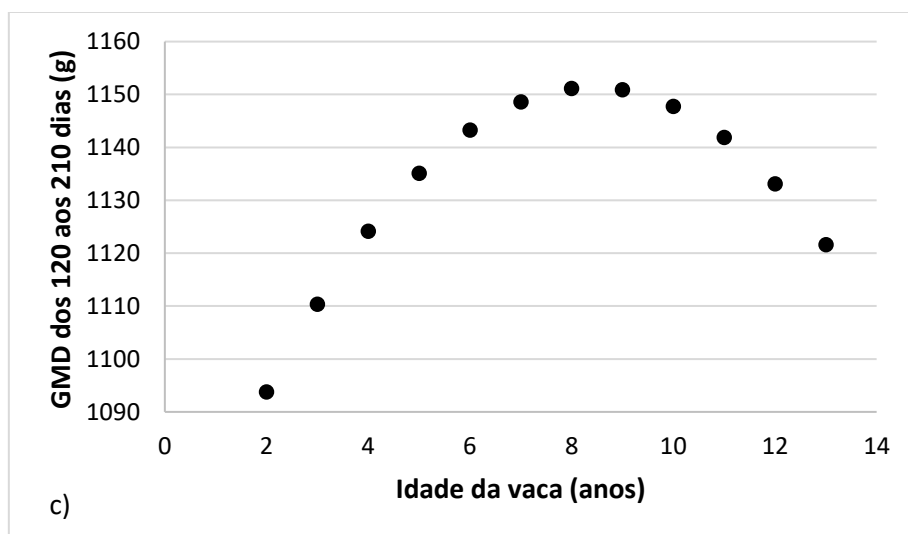
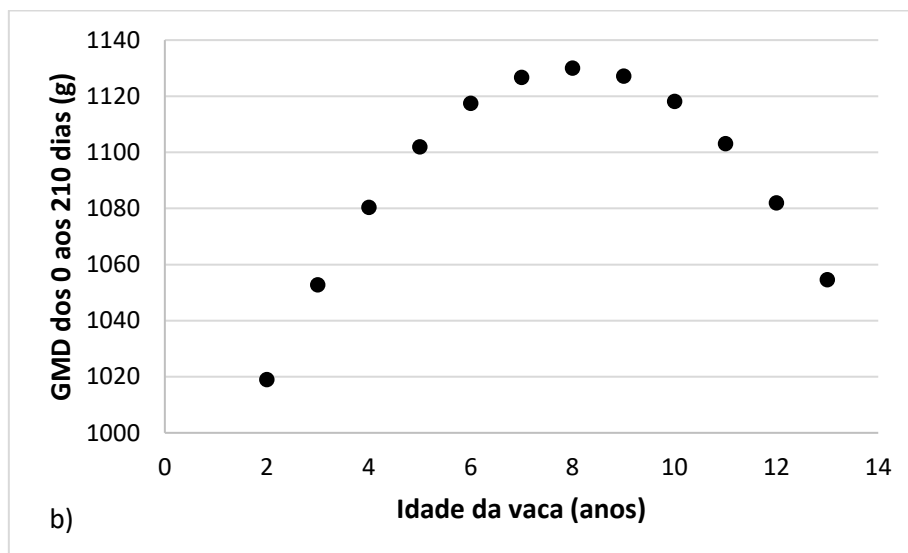
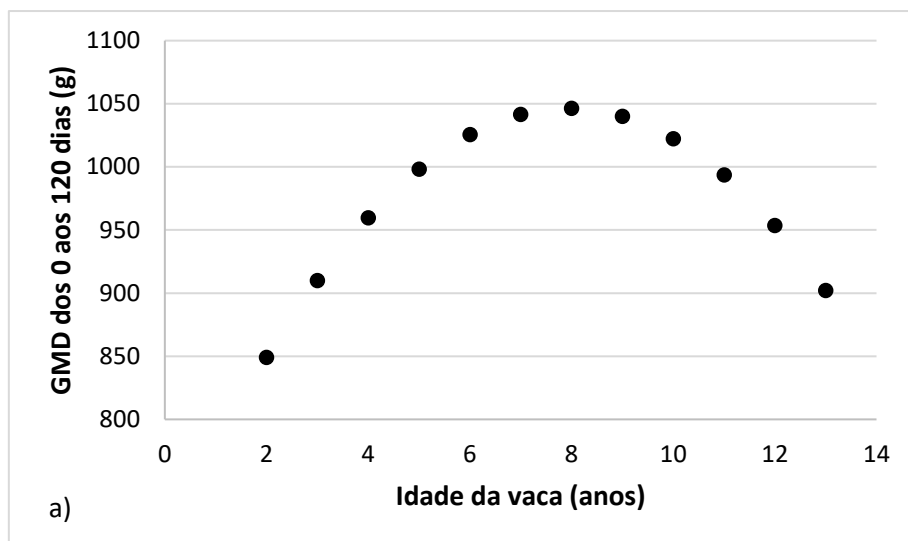


Figura 20 – Efeito da idade da vaca no ganho médio diário dos vitelos a) dos 0 aos 120 dias; b) dos 0 aos 210 dias; e c) dos 120 aos 210 dias de idade.



4.2. Efeitos Genéticos

Os efeitos genéticos podem ser divididos em efeitos diretos e efeitos maternos. Os efeitos diretos representam o efeito do patrimônio genético transmitido ao vitelo pelos seus progenitores, que lhe conferem uma maior ou menor capacidade de crescimento. Os efeitos maternos representam a influência ambiental que a vaca tem relativamente ao vitelo, nomeadamente pela sua capacidade leiteira, e resulta do efeito dos genes da vaca para a capacidade maternal.

Relativamente às características morfológicas analisadas (aptidão funcional, desenvolvimento esquelético e desenvolvimento muscular), o efeito genético materno foi considerado nulo, admitindo-se que não existe influência do efeito materno nas classificações morfológicas dos vitelos.

As variâncias estimadas para as classificações morfológicas, pesos e ganhos médios diários apresentam-se na Tabela 6. A variância dos efeitos genéticos diretos par as classificações morfológicas foi de 10.93 para a aptidão funcional, 31.04 para o desenvolvimento esquelético e 34.02 para o desenvolvimento muscular. A variância fenotípica foi de cerca de metade para a aptidão funcional quando comparada com a variância do desenvolvimento muscular e esquelético, o que traduz uma menor amplitude e dispersão das classificações da aptidão funcional comparativamente às outras classificações.

Os pesos e ganhos médios diários apresentaram variâncias dos efeitos genéticos diretos bastante superiores às variâncias dos efeitos maternos, independentemente da idade considerada. No entanto, à medida que o animal cresce as variâncias dos efeitos diretos, efeitos maternos, covariância entre efeitos diretos e maternos e efeito residual são progressivamente maiores. Por outro lado, em todos os pesos e ganhos observa-se a existência de uma covariância negativa entre efeitos genéticos diretos e maternos, o que traduz a existência de um antagonismo entre capacidade de crescimento e capacidade maternal.

Tabela 6 - Valores estimados das variâncias dos efeitos genéticos diretos (σ^2_a), dos efeitos genéticos maternos (σ^2_m), da correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos (σ_{am}), do efeito ambiental permanente da vaca (σ^2_c), do efeito residual (σ^2_e) e a variância fenotípica (σ^2_p).

Característica	σ^2_a	σ^2_m	σ_{am}	σ^2_c	σ^2_e	σ^2_p
<i>Aptidão Funcional</i>	10.93				63.67	74.6
<i>Desenv. Esquelético</i>	31.04				105.57	136.61
<i>Desenv. Muscular</i>	34.02				117.87	151.89
<i>Peso aos 120 dias</i>	210.98	135.11	-111.42	106.45	383.81	724.93
<i>Peso aos 210 dias</i>	389	202.73	-179.89	181.12	867.95	1460.91
<i>GMD 0-120</i>	13414	8386	-7555.4	8382.9	23733	46360.5
<i>GMD 0-210</i>	13925	5136.7	-6653.5	4235.1	24401	41044.3
<i>GMD 120-210</i>	19218	4140	-7426.4	2121.2	36728	54780.8

Os parâmetros genéticos estimados (heritabilidade, correlação entre efeitos genéticos diretos e maternos, fração devida a efeitos ambientais permanentes e respectivos erros padrão) para as classificações morfológicas, pesos e ganhos médios diários estão representados na Tabela 7. No que respeita às classificações morfológicas, a aptidão funcional é o carácter com heritabilidade de efeitos diretos mais baixa (0.146) enquanto os desenvolvimentos esquelético e muscular apresentam heritabilidades dos efeitos diretos semelhantes (0.227 e 0.224, respetivamente).

Em relação aos pesos e ganhos médios diários, estes apresentam uma heritabilidade de efeitos diretos superior à de efeitos maternos, uma influência genética materna e efeito ambiental permanente da vaca progressivamente mais reduzidos à medida que o animal cresce, e uma correlação negativa entre os efeitos genéticos diretos e maternos. O peso ajustado aos 120 dias de vida apresentou heritabilidades dos efeitos diretos e dos efeitos maternos e efeito ambiental permanente da vaca um pouco mais altos (0.291, 0.186 e 0.147, respetivamente), quando comparado com os valores encontrados para o peso ajustado aos 210 dias de vida (0.266, 0.139 e 0.124,

respetivamente), no entanto a correlação entre os efeitos diretos e maternos é ligeiramente inferior para o peso aos 120 dias.

