

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ANÁLISE MULTIFATORIAL E PREDITORES PARA CARACTERÍSTICAS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE MATRIZES SUÍNAS EM GRANJA
MULTIPLICADORA**

Guilherme Brunno de Medeiros Leal
Orientadora: Dra. Adriana Santana do Carmo

GOIÂNIA

2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESE E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

☐ Dissertação ☒ Tese

2. Nome completo do autor

GUILHERME BRUNNO DE MEDEIROS LEAL

3. Título do trabalho

Análise multifatorial e preditores para características de importância econômica de matrizes suínas em granja multiplicadora

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM ☐ NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

- a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);
- b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Santana Do Carmo, Professora do Magistério Superior**, em 08/10/2021, às 07:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **GUILHERME BRUNNO DE MEDEIROS LEAL, Discente**, em 08/10/2021, às 07:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2403233** e o código CRC **D438D7C4**.

Referência: Processo nº 23070.048858/2021-60

SEI nº 2403233

GUILHERME BRUNNO DE MEDEIROS LEAL

**ANALISE MULTIFATORIAL E PREDITORES PARA CARACTERÍSTICAS DE
IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE MATRIZES SUÍNAS EM GRANJA
MULTIPLICADORA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Zootecnia junto ao Departamento de Zootecnia
da Escola de Veterinária e Zootecnia da
Universidade Federal de Goiás.

Área de Concentração:

Produção Animal

Orientadora:

Profa. Dra. Adriana Santana do Carmo

Comitê de Orientação:

Prof Dr. Marcos Barcellos Café - DZO/UFG

Prof Dr. Robson Carlos Antunes - FAMEV/UFU

GOIÂNIA

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Leal, Guilherme Brunno de Medeiros
ANÁLISE MULTIFATORIAL E PREDITORES PARA
CARACTERÍSTICAS DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DE MATRIZES
SUÍNAS EM GRANJA MULTIPLICADORA [manuscrito] / Guilherme
Brunno de Medeiros Leal. - 2021.
82 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Adriana Santana do Carmo; co-orientador
Dr. Marcos Barcellos Café; co-orientador Dr. Robson Carlos Antunes.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de
Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, Goiânia, 2021.

Anexos.

Inclui siglas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista
de tabelas.

1. análise multivariada. 2. longevidade da porca. 3. granja
multiplicadora. I. Carmo, Adriana Santana do, orient. II. Título.

CDU 635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
ATA DE DEFESA DE TESE

Ata nº 52 da sessão de Defesa de Tese de **GUILHERME BRUNNO DE MEDEIROS LEAL** que confere o título de Doutor em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na área de concentração em Produção Animal.

Aos trinta dias do mês de setembro de dois mil e vinte e um - (30/09/2021) a partir das 13h30min, pela sala virtual Google Meet - meet.google.com/utu-ndzo-svh, realizou-se a sessão pública de Defesa de Tese intitulada “**Identificação de fatores que afetam características de importância econômica de matrizes suínas**”. Os trabalhos foram instalados pela Orientadora **Adriana Santana do Carmo** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: **Verónica González Cadavid** - DPA - **Universidad Nacional de Colombia**, membro titular externo; **Arthur dos Santos Mascioli** - EVZ/UFG, membro titular externo; **Carla Daniela Suguimoto Leite** - Pós-Doc EVZ/UFG, membro titular interno e **Alessandra Gimenez Mascarenhas** - EVZ/UFG, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca fizeram sugestão de alteração do título do trabalho conforme explicitado abaixo. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Tese tendo sido o candidato **Aprovado** pelos seus membros. Proclamados os resultados pela Orientadora e Presidente da Banca Examinadora **Adriana Santana do Carmo**, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Análise multifatorial e preditores para características de importância econômica de matrizes suínas em granja multiplicadora



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Santana Do Carmo, Professora do Magistério Superior**, em 30/09/2021, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alessandra Gimenez Mascarenhas, Professora do Magistério Superior**, em 30/09/2021, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Arthur Dos Santos Mascioli, Professor do Magistério Superior**, em 30/09/2021, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla Daniela Suguimoto Leite, Usuário Externo**, em 30/09/2021, às 17:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Heloisa Helena De Carvalho Mello, Coordenadora de Pós-Graduação**, em 30/09/2021, às 18:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Verónica González Cadavid, Usuário Externo**, em 30/09/2021, às 19:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2351146** e o código CRC **EA27C5EE**.

*A Deus, criador de todas as coisas, dedico.
À minha mãe, que sonha os meus sonhos, e neles se realiza.
Obrigado pelo amor incondicional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para poder superar todos os obstáculos e dificuldades impostas, para enfim concluir mais esse sonho.

À minha mãe Marilene Rodrigues de Medeiros por todo amor, dedicação, educação, e pelo apoio incondicional às minhas escolhas. Os meus sonhos são os seus, e, por isso, realizo-os com felicidade.

Ao meu irmão Heitor Medeiros pelo carinho e amor.

À professora e orientadora Dra. Adriana Santana do Carmo pela paciência, apoio, profissionalismo e dedicação na confecção deste trabalho. Obrigado por me acolher quando mais precisei, jamais esquecerei.

Às professoras Dra. Eliane Sayuri Miyagi e Nadja Mogyca Leandro pelos conselhos e amizade durante todo período de pós-graduação. Levarei vocês sempre em pensamento e no coração.

Ao professor Dr. Marcos Barcellos Café pelo acolhimento e suporte durante todos altos e baixos. O senhor é um exemplo de doação e contribuição ao ensino superior público e as ciências agrárias desse país.

Ao professor Dr. Rodrigo Zaiden Taveira por incentivar a busca por conhecimento desde a graduação. Sempre contribuindo para minha evolução profissional e pessoal. Obrigado pela amizade que só fortalece.

Aos amigos que fiz na Universidade Federal de Goiás, enquanto acadêmico e professor substituto, em especial Carolina Berteli, Marcus Vinicius Garcia de Oliveira, Nivaldo Karvatte Júnior, Helder Freitas de Oliveira, Marta Moi, Sydney Gonçalves Lopes e Helimar Heringer (*in memoriam*). Obrigado pelos momentos de troca, boas risadas e diversão.

Aos meus grandes amigos Cadmiel Fagundes, Eduardo Sousa, Rodrigo Dueti, Josyane Ramos, Colemar Júnior, Kelsiony Viana, Mônica Zorzo e Diogo Teixeira que torcem e comemoram a cada sonho alcançado.

Ao meu companheiro e amigo Jonas Santana por toda compreensão, paciência e ajuda na confecção e conclusão deste trabalho.

À Associação Goiana de Suinocultores, em especial à Crenilda Neves, que sempre esteve à disposição em ajudar e tornar viável a realização deste trabalho. Com sua personalidade ímpar, você emana luz por onde passa. Obrigado pela parceria e amizade.

À Granja Nossa Senhora Aparecida pelos dados cedidos, em especial ao Med. Vet. José Vanderlei Burim Galdeano por intermediar todo contato, sem sua ajuda não seria possível concluir com êxito este trabalho.

À Universidade Federal de Goiás e a Escola de Veterinária e Zootecnia, e toda a sua equipe pela oportunidade da realização do doutorado.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia que não mediram esforços para transmissão de conhecimento e incentivo à pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

À tod@s aquel@s que contribuíram de alguma forma para conclusão desta tese, meus sinceros agradecimentos!!!