Relativamente aos ganhos médios diários, observa-se que a heritabilidade dos efeitos diretos é mais elevada para os GMD dos 120 aos 210 dias (0.351), no entanto para a heritabilidade dos efeitos maternos e o efeito ambiental permanente da vaca (0.076 e 0.039, respetivamente), este caracter é o que se apresenta mais baixo. Comparando os ganhos médios diários, os GMD desde o nascimento até aos 120 dias apresentam a heritabilidade dos efeitos diretos mais baixa (0.289), e a heritabilidade dos efeitos maternos e o efeito ambiental permanente da vaca mais altos (0.181 e 0.182, respetivamente), sendo que nessa altura a alimentação do vitelo é à base de leite materno. O ganho médio diário do nascimento aos 210 dias apresentou valores intermédios, comparativamente com os outros caracteres de ganhos em análise. Relativamente à correlação entre os efeitos diretos e maternos nos GMD, esta vai diminuindo à medida que o vitelo cresce, como de verifica para a heritabilidade dos efeitos maternos e efeito ambiental permanente da vaca e o contrário observa-se para a heritabilidade dos efeitos diretos, que aumenta à medida que o vitelo cresce.

Tabela 7 – Valores estimados da heritabilidade de efeitos diretos (h^2_a), efeitos maternos (h^2_m), correlação entre ambos (r_{am}), efeito ambiental permanente da vaca (c^2), com os respetivos erros padrão entre ().

Característica	h^2_a	h^2_m	r_{am}	c^2
<i>Aptidão Funcional</i>	0.146 (0.021)			
<i>Desenv. Esquelético</i>	0.227 (0.024)			
<i>Desenv. Muscular</i>	0.224 (0.023)			
<i>Peso aos 120 dias</i>	0.291 (0.044)	0.186 (0.030)	-0.660 (0.068)	0.147 (0.017)
<i>Peso aos 210 dias</i>	0.266 (0.042)	0.139 (0.029)	-0.640 (0.082)	0.124 (0.016)
<i>GMD 0-120</i>	0.289 (0.052)	0.181 (0.037)	-0.712 (0.081)	0.182 (0.021)
<i>GMD 0-210</i>	0.339 (0.053)	0.125 (0.032)	-0.787 (0.076)	0.103 (0.017)
<i>GMD 120-210</i>	0.351 (0.051)	0.076 (0.023)	-0.832 (0.307)	0.039 (0.012)

A evolução genética foi avaliada através da tendência dos valores genéticos, isto é, como evoluiu ao longo dos anos a estimativa dos valores genéticos (EBVs) para cada carácter em estudo, estando isto representado nas Figuras 21, 22 e 23.

Em praticamente todos os caracteres analisados a evolução genética foi positiva no período considerado. A evolução genética observada para as características morfológicas (Figura 21) apresenta uma evolução do mérito genético para a aptidão funcional positiva, apesar de não ser muito elevada, o que indica um progresso anual de cerca de 0.03 pontos, a que correspondeu uma melhoria genética acumulada de cerca de 0.8 pontos no período compreendido entre 1995 e 2018. Para o Desenvolvimento Esquelético o progresso anual foi de cerca de 0.06 pontos, a que correspondeu um progresso genético aproximado de 1.4 pontos no período em análise. O Desenvolvimento Muscular apresentou um progresso genético intermédio, com uma melhoria anual de cerca de 0.04 pontos, e um progresso genético acumulado de cerca de 1 ponto no período entre 1995 e 2018.

A Figura 22 representa a evolução do mérito genético para os efeitos genéticos diretos e maternos no peso aos 120 e aos 210 dias, que se observou positiva, e sobretudo evidente para os efeitos genéticos diretos. No caso do peso aos 120 dias o melhoramento anual por seleção foi de cerca de 0.08 kg para os efeitos diretos e 0.03 kg para os efeitos maternos, daí resultando uma melhoria acumulada por seleção no período 1995-2018 de cerca de 1.8 kg para os efeitos diretos e 0.8 kg para os efeitos maternos. A resposta à seleção foi mais acentuada no peso aos 210 dias, com uma melhoria anual de cerca de 0.13 kg nos efeitos diretos e 0.04 kg nos efeitos maternos, a que correspondeu no período considerado um progresso acumulado de cerca de 2.9 kg nos efeitos diretos e 1 kg nos efeitos maternos.

Os Ganhos Médios Diários calculados nas diferentes fases apresentaram diferenças claras na evolução das componentes genéticas direta e materna ao longo do tempo (Figura 23). Assim, a componente materna melhorou muito pouco (aumento anual de 0.04 g e 0.10 g para o GMD 0-120 e 0-210), chegando no caso do GMD 120-210 a haver redução (decréscimo anual da capacidade materna de -0.28 g). Desta forma, no período 1995-2018 a alteração acumulada foi praticamente nula na componente materna do GMD. Pelo contrário, a componente genética direta, traduzida na capacidade de crescimento, aumentou em todos os GMD, com um acréscimo anual de cerca de 0.7, 0.5 e 1.1 g no GMD 0-120, 0-210 e 120-210, respetivamente. Esta evolução genética traduziu-se, para o período 1995-2018, num acréscimo acumulado

no mérito genético direto de cerca de 15 g no GMD 0-120, 11 g no GMD 0-210 e 25 g no GMD 120-210.

Figura 21 – Média anual (○) e tendência (—) dos valores genéticos para a) Aptidão Funcional (AF), b) Desenvolvimento Esquelético (DE), e c) Desenvolvimento Muscular (DM), por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão ± o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.

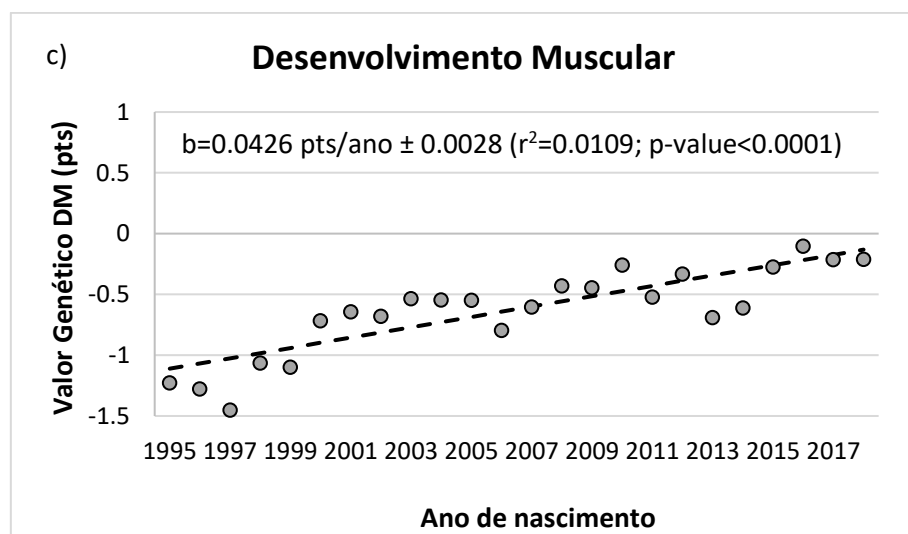
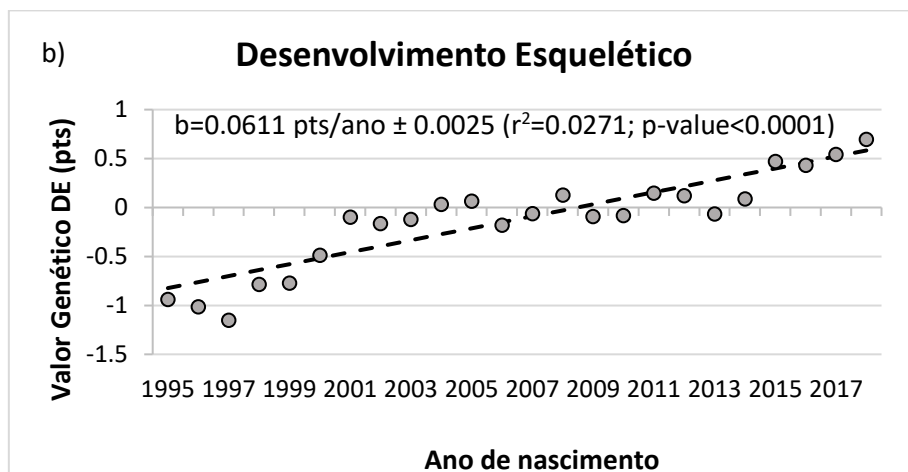
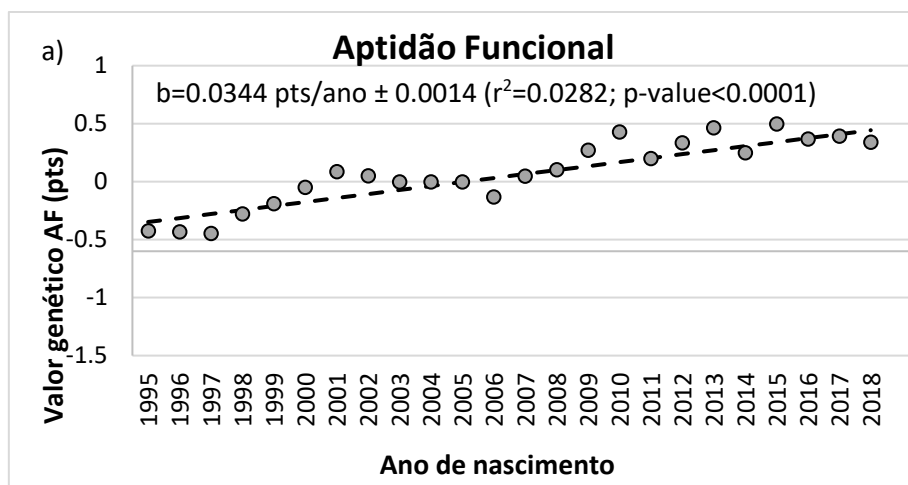


Figura 22 – Média anual e tendência, para efeitos genéticos diretos (◯ ; - -) e maternos (■ ; ...), dos valores genéticos diretos (a) e maternos (m) para a) Peso aos 120 dias (P120) e b) Peso aos 210 dias (P210), por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão ± o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.