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca
se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”*

Leonardo da Vinci

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE TABELAS.....	xv
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xvi
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	19
1 INTRODUÇÃO.....	19
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1 Panorama da Suinocultura no Mundo e no Brasil.....	21
2.2 Melhoramento Genético de Suínos no Brasil.....	22
2.3 Características com Importância Econômica nas Granjas Multiplicadoras.....	25
2.4 Ferramentas Multivariadas Para Identificação de Características de Importância Econômica.....	28
2.4.1 Análise fatorial.....	29
2.4.2 Análise de regressão múltipla.....	32
2.4.3 Análise de regressão logística.....	33
2.5 Habilidade de Permanência ou <i>Stayability</i>	34
4 REFERÊNCIAS.....	35
CAPÍTULO 2 – MODELOS PARA PREDIÇÃO DE LONGEVIDADE DA FÊMEA E DESEMPENHO DA LEITEGADA.....	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
1 INTRODUÇÃO.....	44
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	44
2.1 Instalações e Animais.....	44
2.2 Obtenção dos Dados Fenotípicos.....	45
2.3 Análises Estatísticas.....	46
2.3.1 Análise descritiva e de consistência dos dados.....	46
2.3.2 Análise de fatores.....	47
2.3.3 Regressão linear múltipla.....	48
2.3.4 Definição de categorias produtivas das fêmeas estudadas.....	49
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4 CONCLUSÃO.....	59
5 REFERÊNCIAS.....	60
CAPÍTULO 3 – IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES DE LONGEVIDADE PRODUTIVA DE MATRIZES SUÍNAS PERTENCENTES A UMA GRANJA MULTIPLICADORA.....	64
RESUMO.....	64
ABSTRACT.....	64
1 INTRODUÇÃO.....	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	66
2.1 Instalações e Animais.....	66
2.2 Obtenção dos Dados Fenotípicos.....	66
2.3 Habilidade de Permanência (<i>stayability</i>) e Medidas de Avaliação da Longevidade Produtiva.....	67
2.4 Análises Estatísticas.....	68
2.4.1 Identificação de preditores para a longevidade produtiva de fêmeas suínas.....	68

2.4.2	Análise de sobrevivência.....	69
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	69
4	CONCLUSÃO.....	76
5	REFERÊNCIAS.....	76
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		80
	ANEXO A.....	81
	ANEXO B.....	82

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- FIGURA 1 – Pirâmide organizacional dos sistemas de produção de suínos..... 24
- FIGURA 2 – Representação de uma matriz de correlações que apresenta dois subconjuntos de variáveis mais representativas em um fator hipotético.. 30

CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 – Vista aérea da Granja Nossa Senhora Aparecida (Sítio 1 e Sítio 2), situada no município de Rio Verde - GO..... 45
- FIGURA 2 – Diagrama de declividade (*screeplot*) dos autovalores dos fatores considerados..... 53

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

TABELA 1 –	Herdabilidades das características de importância econômica na produção de suínos.....	26
------------	--	----

CAPÍTULO 2

TABELA 1 –	Variáveis e descrição das variáveis fenotípicas do estudo.....	46
TABELA 2 –	Análise descritiva do conjunto de dados.....	50
TABELA 3 –	Coefficientes de correlação de Pearson (acima da diagonal) e valor de significância (abaixo da diagonal) entre as características estudadas...	51
TABELA 4 –	Autovalores, proporção da variância explicada e proporção da variância acumulada dos 14 fatores identificados no estudo.....	52
TABELA 5 –	Cargas fatoriais das características avaliadas em 14 fatores.....	54
TABELA 6	Variáveis que compõem os quatro primeiros fatores com as respectivas cargas fatoriais.....	55
TABELA 7 –	Modelos de regressão selecionados pelo método <i>stepwise</i> para as variáveis respostas NLD e PTD21, valor de R^2 ajustado, R^2 ajustado e RSME nas populações treinamento e validação.....	57
TABELA 8 –	Porcentagem de animais que permanecem, aumentam ou diminuíram pelo menos uma categoria de PTD21 de sua classe de NLNV.....	59

CAPÍTULO 3

TABELA 1 –	Variáveis e descrição das variáveis fenotípicas do estudo.....	67
TABELA 2 –	Número de matrizes suínas do rebanho avaliado, classificadas em longevas e não longevas nos critérios de <i>stayability</i> estudados.....	68
TABELA 3 –	Média, desvio padrão, mediana e análise de variância das características produtivas das matrizes categorizadas como longevas (1) ou não longevas (0), de acordo com o critério STAY1.....	70
TABELA 4 –	Média, desvio padrão, mediana e análise de variância das características produtivas das matrizes categorizadas como sucesso ou fracasso, de acordo com o critério STAY2.....	71
TABELA 5 –	Modelo de regressão logística (coeficientes e valor de significância) de <i>stayability</i> 1 e <i>stayability</i> 2.....	73
TABELA 6 –	Regressão logística das características de Número de leitões nascidos vivos (NLNV) e Número de leitões desmamados (NLD) como preditor para STAY1 e STAY2.....	75
TABELA 7 –	Análise de sobrevivência do descarte pelo critério de STAY1 e STAY2 de acordo com a ordem de parto.....	76

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

°C	– Graus Celsius
%	– Porcentagem
ABCS	– Associação Brasileira de Criadores de Suínos
ABPA	– Associação Brasileira de Proteína Animal
AF	– Análise fatorial
AFC	– Análise fatorial confirmatória
AFE	– Análise fatorial exploratória
BTS	– Teste de esfericidade de Bartlett
CIA	– Central de inseminação artificial
cm	– Centímetro
DNP	– Dias não produtivos
ETRS	– Estações de Testes de Reprodutores Suínos
GPD	– Ganho de peso diário dos leitões (kg)
h	– Horas
hab	– Habitante
IDC	– Intervalo desmame-cobertura
IP	– Intervalo entre partos
IPC	– Idade à primeira cobertura
kg	– Quilograma
KMO	– <i>Kaiser-Meyer-Olkin</i>
LM	– Linhagem materna
m	– Metro
m ²	– Metro quadrado
mm	– Milímetro
NLBV	– Número de leitões nascidos com baixa viabilidade (>700 gramas)
NLD	– Número de leitões desmamados
NLMN	– Número de leitões morto ao nascer
NLMO	– Número de leitões mortos do nascimento a desmama
NLMUM	– Número de leitões mumificados
NLNAT	– Número de leitões natimortos
NLNV	– Número de leitões nascidos vivos
OP	– Ordem de parto
PD21	– Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)
PG	– Período de gestação
PL	– Quantidade de dias em lactação (dias)
PMN	– Peso médio dos leitões ao nascer (kg)
PTD21	– Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)
QME	– Quadrado médio do erro
STAY	– <i>Stayability</i> ou habilidade de permanência
TG	– Teste de granja
t	– Toneladas
TP	– Teste de progênie
US\$	– Dólar
VIF	– Fator de inflação da variância