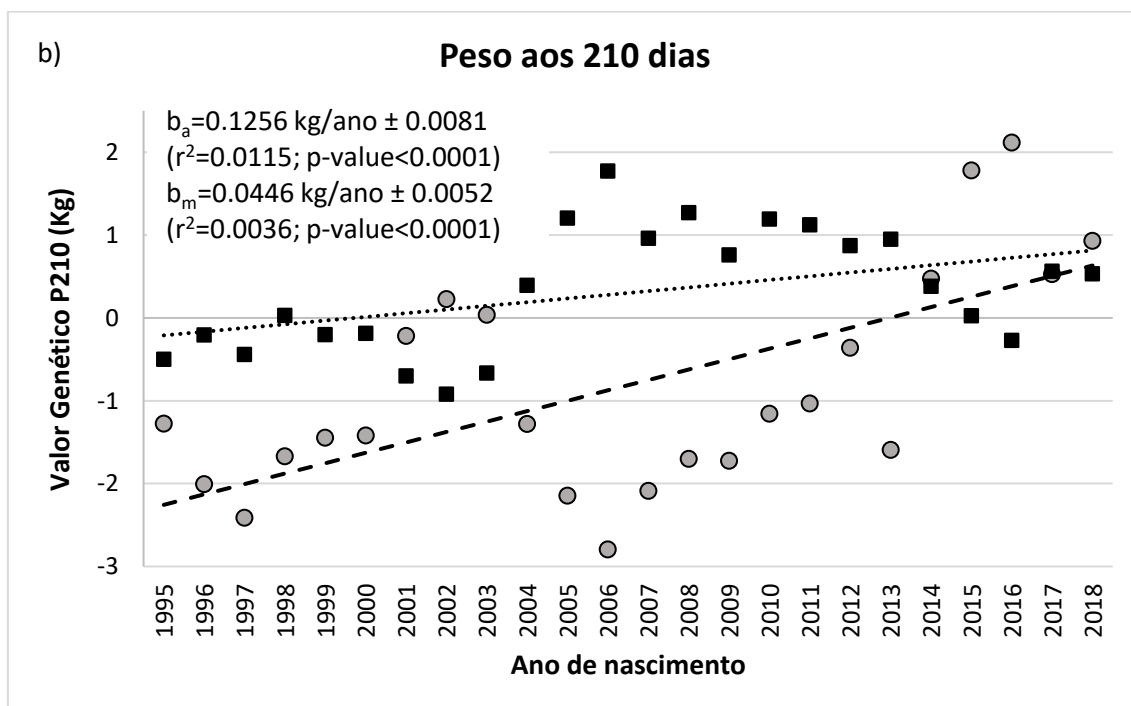
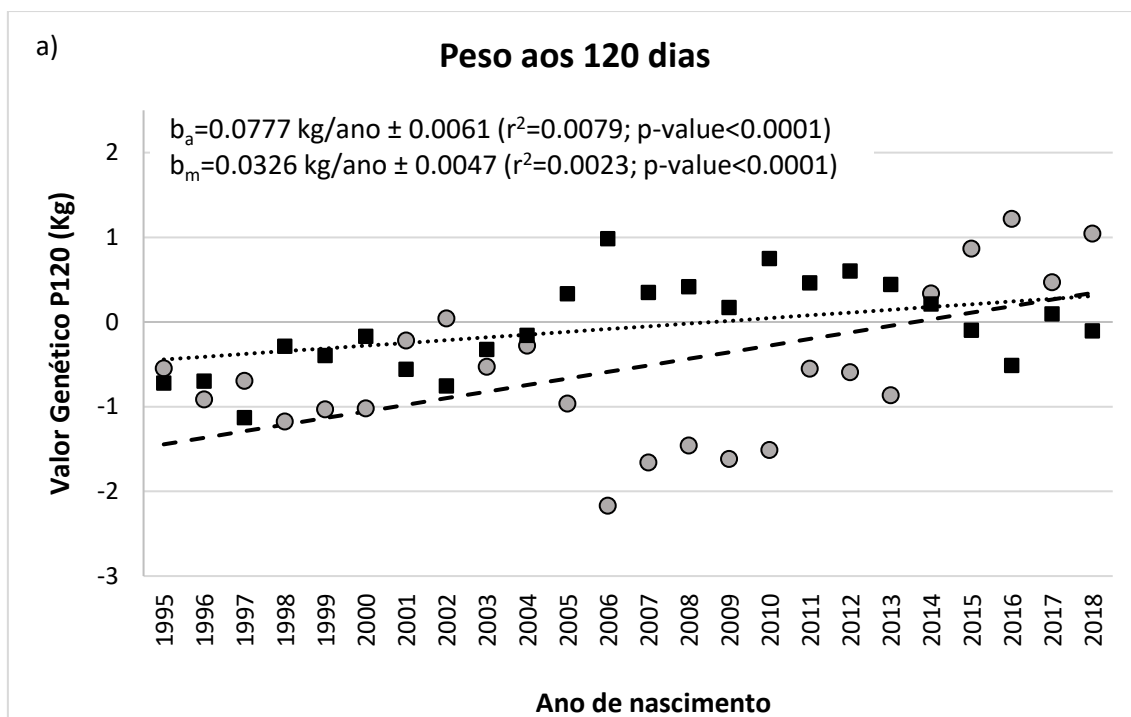
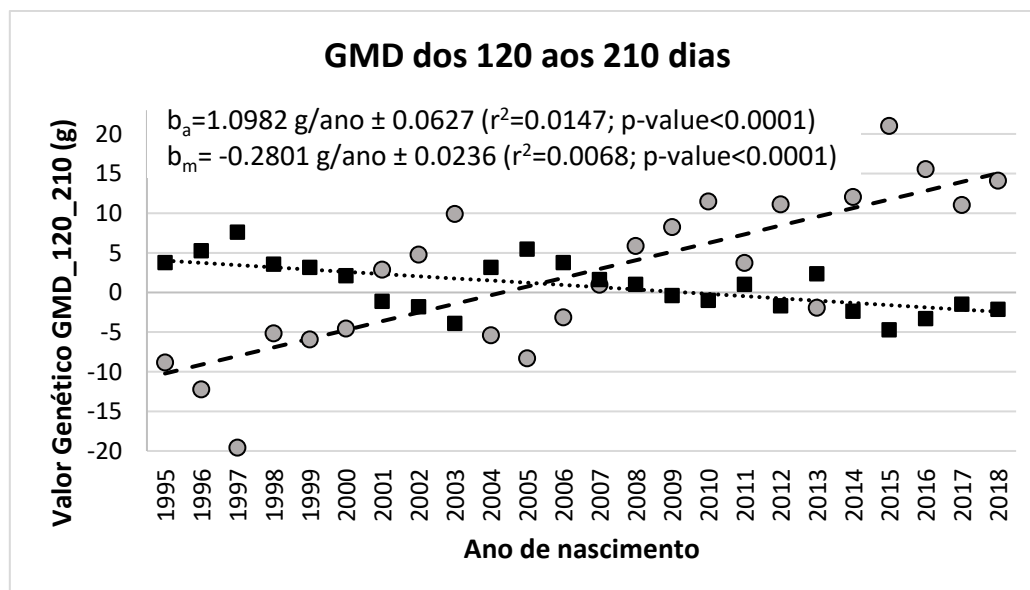
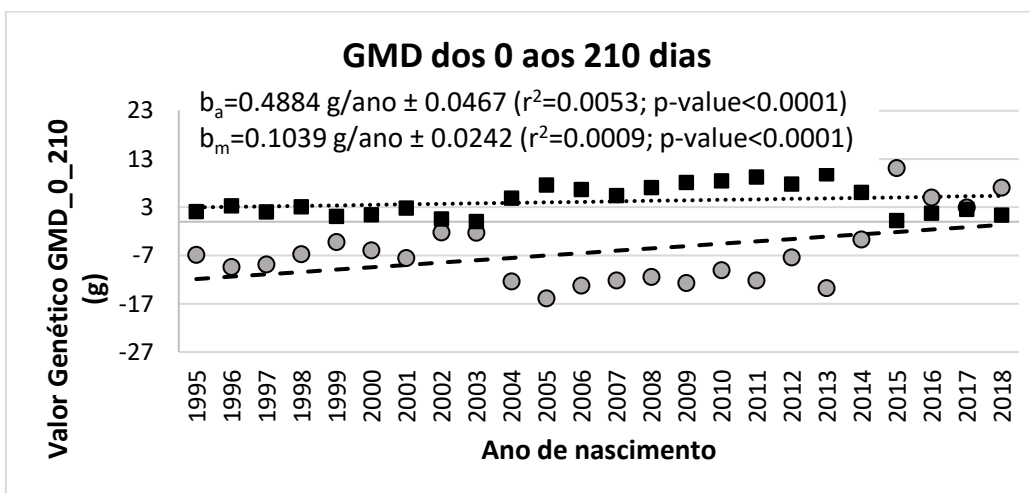
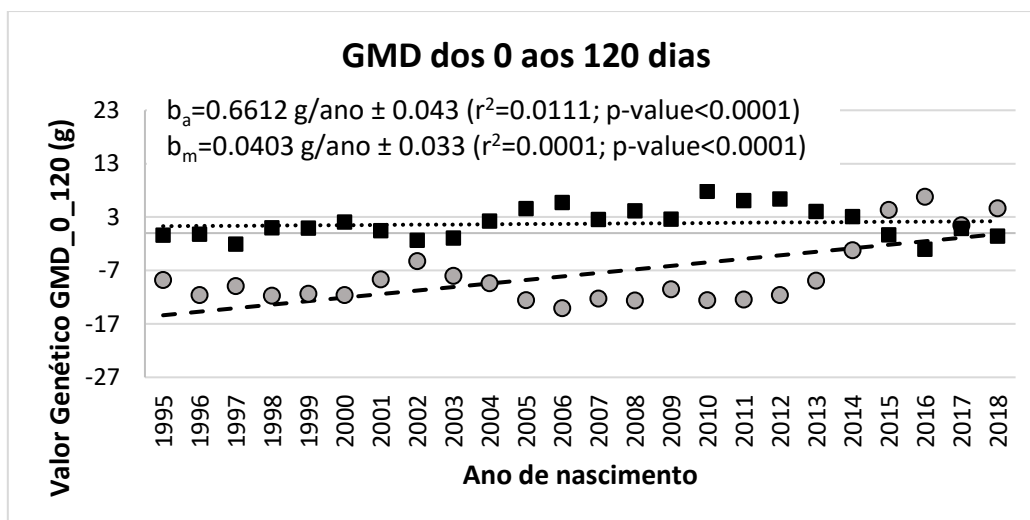


Figura 23 – Média anual e tendência, para efeitos genéticos diretos (○ ; - -) e maternos (■ ; ...), dos valores genéticos diretos (a) e maternos (m) para o Ganho Médio Diário (GMD) dos 0 aos 120 dias, dos 0 aos 210 dias e dos 120 aos 210 dias, por ano de nascimento; b corresponde ao coeficiente de regressão ± o erro padrão para a regressão do valor genético no ano de nascimento.



5. Discussão

A produtividade entre indivíduos difere devido a efeitos genéticos (diretos e maternos) e a efeitos não genéticos. Os efeitos macro ambientais são normalmente incluídos como efeitos fixos no modelo de análise, sendo este modelo construído com os fatores julgados mais adequado para o carácter em análise, considerando neste caso os efeitos ambientais, nomeadamente a combinação entre o criador e o ano de nascimento, o mês de nascimento, o sexo do vitelo e a idade da vaca ao parto.

Relativamente às classificações morfológicas Fouilloux et al. (1999), apresentam em média, pontuações de 63.0 e 63.7 para o desenvolvimento muscular e esquelético, respetivamente, para a raça Charolesa, sendo estas pontuações ligeiramente superiores às obtidas neste trabalho. Estes autores apresentam também pontuações médias para a raça Limousine de 62.9 e 59.3 para o desenvolvimento muscular e esquelético, respetivamente. Analisando dados das raças Blonde d'Aquitaine e Limousine, Bouquet et al. (2010) relatam, respetivamente, pontuações médias de 63.0 e 62.6 para o desenvolvimento muscular e pesos médios ao desmame ajustados aos 210 dias de 286.5 e 281.6 kg, para as duas raças referidas. Assim, observa-se que esses valores das raças Blonde d'Aquitaine e Limousine são mais elevados que os obtidos para a raça Charolesa. El-Saied et al., 2006, apresentou num estudo sobre a raça Charolesa em Espanha valores médios de peso ao desmame (278.21 kg) e ganho médio diário pré-desmame (1.11 kg/dia), que são resultados comparáveis aos obtidos na raça Charolesa em Portugal. Nelson et al., (1982) observou, nos EUA, para as raças Angus e Charolês, valores médios, de ganho médio diário do nascimento aos 130 dias de 792 g e 828 g, respetivamente e ganho médio diário dos 130 dias aos 210 dias de 745 g e 804 g, respetivamente, apresentando-se esses valores inferiores quando comparados com a raça Charolesa em Portugal.

O peso médio aos 210 dias obtido neste estudo apresentou-se mais elevado, quando comparado com os pesos médios obtidos por Kalm (1978) para a raça Charolesa e Hereford, sendo a diferença mais acentuada com a raça Hereford. Wolfová et al. (2005) observam, para a raça Charolesa pura e para cruzados CharolêsxHolstein, pesos aos 120 dias de 167 kg e 160 kg e pesos aos 210 dias de 256 kg e 246 kg, respetivamente. Comparando esses valores com os obtidos no presente estudo, os pesos aos 120 dias são semelhantes, no entanto, os pesos aos 210 dias são inferiores, observando-se neste trabalho vitelos mais pesados ao desmame (210 dias) com uma média de 274 kg.

Phocas (2004) num estudo de parâmetros genéticos em raças francesas de carne, apresenta valores para o peso ao desmame (ajustado aos 210 dias de vida), em média de 279.8, 258.3, 256.5 e 274.9 kg, e desenvolvimento muscular, em pontuação, em média de 65.8, 60.5, 62.4 e 62.7, para as raças Charolês, Limousine, Blonde d'Aquitaine e Maine-Anjou, respectivamente. Assim, comparando com as outras raças nesse estudo, a raça Charolesa é a que apresenta maior peso aos 210 dias e melhor desenvolvimento muscular, sendo esses valores também superiores aos obtidos neste trabalho.

Segundo Gama et al. (2004), um programa de melhoramento animal por seleção pressupõe que os valores genéticos dos animais são estimados com as influências ambientais controladas ou minimizadas. No entanto, é importante ter em conta esses fatores ambientais, já que são uma fonte de variação, assim para estimar os valores genéticos dos animais com precisão aceitável é importante levar em conta os efeitos ambientais adequados.

Atendendo aos efeitos ambientais, a combinação criador-ano e mês de nascimento, têm uma grande influência na alimentação dos animais, influenciando a qualidade e quantidade desses alimentos. Esta variação na disponibilidade dos alimentos pode afetar a produtividade das vacas e o crescimento dos vitelos, que necessitam de alimento suficiente para as suas necessidades de manutenção e produção. Estes efeitos ambientais são variáveis de acordo com as diferenças de manejo entre as diversas explorações, dependendo das características de cada uma e das variações climáticas, que variam de ano para ano e entre os meses e estações do ano. Segundo Phocas (2004) para os efeitos fixos da combinação criador-ano considera-se necessário uma modelagem precisa e um bom nível de conexão entre essas combinações, para obter estimativas não enviesadas das correlações entre efeitos diretos e maternos.

De acordo com os resultados do efeito do mês de nascimento, estes encontram-se em conformidade com a literatura, apresentando animais com superioridade de pesos e ganhos médios diários nascidos no Inverno e valores inferiores para animais nascidos no Verão. Este resultado indica que animais nascidos no Outono-Inverno beneficiam de ambiente mais favorável na Primavera, o que melhora o seu crescimento, como aliás também foi observado na raça Limousine em Portugal (Carolino, 1999).

Estudando o efeito do mês de nascimento na Suécia, Kalm (1978) observou em Charolês e Hereford de raça pura, cruzados Charolês e cruzados Hereford, que para o peso aos 200 dias de vida os vitelos nascidos no Inverno atingiram pesos mais altos

que os nascidos no Verão, com uma diferença, tanto para as raças puras como para os cruzados de cerca de 20 kg. Na Eslováquia, Hozáková (2019) observou que vitelos Charoleses nascidos no Inverno apresentavam os valores mais baixos para o peso aos 120 dias e os pesos mais altos para o peso aos 210 dias, sendo que os pesos mais altos aos 120 dias foram de vitelos nascidos na Primavera e para os 210 dias os pesos mais baixos foram de vitelos nascidos no Verão. Em Espanha, El-Saied (2006) observou para a raça Charolesa vitelos de peso ao desmame mais elevados nascidos entre Outubro e Dezembro.

O sexo dos animais considera-se uma importante fonte de variação para os pesos dos vitelos, e por norma, como referido em diversos outros estudos, os bovinos apresentam dimorfismo sexual, existindo uma superioridade dos machos em relação às fêmeas. No nosso estudo apenas no carácter “aptidão funcional” os machos têm inferioridade em relação às fêmeas. Nos restantes caracteres analisados, dos pesos, ganhos médios diários e desenvolvimentos os machos apresentam valores superiores às fêmeas. O mesmo acontece no caso da Limousine em Portugal, que apresentou pesos superiores de 11 kg e 24 kg, para os pesos aos 120 e 210 dias, respetivamente, ganhos superiores de 77 g/dia do nascimento aos 120 dias e 141 g/dia dos 120 aos 210 dias e pontuações mais elevadas para os machos no DM (+1.6) e DE (+0.15), mas classificações mais reduzidas para a AF (-1.2) (Carolino, 1999). Estes valores foram relativamente próximos aos obtidos no nosso estudo com a raça bovina Charolesa. Kalm (1978) também observou diferenças entre sexos no crescimento, a favor dos machos, que apresentaram no peso aos 200 dias uma superioridade de peso de machos sobre fêmeas de 15 e 20 kg, para as populações Hereford e Charolês, respetivamente. Hozáková (2019), também observou valores mais elevados para machos, relativamente às fêmeas atingindo uma superioridade de 26 kg para o peso aos 120 dias e 37 kg para o peso aos 210 dias, para a raça Charolesa, sendo estes valores mais elevados que os obtidos neste estudo. Esta superioridade de machos em relação às fêmeas também foi observada por Chud et al. (2014) para o peso ao desmame na raça Nelore, e por Wolfová et al. (2005), que encontraram pesos e ganhos médios diários superiores para os machos Charolês puro e Charolês cruzado com Holstein, tanto para o peso aos 120 dias como para o peso aos 210 dias de vida. El-Saied et al. (2006), também observaram na raça Charolesa em Espanha pesos e classificações morfológicas mais elevados para os machos, em comparação com as fêmeas. Doyle et al., (2018) também apresentam dimorfismo sexual para as raças Limousine e Charolês na Irlanda, relativamente à aptidão funcional, desenvolvimento muscular e desenvolvimento esquelético.