RESUMO

O presente trabalho objetivou investigar a relação entre as características produtivas e identificar os fatores que afetam o número de leitões desmamados (NLD) por matriz/ano, a produtividade acumulada em quilograma (kg) de leitão desmamado (LD) por matriz/ano e a longevidade produtiva de matrizes suínas com o intuito de subsidiar o processo de seleção de uma granja multiplicadora. No capítulo 2 foram realizadas análises de fatores, com o intuito de compreender a relação entre as características e de regressão linear múltipla para identificar as principais variáveis preditoras para as variáveis NLD por matriz/ano e produtividade acumulada em kg de LD por matriz/ano. No capítulo 3 as fêmeas foram avaliadas quanto à sua longevidade, em função de dois critérios distintos de *stayability*, STAY1 e STAY2, que consideram respectivamente como longevas as fêmeas que apresentaram número de leitões nascidos vivos (NLNV) e quilograma de leitões desmamados até o quarto parto acima da média do rebanho. Identificou-se pelos principais fatores latentes, que 55% variância entre matrizes da granja são explicadas pelas características de habilidade materna, viabilidade dos leitões, fertilidade e mortalidade perinatal. Os melhores modelos de regressão para predição explicaram aproximadamente 66% da variação tanto para a características NLD, como para o peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (PTD21), evidenciando as características número de leitões natimortos (NLNAT), número de leitões mortos ao nascer (NLMN), peso médio dos leitões ao nascer (PMN) e número de leitões desmamados (NLD) com fatores explicativos em comum. Não foi possível obter um bom modelo preditivo para a característica peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (PD21) no presente estudo. A análise de fêmeas por categorias de NLNV e PD21 indicou que matrizes que apresentam NLNV abaixo da média do rebanho, não tem potencial para exibir uma adequada produção acumulada sob as condições avaliadas da granja. Os melhores modelos preditivos para a longevidade das fêmeas pelos critérios STAY1 incluem idade a primeira cobertura (IPC) e NLNV e para STAY2 incluiu apenas IPC. O modelo de predição proposto para de STAY1 foi mais eficiente (78%) do que para STAY2 (55%). A seleção para STAY1 pode ser realizada com o NLNV do primeiro parto, enquanto a de STAY2 deve ser preferencialmente realizada mais tardiamente, pelo NLD acumulado das três primeiras parições. A análise de sobrevivência demonstrou que pelo STAY1, as fêmeas seriam descartadas mais tardiamente (8º parto), quando comparado com STAY2 (6º parto).

Palavras-chave: análise multivariada, longevidade da porca, granja multiplicadora.

ABSTRACT

The present work aimed to investigate the relationship between the productive characteristics and to identify the factors that affect the number of weaned piglets (NLD) per sow/year, the accumulated productivity in kilograms (kg) of weaned piglets (LD) per sow/year and the productive longevity of swine breeders in order to support the selection process of a breeding farm. In chapter 2, factor analyzes were performed in order to understand the relationship between the characteristics and multiple linear regression to identify the main predictor variables for the variables NLD per matrix/year and accumulated productivity in kg of LD per matrix/year. In chapter 3, the females were evaluated as to their longevity, according to two distinct stayability criteria, STAY1 and STAY2, which consider as longevity, respectively, the females that presented the number of live born piglets (NLNV) and kilogram of piglets weaned to the fourth parturition above the herd average. It was identified by the main latent factors that 55% variance between breeders on the farm is explained by the characteristics of maternal ability, piglet viability, fertility and perinatal mortality. The best regression models for prediction explained approximately 66% of the variation both for the NLD traits and for the total weight of weaned piglets adjusted for 21 days (PTD21), evidencing the characteristics number of stillborn piglets (NLNAT), number of dead piglets at birth (NLMN), mean piglet birth weight (PMN) and number of piglets weaned (NLD) with common explanatory factors. It was not possible to obtain a good predictive model for the characteristic mean weight of weaned piglets adjusted to 21 days (PD21) in the present study. The analysis of females by NLNV and PD21 categories indicated that sows that present NLNV below the herd average do not have the potential to exhibit an adequate accumulated production under the evaluated conditions of the farm. The best predictive models for female longevity by STAY1 criteria include age at first mating (IPC) and NLNV and for STAY2 it included only IPC. The prediction model proposed for STAY1 was more efficient (78%) than for STAY2 (55%). Selection for STAY1 can be performed with the NLNV of the first calving, while for STAY2 should preferably be performed later, by the accumulated NLD of the first three calvings. Survival analysis showed that by STAY1, females would be discarded later (8th parturition), when compared to STAY2 (6th parturition).

Keywords: multivariate analysis, sow longevity, breeding farm.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 INTRODUÇÃO

A produção de suínos é uma das atividades agropecuárias mais difundida em todo o mundo¹. Segundo informações da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA)², no ano de 2020, a China liderou o ranking dos países que mais produzem carne suína (38.000 t), seguida pela União Europeia (24.000 t), Estados Unidos (12.841 t) e, em quarto lugar, o Brasil com aproximadamente 4.436 t.

Em geral, a suinocultura moderna exige esforços multidisciplinares, da nutrição, produção, sanidade, reprodução e do melhoramento genético, de modo que essas diferentes áreas contribuam para que a atividade alcance bons índices zootécnicos e resultados econômicos satisfatórios. Com a complexidade de todos os processos que envolvem o sistema de produção, faz-se necessário a busca constante por novas tecnologias e técnicas de manejo que possibilitem que o setor cumpra as exigências que o mercado impõe, sendo estas, mais complexas a cada dia³.

No Brasil, a produção de suínos é considerada uma das áreas mais promissoras e desenvolvidas do setor pecuário, destacando-se pelo elevado crescimento anual (10%), eficácia e competitividade. Resultados estes, que são apoiados pela melhoria dos sistemas produtivos, tecnologias envolvidas na produção e, principalmente, pela melhor eficiência no desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes⁴. Além do que, nas últimas décadas, o melhoramento genético foi decisivo e contribuiu com incrementos da eficiência reprodutiva das matrizes, do desempenho produtivo dos leitões, potencializado pela melhoria das práticas de manejo, melhorias essas percebidas nos parâmetros fisiológicos, metabólicos e comportamentais^{5,2}.

Os programas de melhoramento genético de suínos no Brasil tiveram início no ano de 1958, com o controle genealógico e a importação de animais da Europa e da América do Norte. Ao longo dos anos, essa introdução de recursos genéticos e o advento de programas de melhoramento genético no país, possibilitou melhorar significativamente os desempenhos animais pertencentes tanto aos rebanhos núcleo, como aos multiplicadores de matrizes^{6,7}.

Ao considerar que as características de importância econômica são correlacionadas fenotipicamente e geneticamente, com magnitudes e sentido variáveis, a utilização de técnicas de análise multivariada pode ser empregada, com o intuito de identificar as características de maior impacto nos sistemas de produção, contribuindo para a elaboração de índices de seleção fenotípicos mais eficientes⁸. Ademais, a compreensão sobre os fatores que afetam as características reprodutivas/produtivas e suas interdependências, possibilitam a estimação de

valores fenotípicos limiares para o descarte ou manutenção das matrizes em sistemas com alta intensidade de seleção, como as granjas multiplicadoras, facilitando a tomada de decisão e maximizando a eficiência dos sistemas de produção.

Neste sentido, o presente estudo objetivou investigar a relação entre as características produtivas com os fatores que afetam o número de leitões desmamados (NLD) por matriz/ano e a produtividade acumulada em quilograma (kg) de leitão desmamado (LD) por matriz/ano, bem como avaliar a eficiência de predição de dois critérios distintos para mensuração da habilidade de permanência das matrizes (*stayability*) e determinar o efeito desses critérios na longevidade das fêmeas no plantel.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Panorama da Suinocultura no Mundo e no Brasil

Desde o processo de domesticação, os animais sofreram grandes transformações morfológicas e fisiológicas devido às necessidades do homem em relação ao melhor aproveitamento do animal. No início do século passado, o suíno moderno começou a ser aprimorado por meio de ferramentas do melhoramento genético, na busca por um animal com menos gordura, melhor produtividade, tornando-o assim, uma espécie economicamente viável. Com isso, os suínos destinados à produção de carne começaram a apresentar menores teores de gordura na carcaça e a desenvolver musculaturas mais proeminentes, em especial, nas regiões posteriores, onde estão a maioria dos cortes nobres⁹.

Em decorrência da globalização, urbanização, aumento de renda e consumo, que é elemento indicativo do desenvolvimento socioeconômico, a produção mundial de carnes apresentou intensas e rápidas modificações¹⁰, levando a suinocultura a uma participação cada vez mais significativa no mercado de proteína animal.

Nos últimos anos, a produção total de carne suína representou cerca de um terço do total de carnes produzidas, índice que posiciona a suinocultura como o setor responsável por uma das maiores ofertas de proteína animal do mundo. A China aparece como maior produtora de suínos, com um plantel de mais de 440 milhões de cabeças, seguida da União Europeia (265 milhões de cabeças), Estados Unidos (139,9 milhões de cabeças), Rússia (51,4 milhões de cabeças) e Brasil (41,1 milhões de cabeças)^{11,2}.

Mesmo sendo a carne mais produzida e consumida no mundo, a comercialização da carne suína tem o menor volume transacionado internacionalmente, cerca de 7%, enquanto as carnes bovina e de aves, somam 13% da produção comercializada entre países¹². Entre os países que mais importam carne suína do Brasil, estão a China, Hong Kong e Singapura, com participação de 51%, 16% e 5,2% do total comercializado, respectivamente^{13,2}.

Ao analisar o histórico da suinocultura industrial brasileira observa-se que a atividade é marcada pelos processos de profissionalização, tecnificação, integração e consolidação. No início do século XX, com o aumento da imigração, os estados da região Sul ganharam destaque no cenário da produção nacional, uma vez que esses imigrantes trouxeram consigo as práticas de criação e costumes de consumo de carne suína. Ao longo desse processo, o Sul se consolidou como principal região produtora, surgindo assim, os primeiros programas de melhoramento genético do país, que objetivaram produzir animais que atendessem as demandas do mercado consumidor^{14,15}.

Não obstante, nos últimos anos, outras regiões do Brasil se tornaram relevantes. Segundo o IBGE¹⁶, entre os anos de 2000 e 2015, as regiões Centro-Oeste e Sudeste apresentaram incremento no número de abates de 8% e 4% por região, contribuindo assim com 14,5% e 18% no volume de abates do país, respectivamente. Nos estados de Goiás e Mato Grosso, a suinocultura foi fortemente estimulada pela implementação dos frigoríficos da região Sul que, na busca por novas áreas para expansão de suas capacidades produtivas, encontraram na região grande oferta de matéria-prima, disponibilidade de terras e mão-de-obra, capazes de alavancar grandes projetos de integração¹⁴.

Assim, pôde-se observar, nos últimos anos, alterações na cadeia suinícola nacional, visando principalmente o aumento de produtividade, bem como, melhorias na qualidade e segurança do produto final¹⁷. Atualmente, a suinocultura é uma atividade importante para a economia brasileira, pois gera empregos diretos e indiretos para mais de 1,05 milhão de pessoas, e fatura mais de US\$ 22,2 bilhões por ano^{14,11}.

Concomitantemente ao desenvolvimento do setor, ocorreu a redução da produção absoluta de suínos para a subsistência devido às mudanças no comportamento de compra dos consumidores e à maior fiscalização da produção e comercialização de carnes¹⁴. Em contrapartida, a produção industrial mostrou crescimento tanto no número de cabeças quanto no volume de carne produzida. Fato que se justifica, em partes, pelo aumento no peso de abate dos animais e melhoria da prolificidade das fêmeas, gerando maior número de leitões desmamados e consequentemente maior número de animais abatidos anualmente. Assim, em 2020, a produção brasileira de carne suína atingiu a marca de 4.436 ton, um aumento de aproximadamente 10% em relação ao ano anterior e apesar do consumo per capita de carne no país ainda ser baixo, em torno de 16,0 kg, é considerada a terceira carne mais consumida no país, enquanto no mundo, ocupa o primeiro lugar^{13,10,2}.

2.2 Melhoramento Genético Suíno no Brasil

Os suínos foram introduzidos no Brasil em 1532 por Martin Afonso de Souza, que trouxe de Portugal, algumas raças nativas. Quando chegaram em solo brasileiro, as raças portuguesas encontraram clima favorável e disponibilidade de alimento, que somados ao cruzamento desordenado, deram origem às raças localmente adaptadas. Com a criação da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), em 1958, teve início o controle genealógico dos animais e a importação de raças exóticas, com o objetivo de melhorar a

produtividade da criação e aumentar a produção de carne, já que a banha, principal produto das raças locais, começou a perder espaço para os óleos vegetais¹⁸.

O trabalho inicialmente desenvolvido pela ABCS foi de fundamental importância para a melhoria da genética da suinocultura brasileira. No início, a produção concentrava-se no Rio Grande do Sul, mas rapidamente expandiu para os outros estados da região (Paraná e Santa Catarina) além da região Sudeste (São Paulo e Minas Gerais), aumentando o número de criadores de reprodutores, ou Granjas de puros de *Pedigree*, como eram chamadas as granjas que produziam animais com controle genealógico e registro. As raças importadas eram basicamente multiplicadas, melhorando geneticamente os rebanhos pela simples substituição dos animais localmente adaptados, por animais das raças exóticas¹⁹.

A década de 1970 foi um dos períodos em que a melhoria genética de suínos no Brasil foi mais significativa. A partir desse ano, foi introduzido no país o Teste de Progenie (TP), que representou um marco inicial do melhoramento genéticos de suínos que até então era feito exclusivamente pela introdução de material genético importado. O TP consiste em avaliar o desempenho produtivo e de carcaça das progênies de diferentes reprodutores sob as mesmas condições de ambiente, possibilitando a estimativa do potencial genético dos pais, especialmente dos machos^{18,19}.

Adicionalmente, houve um incremento das integrações (associação entre produtor e indústria), grandes responsáveis pela disseminação do material genético melhorado, a substituição das fêmeas puras por fêmeas híbridas (F1) para produção de animais para o abate, e a implantação da primeira central de inseminação artificial (CIA), proporcionando maior difusão do sêmen dos machos geneticamente superiores nas características economicamente importantes. Em 1976, a implantação das primeiras Estações de Testes de Reprodutores Suínos (ETRS) possibilitou a avaliação de características como ganho de peso diário, conversão alimentar e espessura de toucinho¹⁹.