No nosso estudo pode verificar-se que vitelos filhos de vacas de idades intermédias (8 anos) possuem uma superioridade de pesos e ganhos médios diários, relativamente a vitelos filhos de vacas mais velhas (13 anos) ou mais novas (2 anos), sendo que os vitelos filhos de novilhas primíparas (2-3 anos) são os que apresentam valores mais baixos. Este resultado traduz a superioridade nas características maternas, nomeadamente na produção leiteira, em vacas de idade intermédia, com resultados mais modestos em novilhas e vacas de idade mais avançada. Na raça Limousine em Portugal, Carolino (1999) também observou valores mais baixos em vitelos filhos de vacas primíparas enquanto Kalm (1978), no seu estudo de populações Charolês e Hereford observou que vacas com 7 anos proporcionaram vitelos mais pesados aos 200 dias de vida.

O efeito genético materno, traduzido como um efeito ambiental para o vitelo, nomeadamente via ambiente uterino, produtividade leiteira e instinto maternal, etc., afetam o crescimento e desenvolvimento do vitelo, já que representam uma parte da sua alimentação e do seu meio ambiente, durante o início de vida (Chud et al., 2014).

Os parâmetros genéticos estimados no nosso trabalho para os pesos e ganhos médios diários estão bastante próximos do que normalmente se encontra na literatura, com uma heritabilidade de efeitos diretos superior à de efeitos maternos, e uma influência materna progressivamente mais reduzida à medida que o animal cresce. Por outro lado, é também comum que os efeitos diretos e maternos estejam negativamente correlacionados, como se encontrou no nosso caso.

Em França, Fouilloux et al. (1999) reportaram heritabilidades para o desenvolvimento muscular de 0.31 e 0.38 nas raças Limousine e Charolês, respetivamente, e para o desenvolvimento esquelético de aproximadamente 0.29 para ambas as raças. Bouquet et al. (2010), observou heritabilidades do desenvolvimento muscular, para as raças Blonde d'Aquitaine e Limousine de 0.31 e 0.35, um pouco mais elevadas do que as obtidas neste trabalho.

Em França, Bouquet et al. (2010) obteve estimativas da heritabilidade de efeitos diretos no peso aos 210 dias de 0.27 para a raça Blonde d'Aquitaine e de 0.35 para a raça Limousine. Chud (2014), obteve para a raça Nelore, no peso ao desmame, uma variância de efeitos genéticos diretos de 198.53, variância de efeitos genéticos maternos de 73.15, covariância entre efeitos genéticos diretos e maternos de -59.59, variância de efeito ambiental permanente de 77.76. Os parâmetros genéticos estimados foram de 0.37 para a heritabilidade de efeitos diretos, 0.14 para a heritabilidade de efeitos maternos e 0.14 para a contribuição do efeito ambiental permanente da vaca. Também

na raça Nelore, Kluska (2018) estimou para o peso aos 210 dias de vida uma heritabilidade de efeitos diretos de 0.22, heritabilidade de efeitos maternos de 0.09 e efeito ambiental permanente da vaca de 0.14.

Relativamente aos parâmetros genéticos observados no estudo de Phocas (2004), para as raças Charolês, Limousine, Blonde d'Aquitaine e Maine-Anjou, o peso ao desmame teve heritabilidade de efeitos diretos de 0.13, 0.29, 0.32 e 0.20, respetivamente, heritabilidades de efeitos maternos de 0.09, 0.12, 0.13 e 0.07, respetivamente e correlação entre os efeitos diretos e maternos de -0.41, -0.22, -0.22 e -0.09. Já o desenvolvimento muscular teve uma heritabilidade estimada de 0.16, 0.26, 0.28 e 0.22, respetivamente. Comparando os resultados de Phocas (2004) para a raça Charolesa e os resultados obtidos no nosso trabalho para essa raça, os parâmetros genéticos obtidos no nosso estudo foram superiores, tanto para o peso ao desmame como para o desenvolvimento muscular. No entanto, Phocas (2004) considerou os efeitos maternos para o desenvolvimento muscular, o que não aconteceu neste estudo.

Doyle et al., (2018) num estudo na Irlanda, obteve heritabilidades estimadas para cada um dos componentes parciais da classificação de AF, DM e DE, obtendo para a aptidão funcional heritabilidades entre 0.004-0.13 para a raça Angus, 0.06-0.12 para a raça Charolesa, 0.00-0.11 para a raça Hereford, 0.04-0.08 para a raça Limousine e 0.04-0.06 para a raça Simmental. Para o desenvolvimento muscular obteve heritabilidades parciais entre 0.13-0.22 (Angus), 0.18-0.30 (Charolês), 0.10-0.20 (Hereford), 0.17-0.25 (Limousine) e 0.18-0.24 (Simmental) e relativamente ao desenvolvimento esquelético apresentou heritabilidades parciais entre 0.06-0.19, 0.10-0.43, 0.00-0.30, 0.10-0.29, 0.14-0.34, para as raças Angus, Charolês, Hereford, Limousine e Simmental, respetivamente.

Comparando os resultados agora obtidos na raça Charolesa com os de um estudo realizado na raça Limousine em Portugal (Carolino, 1999), verifica-se que a variância genética para as classificações morfológicas é mais elevada na raça Charolesa. Por outro lado, as variâncias genéticas direta e materna para os pesos e ganhos médios diários apresentam valores superiores para a raça Limousine. Atendendo aos parâmetros genéticos relativamente às classificações morfológicas, a aptidão funcional e o desenvolvimento esquelético têm heritabilidades mais elevadas na raça Limousine, mas a heritabilidade do desenvolvimento muscular é inferior à obtida no Charolês. Para os pesos e ganhos médios diários, a heritabilidade de efeitos diretos, a heritabilidade de efeitos maternos e a correlação de ambos os efeitos foram superiores

na raça Limousine. No entanto, o efeito ambiental permanente da vaca nos pesos e ganhos médios diários é superior para o Charolês.

Herrera-Ojeda, et al., (2019) no seu estudo sobre a raça Charolesa no México, obteve, para o peso ao desmame, uma variância do efeito genético direto de 344.67, variância do efeito genético materno de 296.87, covariância entre os efeitos genéticos diretos e maternos de -109.86 e estimou heritabilidade direta de 0.29, heritabilidade materna de 0.23 e correlação genética entre efeitos diretos e maternos de -0.36. Comparando com o presente estudo estes valores são superiores aos obtidos para a raça Charolesa em Portugal, com a exceção da variância de efeitos diretos que é inferior.

El-Saied et al. (2006) observaram, para o peso ao desmame no Charolês em Espanha, uma heritabilidade direta de 0.36, heritabilidade materna de 0.32 e correlação entre os efeitos diretos e maternos de -0.67 e para o ganho médio diário pré-desmame uma heritabilidade direta de 0.22, heritabilidade materna de 0.18 e correlação entre os efeitos diretos e maternos de 0.06.

Relativamente à tendência genética para diferentes caracteres na raça Limousine em Portugal, Carolino (1999) encontrou uma evolução ligeiramente positiva nos efeitos maternos e negativa nos efeitos diretos para os caracteres de crescimento, indicando que a seleção efetuada terá sido mais intencionada para as capacidades maternas. No caso da raça Charolesa em Portugal, neste estudo obtivemos tendências genéticas positivas para as classificações morfológicas e para os pesos, que apresentaram uma evolução do mérito genético mais evidente nos efeitos genéticos diretos e mais acentuado para o peso aos 210 dias. Para os ganhos médios diários obteve-se uma melhoria reduzida dos efeitos genéticos maternos, chegando a haver redução desse efeito no GMD dos 120 aos 210 dias. Pelo contrário, a tendência dos efeitos genéticos diretos foi positiva, aumentando em todos os ganhos médios diários. Estes resultados indicam que, para o período de tempo estudado, houve na raça Charolesa em Portugal uma evolução positiva do mérito genético, especialmente para efeitos genéticos diretos, indicando uma seleção praticada mais virada para a capacidade de crescimento, ao contrário do que se observou para a raça Limousine. Chud et al. (2014), na raça Nelore no Brasil, observaram um progresso genético do peso ao desmame, com uma tendência genética positiva nos anos em estudo, melhorando a capacidade de crescimento.

Bouquet et al. (2010), observaram uma tendência genética positiva para o peso ao desmame (210 dias) e para a conformação, nas raças Blonde d'Aquitaine e Limousine, sendo superior para a Limousine.

Parra-Bracamonte et al. (2016), no México, analisou a tendência genética da raça Charolesa para o peso ao desmame, apresentando uma tendência positiva nas 4 diferentes explorações analisadas, com uma média de 436 g/ano. Griffon et al. (2017), em França, também observaram uma tendência genética positiva para o peso aos 210 dias de vida, para as raças Charolesa, Limousine e Blonde d'Aquitaine, entre outras raças Francesas. Em média, no período de 2000 a 2015, o peso aos 210 dias aumentou aproximadamente 30 kg nestas raças como resultado do melhoramento genético praticado, sendo que a evolução genética da raça Charolesa foi superior à da raça Blonde d'Aquitaine e inferior à da raça Limousine.