Na década seguinte, paralelamente às ETRS, surgiram os testes de granja (TG), viabilizando, além da avaliação de características produtivas, a possibilidade de selecionar machos e fêmeas nas condições ambientais em que iriam se reproduzir, minimizando a interação genótipo x ambiente^{20,21}, o que naquela época impactou positivamente a resposta à seleção²².

Segundo Fávero e Figueiredo¹⁹ toda a infraestrutura e os procedimentos em relação aos testes eram mantidos e controlados pela ABCS e tinham como objetivo principal, criar condições para que os produtores de animais de raças puras absorvessem os princípios básicos do melhoramento genético, permitindo assim organizar a produção e distribuição dos animais

selecionados em um esquema de formato piramidal. No topo dessa estrutura estão os rebanhos núcleo, seguido pelos rebanhos multiplicadores e na base, os rebanhos comerciais, conforme apresentado na Figura 1.

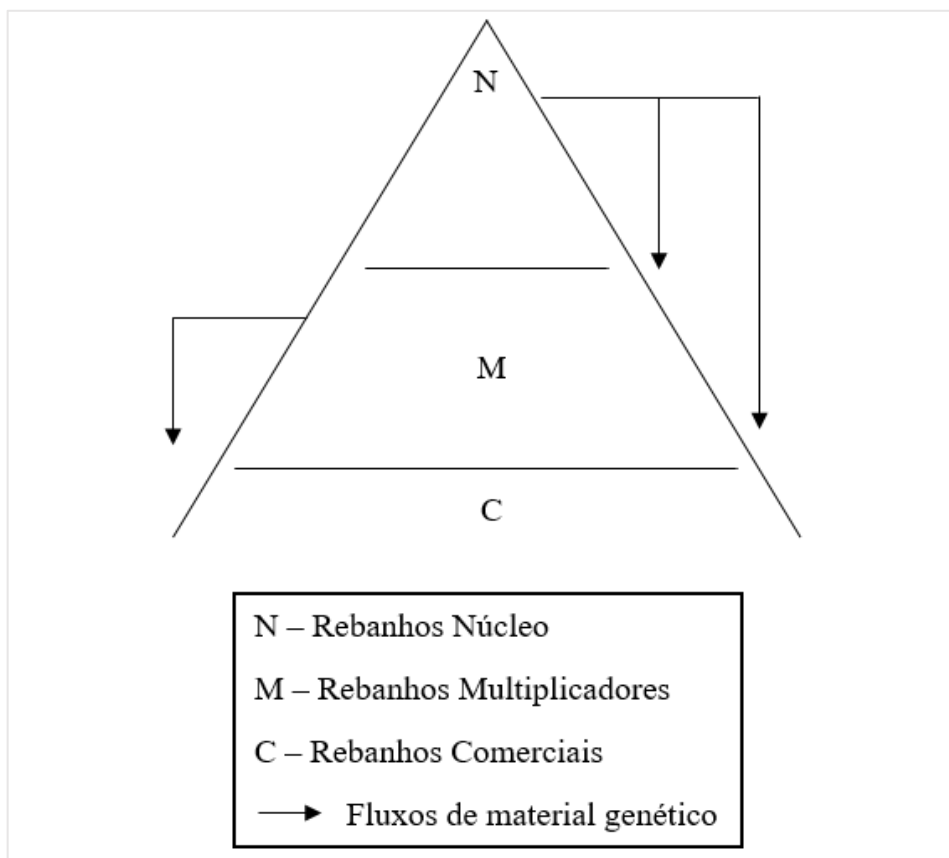


FIGURA 1 – Pirâmide organizacional dos sistemas de produção de suínos

Fonte: Fávero e Figueiredo¹⁹.

Apesar dos esforços da Associação por resultados mais significativos, não foi possível organizar de maneira eficaz os produtores de reprodutores nos dois estratos superiores da pirâmide. Foi apenas após a chegada de empresas de melhoramento genético suínos no país, que a cadeia produtiva foi melhor organizada^{23,24} e a comercialização de reprodutores e matrizes passou a ser realizada por grandes empresas. Essas, por sua vez, realizam seleção intensiva nas características economicamente relevantes com o propósito de promover o melhoramento genético das raças puras e linhagens sintéticas.

Dessa forma, no topo do processo inovativo, encontra-se a granja núcleo, voltada para a comercialização de reprodutores, matrizes, sêmen e de serviços ligados à genética suína. Além disso, esse elo da cadeia, participa ativamente da pesquisa e do processo de seleção de animais através de parcerias com universidades e outras instituições de pesquisa²⁵.

Os animais denominados de bisavós, de alto potencial genético, são multiplicados em avós ou em matrizes e reprodutores que se destinam à venda para planteis de criadores de suínos. O trabalho de multiplicação a partir de um rebanho-núcleo pode ser conduzido por esta ou por um terceiro especialmente contratado para tal, que deverá apresentar condições de elevado padrão sanitário e de manejo para atender aos requisitos de qualidade pré-estabelecidos¹⁹.

As granjas de multiplicação também monitoram o desempenho dos animais criados em suas instalações e abastecem a granja núcleo com informações através dos programas informatizados de gestão e armazenamento de dados. Essas informações constituem um enorme banco de dados de animais oriundos da genética desenvolvida pela granja núcleo e ajudam a direcionar o desenvolvimento de novas linhas genéticas, incorporando os benefícios do vigor híbrido ou heterose^{26,25}.

Finalmente, na base da pirâmide, ficam os chamados rebanhos comerciais, isto é, os produtores de suínos para abate, que recebem os híbridos dos estratos superiores que se reproduzirão formando os animais de abate^{27,28,29}.

Diante das mudanças observadas ao longo dos anos, essa nova organização posicionou as Associações, em relação ao melhoramento genético, à simples controladora do registro genealógico oficial. Por fim, a popularização de ferramentas de avaliação como o ultrassom, permitiu a predição mais acurada da qualidade da carcaça em animais vivos, o que acarretou na desativação dos Testes de Progênie e redução dos riscos sanitários decorrentes da mistura de animais de várias origens, deixando em segundo plano os testes de ETRS¹⁹.

2.3 Características com Importância Econômica nas Granjas Multiplicadoras

As granjas multiplicadoras são o elo entre as empresas de genéticas e os produtores, que por sua vez são responsáveis por produzirem animais para terminação e reposição nas granjas comerciais. Uma das estratégias comumente utilizadas no setor é o desenvolvimento de linhas maternas e paternas, com o intuito de dar foco em características selecionáveis em cada categoria e atender a demanda das granjas comerciais³⁰.

Para as linhas maternas, a seleção é focada em características de desenvolvimento ponderal e estrutura física, percentual do tecido magro, peso ao desmame do leitão, proporção de tecido muscular, tamanho de leitegada, taxa de mortalidade, tempo necessário à maturidade sexual, intervalo entre cio e pós-desmame e fertilidade. Nas linhas paternas, além do desenvolvimento ponderal, a seleção é focada principalmente em características como volume

de sêmen (visando maior rendimento de doses inseminantes), baixo nível de gordura no dorso, carne de qualidade superior, menor relação osso-músculo, velocidade de crescimento, conversão alimentar e eficiência alimentar^{31,32,33}.

O retorno financeiro de empresas de genética focadas na comercialização de matrizes de reposição está baseado no volume de produção, que por sua vez é afetado principalmente pelas taxas reprodutivas, de crescimento e sobrevivência. Dessa forma, os programas de melhoramento suínos estão focados em produzir animais mais resistentes e eficientes, adaptados aos diferentes ambientes de criação, além de características como as de saúde, sobrevivência dos leitões, intervalo desmame cio, longevidade produtiva das fêmeas, conformação (especialmente das pernas e cascos), vitalidade dos animais até o peso de abate e aspectos qualitativos da carne como cor e perda de água por gotejamento^{34,19,35}.

A Tabela 1 demonstra que algumas das características desejadas pela indústria, apresentam herdabilidades de moderadas a baixas, sendo mais difíceis de serem melhoradas, já que apresentam menores respostas à seleção individual, o que pode ser um fator limitante para o aumento da produtividade das granjas.

TABELA 1 – Herdabilidades das características de importância econômica na produção de suínos

OBJETIVOS	CARACTERÍSTICAS	HERDABILIDADE
Características produtivas	Eficiência alimentar	0,30 (Giné et al. ³⁵)
	Ganho médio diário	0,41 (Giné et al. ³⁵); 0,43 (Lopes ³⁶)
	Conversão alimentar	0,34 a 0,41 (Torres Filho et al. ⁸)
	Espessura de toucinho	0,62 (Lopes ³⁶)
	Rendimento de carcaça	0,38 (Giné et al. ³⁵)
	Rendimento de carne	0,48 (Giné et al. ³⁵)
	Estrutura corporal	0,15 a 0,31 (Nikkilä et al. ³⁷)
Características funcionais e reprodutivas	Idade a puberdade	0,35 (Figueiredo ³⁸)
	Idade ao primeiro parto	0,21 (Torres Filho et al. ⁸)
	Nº de leitões nascidos vivos	0,19 (Torres Filho et al. ⁸ ; Figueiredo ³⁸)
		0,02 a 0,13 (Ventura ³⁹)
	Peso da leitegada ao nascer	0,17 (Torres Filho et al. ⁸)
	Peso da leitegada ao desmame	0,15 a 0,22 (Figueiredo ³⁸)
	Nº de leitões desmamados	0,06 a 0,21 (Ventura ³⁹)
	Intervalo desmame cio	0,11 (Cavalcante Neto et al. ⁴⁰); 0,07 (Leite et al. ⁴¹)
	Ordem de parto	0,14 a 0,20 (Barbosa et al. ⁴²)

As metas de produtividade de matrizes são bastante elevadas, sendo consideradas eficientes, as fêmeas que produzem cerca de 35 leitões/ano, já que devem apresentar 2,4 a 2,5 partos/ano, com no mínimo 14 leitões nascidos vivos e pesando 1,4 a 1,8 kg ao nascimento.

Adicionalmente devem apresentar idade de cobrição em torno de 210 dias e prenhez confirmada após no máximo três inseminações^{43,44,45}.

Trabalhos publicados na última década apontam que a característica número de leitões desmamados por fêmea/ano (NLD) é a mais comumente usada como uma medida de referência para comparar a produtividade de rebanhos reprodutores. O número de leitões desmamados depende da prolificidade e da mortalidade pré-desmame que são afetadas principalmente pelo aumento das taxas de ovulação e pela diminuição das taxas de sobrevivência embrionária ou de fetos^{46,47}.

Há alguns anos, os programas de melhoramento genético focavam na seleção de matrizes com maior número de leitões nascidos vivos (NLNV), visando o seu impacto positivo no NLD. Todavia, estudos tem demonstrado que rebanhos compostos por matrizes hiperprolíficas produzem em geral leitões menores, de baixa viabilidade (>700 g), já que o aumento do NLNV impacta negativamente em seu peso ao nascer, além de reduzir sua capacidade de receber colostro suficiente da porca, o que têm sido associado a uma maior mortalidade pré-desmame e pior desempenho de crescimento pós-desmame⁴⁶. Dessa forma, a qualidade e o bem-estar dos leitões podem ser comprometidos quando a prolificidade das porcas é o principal foco de seleção, já que o progresso genético de características como capacidade uterina, número de tetas funcionais e a produção de leite nas porcas é sempre menor⁴⁷. Ademais, o NLD é adequado para mensurar o desempenho reprodutivo do rebanho apenas no curto prazo, já que não considera a longevidade das matrizes e os eventos ocorridos ao longo de sua vida (retorno ao cio, abortos e possíveis falhas reprodutivas).

A longevidade funcional das fêmeas impacta diretamente a eficiência das granjas multiplicadoras visto que para ser eficiente, a granja precisa que um grande número de matrizes apresentem níveis de desempenho consistentes por longos períodos. O termo longevidade considera o período transcorrido desde o nascimento até a morte do animal, entretanto, nos sistemas de produção, este período corresponde do ingresso no plantel reprodutivo até a remoção, por morte (involuntária) ou descarte (voluntária)^{48,49}.

Como nos plantéis das granjas multiplicadoras a taxa de reposição de fêmeas é alta, devido à alta intensidade de seleção, não há um consenso na literatura sobre a definição de longevidade funcional. De acordo com Tarrés et al.⁵⁰ a longevidade é a duração da vida produtiva (número de dias desde o primeiro parto até a remoção do rebanho), já os autores Serenius e Stalder⁵¹ relacionam o termo com a prolificidade das fêmeas (total de leitões produzidos ao longo da vida). Segundo Lúcia Júnior⁵² em condições ideais, a longevidade corresponde à data de admissão da fêmea de reposição no plantel de reprodução e não somente

no momento do primeiro serviço. Assim, os dias não produtivos (DNP) entre a admissão e o primeiro serviço são contabilizados, o que é mais útil para estimar a duração da vida reprodutiva e a receita financeira resultante da produção de uma fêmea suína.

Neste contexto, o parâmetro mais usado para caracterizar a longevidade de fêmeas suínas é a ordem de parto (OP), dessa forma fêmeas que atingem uma ordem de parto alvo seriam removidas do rebanho. Entretanto essa característica não traduz a eficiência reprodutiva, pois não leva em consideração o número de DNP ocasionados por falhas reprodutivas (retorno ao estro ou aborto) ocorridas no decorrer de diferentes ciclos reprodutivos. Portanto, parâmetros que combinam estimativas de produção acumulada ao longo da vida reprodutiva em função de uma unidade de tempo seriam mais precisos, permitindo balancear os custos relativos ao processo de produção e as potenciais receitas obtidas em função do uso prolongado de uma matriz⁴⁸.

Lúcia Júnior⁴⁸ relata que o descarte por diferentes critérios é um fator crítico para a compreensão da influência da longevidade e consequentemente das taxas de remoção sobre o desempenho da granja. A eficiência durante a vida reprodutiva deve combinar a produção acumulada de leitões desmamados (estimador de receita) em função de uma unidade de tempo (estimador de custos). No entanto, pouco se sabe sobre o impacto das taxas de remoção de fêmeas suínas em granjas multiplicadoras, já que as mesmas são gerenciadas por empresas multinacionais. Neste contexto, a identificação das características que influenciam a produtividade e a proposição de critérios e índices de seleção poderiam auxiliar na elaboração de estratégias de melhoramento genético e na seleção de fêmeas nas granjas, impactando positivamente a lucratividade das empresas de genética e do produtor comercial³⁹.