Fernandes et al. (2002), para a raça Charolesa no Brasil observaram para o peso ao desmame uma heritabilidade direta de 0.12, heritabilidade materna de 0.05 e correlação entre os efeitos diretos e maternos de -0.05. Esses parâmetros genéticos são inferiores aos observados neste trabalho. Fernandes et al. (2002) observou ainda uma tendência genética positiva para o carácter o ganho de peso do nascimento ao desmame. Neste trabalho, a tendência genética direta foi de 40,85 g/ano, representando 0.026% da média, referindo que essa tendência não foi significativa e indicando um progresso anual muito baixo, considerando assim, como estagnado, não progredindo nem regredindo. No entanto a tendência genética materna desse carácter diminuiu, em cerca de -10.34 g por ano, sendo significativa e estando a regredir. Isto não se observou no presente estudo da raça Charolesa, onde existiu uma melhoria da evolução genética de forma continuada.

6. Conclusões

Este estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos para diversas características produtivas, e avaliar a evolução genética da raça bovina Charolesa em Portugal nos últimos 23 anos, a partir de dados cedidos pela ACPRBC, que é a entidade responsável pela gestão do Livro Genealógico desta raça e pelo apoio ao programa de seleção. Esta base de dados apresenta uma dimensão considerável, tornando possível e desejável um sistema de avaliação genética periódico, para a raça Charolesa, em Portugal e com base em dados nacionais. Esta avaliação será benéfica para uma seleção do efetivo mais eficaz, selecionando os animais através do seu valor genético estimado.

A raça bovina Charolesa em Portugal normalmente é utilizada como raça paterna em cruzamento terminal o que torna benéfico a análise dos pesos e ganhos médios diários através de um modelo que integra efeitos diretos, efeitos maternos e toda a informação genealógica. Isto permite separar as influências genéticas do peso de um animal nas componentes genéticas de capacidade de crescimento e características maternas, tendo em conta os efeitos genéticos tidos como importantes.

Neste trabalho observou-se que a influência dos efeitos fixos do rebanho-ano, sexo, mês de nascimento e idade da vaca, se encontrava acordo com o encontrado na literatura.

Podemos concluir que todas as variáveis analisadas melhoraram geneticamente nos últimos 23 anos, com a exceção da capacidade maternal para o ganho médio diário dos 120 aos 210 dias, última fase do aleitamento. Contudo para as características morfológicas esta melhoria genética foi bastante moderada em particular na aptidão funcional, enquanto o desenvolvimento esquelético apresentou um progresso mais acentuado. Os efeitos genéticos diretos no peso aos 120 e 210 dias tiveram a resposta mais evidente, com uma melhoria genética, neste período analisado de 23 anos, de cerca de 2 kg no peso aos 120 dias e 3 kg no peso aos 210 dias. Os GMD tiveram uma evolução da mesma ordem de grandeza, confirmando que o progresso genético está sobretudo a ser feito na capacidade de crescimento e não tanto na capacidade maternal. Este progresso genético mais dirigido para a capacidade de crescimento pode dever-se a que esta raça é normalmente utilizada em Portugal como raça paterna em cruzamento terminal, havendo uma maior preocupação de seleção de touros reprodutores com capacidade de transmitir um valor genético superior para a capacidade de crescimento.

Os resultados deste estudo, apesar de não serem ótimos, consideram-se satisfatórios e animadores, e confirmam a possibilidade de progredir por seleção na raça bovina Charolesa. Contudo existem melhorias que podem ser aplicadas para obter um maior progresso genético por seleção, conseguido tanto pela utilização de modelos de análise mais elaborados como pela incorporação da informação de marcadores genéticos que possam potencializar os resultados obtidos.

Um aspecto que ficou claro na análise preliminar realizada neste trabalho foi a necessidade de usar critérios mais uniformes na classificação morfológica dos animais, de forma a evitar uma distribuição que parece estar a afastar-se da normalidade, havendo por isso necessidade de homogeneizar os critérios de avaliação.

7. Perspetivas futuras

De futuro, devem continuar a realizar-se periodicamente análises deste tipo, para garantir uma contínua evolução positiva desta raça. Devem ser utilizados critérios mais uniformes e efetuar um uso mais judicioso da informação da avaliação genética na seleção dos animais, assim como considerar a possibilidade de utilizar painéis de marcadores genéticos como informação complementar no processo de seleção.

Um dos objetivos iniciais deste estudo, era de analisar o mérito dos touros importados vs. nacionais em Portugal, o que não foi possível concretizar devido aos dados obtidos serem insuficientes para esta análise. No entanto seria interessante, de futuro, explorar esta perspetiva, em Portugal.

Referências Bibliográficas

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa (s.d.) – Caracterização da Raça. Disponível em: <http://www.charoles.com.pt/conteudo.php?idm=3&idioma=pt>

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa, Roquete C. Boletim 1997. Caracterização Produtiva da Raça Bovina Charolesa. 1997: 16-18.

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa, Pereira M. Boletim 2018. Feira Agrícola dos Açores 2017. 2018: 10.

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa, Camejo J. Boletim 2018. Inseminação Artificial em vacadas de carne. 2018: 36-38.

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa, Boletim informativo 2019.

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa. 2013. Regulamento do Livro Genealógico Português de Bovinos da Raça Charolesa. DGAV.

Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa. 2013. Regulamento Interno da Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos de Raça Charolesa.

Baptista, T. 2003. Genética. A raça Charolesa. Artigo técnico. Associação Portuguesa de Criadores de Bovinos da Raça Charolesa.

Bouquet A., Fouilloux M.-N., Renand G., Phocas F. 2010. Genetic parameters for growth, muscularity, feed efficiency and carcass traits of young beef bulls. *Livestock Science*. 129: 38–48.

Bouquet A., Venot E., Laloë D., Forabosco F., Fogh A., Pabiou T., Moore K., Eriksson J.-A., Renand G., Phocas F. 2011. Genetic structure of the European Charolais and Limousin cattle metapopulations using pedigree analyses. *Journal of Animal Science*. 89 (6):1719-1730.

Carolino, R. 1999. Estimativa de parâmetros genéticos, factores de correlação e avaliação genética para caracteres de crescimento e conformação em bovinos da Raça Limousine. Dissertação de Mestrado, Lisboa: Faculdade de Medicina Veterinária (FMV) – Universidade Técnica de Lisboa.

Chud T., Caetano S., Buzanskas M., Grossi D., Guidolin D., Nascimento G., Rosa J., Lôbo R., Munari D. 2014. Genetic analysis for gestation length, birth weight, weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livestock Science*. 170: 16-21.

Donoghue K.A., Bertrand J.K. 2004. Investigation of genotype by country interactions for growth traits for Charolais populations in Australia, Canada, New Zealand and USA. *Livestock Production Science*. 85 (2-3): 129–137.

Doyle J.L., Berry D.P., Walsh S.W., Veerkamp R.F., Evans R.D., Carthy T.R. 2018. Genetic covariance components within and among linear type traits differ among contrasting beef cattle breeds. *Journal of Animal Science*. 96 (5): 1628-1639.

El-Saied U.M., Fuente L.F., Rodríguez R., Primitivo F. 2006. Genetic parameter estimates for birth and weaning weights, pre-weaning daily weight gain and three type

traits for Charolais beef cattle in Spain. Spanish Journal of Agricultural Research. 4 (2): 146-155.

Fernandes H.D., Ferreira G.B.B., Ronato P.R.N. 2002. Tendências e Parâmetros Genéticos para Características Pré-desmama em Bovinos da Raça Charolês Criados no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia. 31 (1): 321-330.

Fouilloux M.-N., Renand G., Gaillard J., Ménissier F. 1999. Genetic parameters of beef traits of Limousin and Charolais progeny-tested AI sires. Genetics Selection Evolution. Inra/Elsivier. 31 (5): 465-489.

Gama L.T. 2002. Melhoramento Genético Animal. Escolar Editora, Lisboa.

Gama L.T., Matos C.P., Carolino N. 2004. Modelos Mistos em Melhoramento Animal. Direcção Geral de Veterinária.

Griffon L., Boulesteix P., Delpuech A., Govignon-Gion A., Guerrier J., Leudet O., Miller S., Saintilan R., Venot E., Tribout T. 2017. La sélection génétique des races bovines allaitantes en France: un dispositif et des outils innovants au service des filières viande, INRA Productions Animales. 30 (2): 107-124.

HERD BOOK CHAROLAIS (s.d.) – La Charolais. Disponível em: <https://charolaise.fr/#here>

Herrera-Ojeda J.B., Parra-Bracamonte G.M., Lopez-Villalobos N., Martínez-González J.C., Magaña-Monforte J.G., Morris S.T., López-Bustamante L.A. 2019. Genetic variances and covariances of live weight traits in Charolais cattle by multi-trait analysis, Journal of Applied Genetics. 60 (3-4): 385-391.

Hozáková K., Bujko J., Vavrisínová K., Zitný J. 2019. Evaluation of the Factors Affecting the Growth Intensity of Charolais Calves. Agriculture & Forestry. 65 (1): 223-232.

Kalm E., Pabst W., Lindhe B., Langholz H.-J. 1978. Estimation of Breeding Values of Beef Bulls – Hereford and Charolais – Based on Data from the Field Recording Scheme in Sweden, I. Environmental Effects on Birth Weight, 200-Day Weight and Yearling Weight. Livestock Production Science. 5 (4): 379-391.

Kluska S., Olivieri B., Bonamy M., Chiaia H., Feitosa F., Berton M., Peripolli E., Lemos M., Tonussi R., Lôbo R., et al. 2018. Estimates of genetic parameters for growth, reproductive, and carcass traits in Nelore cattle using the single step genomic BLUP procedure. Livestock Science. 216: 203-209.