2.4 Ferramentas Multivariadas Para Identificação de Características de Importância Econômica

Considerando que as características de importância econômica na suinocultura estão correlacionadas, em magnitude e sentido variável, a utilização de técnicas de análise multivariada na identificação das características que explicam a variabilidade dos sistemas de produção é a mais recomendada, já que permite explorar a interdependência entre as variáveis⁵³.

Os métodos estatísticos dividem-se em dois grupos: métodos univariados, que tratam as variáveis de maneira isolada, e os métodos multivariados, que tratam as variáveis de forma conjunta⁵⁴. Os métodos multivariados aplicam-se a conjuntos de dados que incluem medições simultâneas de diversas variáveis, com o propósito de medir, explicar, simplificar e

prever o grau de relação entre as variáveis analisadas. A maioria das análises estatísticas usadas são, por natureza, multivariadas, e a dificuldade em realizar pesquisas complexas com análises univariadas contribui para que os métodos multivariados sejam na atualidade amplamente utilizados^{55,56,57}. Dentre os métodos utilizados de análise multivariada podemos citar a análise fatorial (AF) e a análise de regressão linear múltipla.

2.4.1 Análise fatorial

A análise fatorial é utilizada para investigar os padrões ou relações latentes em um número grande de variáveis e determinar se a informação pode ser resumida em um conjunto menor de fatores, permitindo identificar novas variáveis, não observáveis, que sumarizam a relação das variáveis originais^{58,59}.

A AF é diferente de métodos de dependência, como a regressão múltipla, nos quais uma variável é considerada como dependente (resposta) e as outras independentes (explicativas). A AF é um método de interdependência, no qual todas as variáveis são consideradas simultaneamente. Cada variável é prevista por todas as outras. Assim, técnicas de dependência visam à previsão e à explicação, e as de interdependência visam à identificação de estrutura⁵⁸.

As correlações entre variáveis possibilitam a partição das variáveis originais em grupos de variáveis correlacionadas. Cada grupo, pode ainda, estar associado a um único fator. Esses fatores podem ser usados posteriormente como variáveis preditoras em modelos de regressão. A principal vantagem da análise fatorial é a facilidade em analisar resultados complexos da pesquisa, já que existem menos fatores do que as variáveis originais, e a construção de modelos de regressão é muito mais simples. Além disso, uma vez que os fatores são independentes, o problema de colinearidade é evitado⁶⁰.

As técnicas fatoriais podem ainda atingir seus objetivos por uma perspectiva exploratória (análise fatorial exploratória – AFE) ou por uma perspectiva confirmatória (análise fatorial confirmatória – AFC). Na AFC, derivamos um modelo fatorial *a priori* (raciocínio dedutivo para fazer hipóteses de uma estrutura antecipadamente)⁶¹. Já a AFE tem por finalidade identificar quais os fatores explicam a estrutura dos dados estudados

A AFE geralmente é usada nas fases mais embrionárias da pesquisa, para literalmente explorar os dados, pois os fatores são determinados pela variabilidade e correlação dos dados, sem intervenção do pesquisador predeterminando uma estrutura⁵⁹. Nessa etapa, o pesquisador explora a relação entre um conjunto de variáveis, identificando padrões de

correlação. Nesse tipo de análise os dados observados determinam o modelo fatorial subjacente *a posteriori* (raciocínio indutivo para inferir um modelo a partir dos dados observados)^{62,60}.

Antes de aplicar a AF, deve-se levar em consideração premissas como a existência de normalidade dos dados e a adequação dos dados para a referida análise. Para a verificação da adequação dos dados, comumente são utilizados os critérios de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett. O primeiro compara os valores dos coeficientes de correlação linear observados com os valores dos coeficientes de correlação parcial verificando se a matriz de correlação inversa é próxima da matriz diagonal. Esse teste sugere que a proporção de variância dos itens pode estar sendo explicada por um fator⁶³, demonstrando que a aplicação do AFE é adequada ao conjunto de dados⁵⁸. Segundo Hair et al.⁵⁸ valores de KMO entre 0,5 a 1,0 são considerados aceitáveis.

O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas, sendo a matriz de correlação uma matriz identidade, o que indica que o modelo fatorial é inapropriado. Segundo Hair et al.⁵⁸, esse teste avalia a significância geral de todas as correlações em uma matriz de dados. Valores do teste de esfericidade de Bartlett com níveis de significância $p < 0,05$ indicam que a matriz é adequada para AFE⁶⁴.

Correlações de altas magnitudes entre subconjuntos de variáveis sugerem que elas podem estar medindo uma mesma dimensão subjacente, que é denominada de fator ou variável latente. Na análise fatorial, tentamos reduzir a matriz-R à sua dimensão subjacente investigando quais variáveis parecem se agrupar de maneira significativa (Figura 2)⁶⁵.

	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7
Item1	1	0,626	0,574	0,16	0,213	0,176	0,145
Item2	0,626	1	0,542	0,222	0,269	0,32	0,058
Item3	0,574	0,542	1	0,247	0,272	0,302	0,14
Item4	0,16	0,222	0,247	1	0,754	0,593	0,063
Item5	0,213	0,269	0,272	0,754	1	0,62	-0,034
Item6	0,176	0,32	0,302	0,593	0,62	1	0,014
Item7	0,145	0,058	0,14	0,063	-0,034	0,014	1

FIGURA 2 – Representação de uma matriz de correlações que apresenta dois subconjuntos de variáveis mais representativas em um fator hipotético

Segundo Matos e Rodrigues⁶⁰ os resultados da AF são apresentados na forma de autovalores (*eigenvalues*), proporção da variância explicada, proporção da variância explicada acumulada, cargas fatoriais (*loadings*), comunalidades e especificidades. De modo simplificado podemos explicá-los como:

Autovalores – são valores obtidos a partir das matrizes de covariância ou de correlação, e objetivam a obtenção de um conjunto de vetores independentes, não correlacionados, que explicam o máximo da variabilidade dos dados, indicando o total da variância de cada fator. A soma de todos autovalores é igual ao número de variáveis.

Proporção da variância explicada e acumulada - A primeira indica o peso relativo de cada fator na variância total (variabilidade) dos dados, já a segunda indica o total da variância explicada por $n + (n-1)$ fatores.

Cargas fatoriais – são as correlações entre as variáveis originais e os fatores, sendo um dos pontos principais da análise fatorial. Quanto maior a carga fatorial maior será a correlação com determinado fator. Um valor negativo indica um impacto inverso no fator. De modo geral as cargas fatoriais relevantes são as acima de 0,5.

Comunalidades – representa as quantidades das variâncias (correlações) de cada variável explicada pelos fatores. Quanto maior a comunalidade, maior será o poder de explicação daquela variável pelo fator. De modo geral, valoriza-se comunalidades superiores a 0,5.

Especificidade – esse parâmetro também pode ser denominado de erro. É a parcela da variância dos dados que não pode ser explicada pelo fator. É a proporção única da variável não compartilhada com as outras variáveis. É igual a 1 menos a comunalidade. Quanto maior a especificidade, menor é a relevância da variável no modelo fatorial. Para a AF desejamos especificidades inferiores a 0,5.