Liénard G., Lherm M., Pizaine M., Maréchal J., Boussange B., Barlet D., Esteve P., Bouchy R. 2002. Productivité de trois races bovines françaises, Limousine, Charolaise et Salers. Bilan de 10 ans d'observations en exploitations. INRA Productions Animales. 15 (4), 293-312.

Masuda, Y. 2019. Introduction to BLUPF90 suite programs Standard Edition, Universidade de Georgia.

Ménissier F., Bouix J. 1992. L'amélioration génétique en France: le contexte et les acteurs, Les bovins et ovins producteurs de viande. INRA Productions Animales.

Misztal, I., et al. 2014. Manual for BLUPF90 family of programs. Universidade de Georgia, USA.

Nelson L.A., Beavers G.D., Stewart T.S. 1982. Beef x Beef and Dairy x Beef Females mated to Angus and Charolais Sires. II. Calf Growth, Weaning rate and Cow Productivity. Journal of Animal Science. 54 (6): 1138-1149.

Parra-Bracamonte G.M., Lopez-Villalobos N., Morris S.T., Sifuentes-Rincón A.M., Lopez-Bustamante L.A. 2016. Genetic trends for live weight traits reflect breeding strategies in registered Charolais Farms in Mexico. *Tropical Animal Health Production*, Springer Science. 48: 1729-1738.

Petit M., Agabriel J., D'Hour P., Garel J.P. 1994. Quelques caractéristiques des races bovines allaitantes de type rustique. *INRA Production Animales*. 7 (4): 235-243.

Phocas F., Laloë D. 2004. Genetic parameters for birth and weaning traits in French specialized beef cattle breeds. *Livestock Production Science*. 89 (2-3): 121–128.

Resende, M. e Perez, J. 1999. Melhoramento Animal: Predição de Valores Genéticos pelo Modelo Animal – BLUP em Bovinos de Leite, Bovinos de Corte, Ovinos e Suínos. *Archives of Veterinary Science*. 4(1):17-29.

Rezende M., Malhado C., Biffani S., Carneiro P., Carrillo J., Bozzi R. 2019. Genotype-environment interaction for age at first calving in Limousine and Charolais cattle raised in Italy, employing reaction norm model. *Livestock Science*. 232: 103912.

Vallée A., Arendonk J.A.M. Bovenhuis H. 2013. Genetic parameters for calving and conformation traits in Charolais × Montbéliard and Charolais × Holstein crossbred calves. *Journal of Animal Science*. 91 (12): 5582–5588.

Wolfová M., Wolf J., Zahrádková R., Pribyl J., Dano J., Krupa E., Kica J. 2005. Breeding objectives for beef cattle used in different production systems. 2. Model application to production systems with the Charolais breed. *Livestock Production Science*. 95 (3): 217–230.

Anexo

Tabela 8 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível dos caracteres da classificação morfológica, aptidão funcional (AF), desenvolvimento esquelético (DE) e desenvolvimento muscular (DM). As combinações perfazem os 415 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0					7	11	14	16													13					61	
3		21																									21
19									30	5	10	22	27	5													99
51		6																									6
85	26	27	29	28	32	33	27	28	29	22	26	23	26	25	27	7	22	18	28	46	48	55	64	64		760	
90		5																									5
93	14	4	42	36	26	35	51	30	32	45	45	52	65	44	34	32	36	36	59	59	55	39	48	22		941	
108	15	17	20	23	20	24	9	9	12	10	5																164
121	14	21	32	28	26	22	32	44	34	48	32	23	34	22	38	37	37	43	41	63	70	92	86	61		980	
126		17	42	40	36	15			4	45	36																235
132	10	16	10	11	15	15	20	9	5																		111
160				9																							9
161	18	41	39	41	36	42	35	30	47	39	47	19	14	12	6	23	16	21	19	24	19	18	14	6		626	
168	10	16	24	18	18	12	6																				104
176	16	25	19	4																							64
177					6	7	6					6	16	13	16	17											87
178							6	12	19	2	15	27	34	27	8	24	20	35	10								239
179					10	6	5																				21
180	23	11	22	14	25	22	10	16	14	15	7	14	18	10													221
194	7	6																									13
198	8	6	11	14	20	17	2																				78
201												5	8												7		20
202									5	32	49	42	36	45	50	31	52	57	44	45	52	47	37	28		652	
203		7	6																								13
206	6	14	5																								25
209		5	21	22	36	46	32	20	17	6	7	8	7	7	12	6	11	5	8	13	14	16	11	6		336	
213				13	8	29	28	28	34	31	38	54	39	68	73	66	70	69	60	61	72	76	72	83	17	1089	
215				18	13	15	26	10	19	18	21	21	21	42	24	32	31	38	37	42	58	43	48	37	11	625	
217				7	17	14	20	19	22	27	26	17	42	1	12												224
223								18	12	8																	38
228												12	14	19	6	5	13	5	9	11	9	12	15	14	5	149	
230							6	9		9	1																25
232								8	16	25	24	30	33	37	22	34	22	33	22	22	25	30	29	30	8	450	
233											8																8
234									8	19																	27
235								6	21	19	30	32															108
237										18	24	28	25	21	16	22	22	8	15	10							209
243										31	41	57	35	28	37	54	63	45	66	98	92	104	82			833	
253																			4	4							8
254																		7	7	6	10						30
256																7	17										24
269																	33										33
271																							5	4	5		14
276																		9	18	14	17	14	24	15	1	112	
279																			9	10	12	9	10	11			61
282																			13	10			7	4			34
289																								5			5
291																								5			5
293																								7			7
294																							8	16	18	6	48
E0001											5	5															10
F1198																	5	7									12
Total	167	265	322	326	335	368	331	311	358	444	457	463	544	444	396	358	448	470	462	521	586	556	601	498	48		

Tabela 9 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de pesos ajustados aos 120 dias de vida, perfazendo essas combinações 418 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0					6	11	14	15													3					49	
3		24																									24
19									30	34	11	22	27	15													139
51		6																									6
85	27	25	34	28	34	33	27	29	29	25	26	23	25	26	28	7	23	18	29	52	49	55	66	36	7	761	
90		5																									5
93	14	5	42	37	27	37	52	30	36	46	45	53	64	45	35	33	39	36	59	59	54	38	49	23		958	
108	9	19	19	23	20	24	9	9	12	11	6																161
121	14	24	32	29	27	22	34	44	34	49	33	25	36	23	39	38	40	46	42	64	73	92	90	48		998	
126		19	44	39	37	32	31	35	11	104	37																389
132	10	18	11	12	19	15	19	16	9																		129
160				5																							5
161	19	43	41	43	39	45	38	30	47	45	48	21	14	14	6	24	17	22	21	24	19	19	13	3		655	
168	10	18	28	21	21	16	7																				121
176	16	25	19	5																							65
177					7	7	8					7	16	15	16	18											94
178						6	12	21	5	16	27	35	30	9	24			20	35	10						250	
179					10	7	5																				22
180	24	12	25	14	25	22	10	16	16	15	7	15	18	11													230
194	7	9																									16
198	7	6	10	12	20	17	15																				87
201												5	8												7		20
202									5	34	52	43	37	46	51	33	54	57	44	45	54	58	46	29		688	
203		8	5																								13
206	7	8	14																								29
209		5	27	38	41	52	34	23	17	6	11	8	7	7	13	6	12	5	8	13	14	16	11	9		383	
213				13	8	30	28	28	34	31	39	54	40	71	79	71	73	71	60	64	76	82	75	86	30	1143	
215				18	13	12	26	10	19	21	22	21	21	47	31	38	40	46	39	44	52	43	50	46	12	671	
217				8	17	14	20	20	22	28	26	17	41	21	20	9											263
223								18	12	13																	43
228												13	17	20	10	8	19	18	12	11	10	12	15	4	5	174	
230						6	9	8	9	12																	44
232							8	16	26	24	31	33	41	30	39	35	42	23	23	29	32	29	34	9		504	
233											9																9
234									3	19																	22
235									6	19	19	29	33														106
237										18	25	30	26	15	17	22	23	8	16	14							214
243										31	44	58	35	23	36	54	64	46	67	100	93	107	84			842	
253																			5	5							10
254																		7	7	6	10						30
256															7												7
269																	33	20									53
271																											15
276																		9	17	16	17	16	26	15	6	122	
279																			9	10	14	7	10	8		58	
282																			14	14				7	5	40	
289																									5	5	
291																									5	5	
293																											7
294																						9	16	19	6	50	
E0001										5	5																10
F1198																	5	7									12
Total	164	279	351	337	337	399	384	359	378	556	486	477	552	498	426	393	490	511	473	543	593	574	629	467	75		

Tabela 10 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de pesos ajustados aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 415 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0					7	11	14	16													13					61	
3		22																									22
19									30	34	11	22	27	12													136
51		6																									6
85	27	25	31	28	34	33	26	28	29	24	26	22	26	25	28	7	22	18	29	51	49	55	64	68		775	
90		5																									5
93	14	4	44	37	28	37	49	30	35	46	45	53	65	45	34	38	38	36	59	58	55	39	48	12		949	
108	15	17	20	23	20	24	9	9	12	11	5																165
121	14	22	32	28	25	22	34	42	34	48	33	23	35	22	39	39	39	46	41	63	70	93	79	46		969	
126		18	43	41	37	15	31	24	11	104	34																358
132	10	16	10	11	16	15	18	13	9																		118
160				8																							8
161	19	36	41	39	38	45	35	28	47	45	48	20	14	14	6	23	16	21	21	24	19	5	14	6		624	
168	10	17	24	18	19	14	7																				109
176	16	25	19	3																							63
177					6	7	7				6	16	14	16	18												90
178					6	12	20	4	14	27	34	28	9	24	20	35	10										243
179					10	6	5																				21
180	23	12	23	13	25	22	10	16	16	15	7	14	18	10													224
194	7	9																									16
198	8	6	1	14	20	17	3																				69
201											5	8													7		20
202									5	34	51	42	36	45	51	31	53	57	44	45	52	44	39	29		658	
203		8	5																								13
206	6	15	6																								27
209		4	23	22	37	51	33	20	17	6	11	8	7	7	12	6	11	5	8	13	14	16	11	8		350	
213				13	8	29	28	28	34	31	39	54	40	69	76	68	71	71	60	63	74	80	71	80		1087	
215				18	12	15	26	10	19	19	22	21	21	43	26	35	36	41	36	43	58	44	49	45	2	641	
217				8	17	14	20	19	22	26	26	17	42	13	12												236
223								19	12	10																	41
228												12	14	19	7	5	14	8	11	11	9	12	14	14		150	
230						6	9	8	9	12																	44
232							8	16	26	24	30	33	38	26	36	26	38	22	23	27	31	30	32	2		468	
233											5																5
234									8	18																	26
235								6	21	19	30	32															108
237										18	25	28	25	21	16	22	22	8	14	11							210
243										31	43	54	35	28	40	52	63	46	66	98	93	102	77			828	
253																			4	5							9
254																		7	7	6	10						30
256																7											7
269																33	17										50
271																						4	5	6			15
276																		9	18	16	17	13	25	12	6	116	
279																			9	10	14	10	10	11			64
282																			12	14			7	5			38
289																								5			5
291																							5				5
293																							7				7
294																						9	16	17	1		43
E0001											5	5															10
F1198																	5	7									12
Total	169	267	322	324	343	380	362	337	382	547	476	466	543	470	410	378	462	486	466	534	595	548	596	480	11		

Tabela 11 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 0 aos 120 dias de vida, perfazendo essas combinações 306 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0						4	4	2																		10	
3																											0
19									30	33	11	22	25	15													136
51		6																									6
85	7	24	34	27	33	33	26	27	28	25	24	22	25	24	27	3	21	17	28	50	46	31	60	30		672	
90		4																									4
93									23	45	44	53	61	44	35	30	37	36	58	59	53	38	24	5		645	
108		19	15	21	19	18																					92
121	12	21	32	26	24	21	32	40	29	49	31	24	34	22	39	38	39	44	36	59	68	76	2			798	
126		18	42	39	34	25	30	31	11	103	37																370
132						1																					1
160				5																							5
161	19	43	40	43	38	44	38	30	45	45	48	16	11	13	5	24	17	22	21	22	18	19				621	
168	10	17	27	20	21	12																					107
176																											0
177						6	6	8				2	9	14	15	17											77
178								6	12	20	5	16	24	35	30	9	23	19	34	10							243
179							1																				1
180						1	1	7																			9
194	7	9																									16
198	7	6	7	11	20	15	14																				80
201												4	7														11
202									7	51	43	37	43	50	32	51	57	43	44	52	51	34	24			619	
203		7	5																								12
206		1																									1
209							24	23	17	6	11	8	5	7	13	6	12	5	8	13	13	15	11	8		205	
213				12	8	30	28	27	34	31	36	54	37	70	78	70	71	70	59	64	76	81	48	80	29	1064	
215					3	12	26	10	19	20	22	21	20	47	31	38	39	46	39	43	58	40	42	41	11	617	
217					2				6			1	22	21	20												72
223																											0
228												12	13	19	10			2					2				58
230							1	5																			6
232								7	16	26	24	31	32	41	29	39	35	41	23	22	29	31	23	31	9	480	
233											9																9
234									2	19																	21
235									6	19	18	25	32														100
237										18	24	24	25	14	17	20	23	8	16	5							194
243																								3	2		5
253																											0
254																		7	7	4	3						21
256																7											7
269																	33	19									52
271																											0
276																			8	17	14	13	15	22	13		102
279																											0
282																				14	14						28
289																											0
291																											0
293																											0
294																											0
E0001											1																1
F1198																	4	7									11
Total	62	175	202	204	202	222	231	223	278	448	390	378	418	440	396	330	402	423	395	434	434	397	271	234	49		

Tabela 12 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 0 aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 342 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0					1	4	4	2													3					14	
3																											0
19									30	33	11	22	25	12													133
51		6																									6
85	7	24	31	27	33	33	25	26	28	24	24	21	26	23	27	3	21	17	29	51	49	53	63	34		699	
90		4																									4
93									22	45	44	53	61	44	34	30	36	36	58	58	54	37	21	17		650	
108		17	15	21	19	18																					90
121	12	19	32	25	22	21	32	38	29	48	31	22	33	21	39	38	39	44	39	58	69	90	69	20		890	
126		18	41	41	34	8	30	20	11	103	34																340
132					1																						1
160				8																							8
161	19	36	40	39	37	44	35	28	45	45	48	15	11	13	5	23	16	21	21	24	19	5	9			598	
168	10	16	23	17	19	11																					96
176																											0
177					5	6	7					2	9	13	15	17											74
178							6	12	19	4	14	24	34	28	9	23	19	34	10								236
179						1																					1
180					1	1	7																				9
194	7	9																									16
198	8	6	1	13	20	15	3																				66
201												4	7												7		18
202									7	50	42	36	42	50	30	50	57	43	45	52	41	36	26			607	
203		7	5																								12
206																											0
209						24	20	17	6	11	8	5	7	12	6	11	5	8	13	13	14	11	8			199	
213				12	8	29	28	27	34	31	36	54	37	68	75	67	69	70	59	63	74	79	50	84	29	1083	
215					3	15	26	10	19	18	22	21	20	43	26	35	35	41	36	42	58	43	43	45	10	611	
217					2				6			1	23	13	12												57
223																											0
228												11	11	18	7		2	5	2	7	8	8	14	4	5	102	
230						1	5																				6
232							7	16	26	24	30	32	38	25	36	26	38	22	22	27	29	25	32	8		463	
233											5																5
234									7	18																	25
235									6	21	18	25	31														101
237										18	24	23	24	20	16	21	22	8	14	11							201
243																	2	6	26	26	96	92	84	81			413
253																				4							4
254																		7	7	6	10						30
256															7												7
269																	33	16									49
271																						1	5	6			12
276																		8	17	15	17	13	24	15	6		115
279																			10	14	7	10	8			49	
282																			12	14			7	5			38
289																								5			5
291																							5				5
293																							6				6
294																						9	12	14	6		41
E0001											1																1
F1198																	4	7									11
Total	63	162	188	203	198	205	216	203	282	444	381	369	414	413	375	317	388	419	421	478	578	521	494	411	64		

Tabela 13 - Número de observações, referente ao efeito da combinação criador-ano, para cada nível de ganhos médios diários dos 120 aos 210 dias de vida, perfazendo essas combinações 414 níveis.

Criador/Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total	
0					6	11	14	15													3					49	
3		22																									22
19									30	33	11	22	27	12													135
51		6																									6
85	27	23	31	27	33	33	26	28	28	24	26	21	25	25	28	7	22	17	29	51	49	53	63	34		730	
90		5																									5
93	14	4	40	35	27	37	49	30	35	46	44	53	62	44	34	32	37	36	58	58	54	37	21	17		904	
108	9	17	19	23	20	24	9	9	12	11	5																158
121	14	21	32	28	25	22	34	41	34	48	33	22	35	22	38	38	39	45	40	62	69	90	69	20		921	
126		18	42	39	37	14	31	23	11	103	34																352
132	10	16	10	10	16	15	17	13	9																		116
160				4																							4
161	19	36	40	39	37	44	35	28	46	45	48	19	14	13	6	23	16	21	21	24	19	5	9			607	
168	10	17	24	18	19	14	7																				109
176	16	25	19	3																							63
177					6	6	7					5	16	14	16	18											88
178						6	12	19	4	14	27	34	28	9	24	19	34	10									240
179					10	6	5																				21
180	23	12	22	13	25	22	10	16	16	15	7	14	18	10													223
194	7	9																									16
198	7	6		12	20	17	3																				65
201												5	7												7		19
202									5	34	51	42	36	44	50	30	51	57	43	45	52	41	36	26		643	
203		8	4																								12
206	6	7	6																								19
209		4	23	22	36	50	33	20	17	6	11	8	7	7	12	6	11	5	8	13	13	14	11	8		345	
213				13	8	29	28	27	34	31	38	54	39	69	75	67	69	70	59	63	74	79	50	84	29	1089	
215				18	12	12	26	10	19	18	22	21	21	43	26	35	35	41	36	42	58	43	43	45	10	636	
217				7	17	14	19	19	22	26	26	17	41	12	12												232
223								18	12	9																	39
228												12	14	19	7	5	14	7	11	11	8	8	14	4	5	139	
230						6	9	8	9	12											8	8	14	4	5	44	
232						8	16	26	24	30	32	38	25	36	26	38	22	22	27	29	25	32	8			464	
233										5																	5
234									2	18																	20
235									6	19	18	29	31														103
237										18	25	28	25	14	16	22	22	8	14	11						203	
243										31	43	54	35	23	36	52	63	46	65	96	92	84	81			801	
253																			4	4							8
254																		7	7	6	10					30	
256																7											7
269																	33	17									50
271																						1	5	6			12
276																		9	17	16	17	13	24	15	6	117	
279																			9	10	14	7	10	8		58	
282																			12	14			7	5		38	
289																								5			5
291																								5			5
293																								6			6
294																						9	12	14	6	41	
E0001											5	5															10
F1198																	4	7									11
Total	162	256	312	311	338	374	359	332	374	540	473	461	534	466	394	365	455	481	460	530	578	521	494	411	64		