Após a realização da AFE, um procedimento estatístico comumente aplicado é a rotação fatorial, que pode ser realizado por diferentes metodologias como *Varimax*, *Promax*, *Equimax*, entre outras. A rotação fatorial consiste em um método estatístico multivariado que permite transformar um conjunto de variáveis iniciais correlacionadas entre si, em outro conjunto de variáveis não-correlacionadas (ortogonais), denominados de componentes principais, que resultam de combinações lineares do conjunto inicial. Esse processo de ajuste dos eixos fatoriais possibilita obter uma solução fatorial mais simples e significativa, com fatores mais facilmente interpretáveis⁶⁰.

2.4.2 Análise de regressão múltipla

A análise de regressão tem por objetivo elucidar o comportamento entre uma variável dependente (resposta) e as consideradas independentes (explicativas). A análise de regressão linear simples é responsável por avaliar a relação linear entre duas variáveis, sendo uma resposta e uma explicativa (preditora). Dessa forma, a relação entre as variáveis pode ser representada por uma linha reta⁵⁶.

Muitas vezes uma única variável preditora não é capaz de explicar uma proporção significativa da variável resposta. Nesses casos, recomenda-se incorporar ao modelo diversas variáveis independentes, em uma análise denominada de regressão linear múltipla. Cada variável independente é ponderada por um coeficiente para assegurar a máxima predição da variável resposta, de modo que os coeficientes indicam a contribuição relativa de cada variável independente para a predição da variável resposta^{66,64,56,57}.

Para aumentar o poder de predição do modelo deve-se utilizar variáveis independentes com baixa colinearidade ou multicolinearidade entre si, mas com alta correlação com a variável dependente. A alta multicolinearidade das variáveis preditoras aumenta a variância e os erros-padrão dos coeficientes de regressão, tornando-os instáveis, o que afeta a confiabilidade do modelo^{64,56}. O número de observações utilizadas, deve ser maior do que o número de preditores testados para que o modelo seja predito de forma adequada⁵⁷.

Diante disso, antes de aplicar métodos analítico para seleção de modelo, é adequado fazer uma triagem inicial das variáveis, buscando eliminar aquelas que sejam redundantes, que apresentam elevado erro de medida ou que não estejam no contexto do estudo. Um dos parâmetros que possibilita mensurar a multicolinearidade é o fator de inflação da variância (VIF), que mede o quanto da variância de um coeficiente de regressão estimado aumenta se seus preditores estão correlacionados. Valores de VIF superiores à 5 indicam que o coeficiente de regressão para esse termo não é estimado de maneira apropriada^{58,67}.

Após a triagem inicial, é relevante testar a significância do efeito isolado de cada covariável. Se o efeito não for significativo no modelo de regressão linear simples, a variável pode ser desconsiderada para o modelo de regressão linear múltipla^{58,68}. Com isso, se uma covariável em particular não é significativa no modelo ajustado, a um nível de significância específico, então ela poderia ser removida do modelo. Desta maneira, é possível, baseado em testes de hipóteses (teste F), selecionar covariáveis por diferentes métodos algoritmos (*stepwise*, *forward* e *backward*)^{69,70}.

No processo de seleção de covariáveis, diferentes critérios podem ser usados para comparar os modelos produzidos. O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida estatística que indica o ajuste dos dados, que corresponde à proporção da variação dos dados explicada, representada pela expressão: $R^2 = \frac{SQ_{Reg}}{SQ_{total}} = 1 - \frac{SQ_{Res}}{SQ_{total}}$, em que SQ_{Reg} , SQ_{Res} e SQ_{total} são as somas de quadrado de regressão e de resíduos do modelo ajustado e a soma de quadrados total, respectivamente⁶⁹. O coeficiente de determinação não é apropriado para comparar modelos com diferentes números de parâmetros, uma vez que o R^2 sempre aumenta com a inclusão de novas covariáveis. Consequentemente, um modelo com mais termos pode parecer ter um melhor ajuste simplesmente porque tem mais termos. Essa condição é conhecida como sobreajuste do modelo e produz valores de R^2 ilusoriamente altos e uma capacidade reduzida de fazer previsões^{58,71,72}.

O coeficiente de determinação ajustado (R^2_{Aj} ou simplesmente R^2_{Aj}) é uma versão modificada do R^2 que foi ajustada para o número de preditores no modelo. O R^2_{Aj} aumenta somente se o novo termo melhorar o modelo mais do que seria esperado pelo acaso. Sendo expresso por: $R^2_{Aj} = 1 - \left(\frac{n-1}{n-p}\right)(1 - R^2)$, em que n e p são o número de observações e o número de parâmetros do modelo, respectivamente. Deve-se optar por modelos com maiores valores de R^2_{Aj} ⁷¹.

2.4.3 Análise de regressão logística

Quando a variável resposta é categórica, geralmente binária (dicotômica), representando por exemplo, 1 ou 0, sim ou não, falha ou sucesso, ou seja, indicando dois possíveis valores ou categorias, devemos utilizar a regressão logística^{56,73}. A análise de regressão logística é semelhante à regressão linear simples/múltipla pois possui a relação entre a variável dependente e a(s) variável(is) independente(s); possui testes estatísticos diretos, incorporando variáveis métricas e não-métricas, com efeitos não-lineares; é menos afetada pela não satisfação de normalidade dos dados (pois o termo de erro da variável discreta segue a distribuição binomial) e; foi elaborada para que a probabilidade de determinado evento ocorrer seja predita⁵⁶.

De modo análogo à regressão linear múltipla, a predição da variável dependente é determinada pelos coeficientes logísticos e das variáveis independentes escolhidas ao modelo, lembrando que os valores sempre estarão entre 0 e 1. Para a estimação dos

coeficientes das variáveis independentes, são utilizados o valor *logit* ou a razão de desigualdades conforme descrito por Hair et al.⁵⁶:

$$Logit_i = \ln \left(\frac{prob_{eventos}}{1 - prob_{eventos}} \right) = b_0 + b_1X_1 + \dots + b_nX_n$$

Ou,

$$Logit_i = \ln \left(\frac{prob_{eventos}}{1 - prob_{eventos}} \right) = e^{b_0 + b_1X_1 + \dots + b_nX_n}$$

2.5 Habilidade de Permanência ou *Stayability*

Com o objetivo de selecionar animais mais produtivos e precoces, os programas de melhoramento genético têm adicionado ainda mais exigências nos critérios de seleção de fêmeas suínas reprodutoras. Nos plantéis atuais, além de a fêmea ter metas de produtividade, deve se manter no plantel por um período de tempo mínimo, reduzindo assim o descarte involuntário. Dentre os critérios de longevidade produtiva utilizados em diferentes espécies de interesse econômico, podemos citar a habilidade de permanência ou “*stayability*”, que é definido como a capacidade da fêmea de se manter no rebanho por um período pré-determinado atingindo uma meta de produtividade mínima⁷⁴.

De acordo com Pulsen et al.⁷⁵, estudos econômicos mostram que as porcas comerciais devem ter de 6 a 10 partos antes de sua substituição^{76,77}. No entanto, as porcas comerciais, em média, só obtêm 3 a 5 partos, pois são abatidas prematuramente devido a, por exemplo, distúrbios reprodutivos (26,9%), problemas de úbere (18,1%), baixa produtividade (9,5%) e claudicação (8,6%)^{78,43,79}. Consequentemente, o potencial econômico das porcas comerciais não é totalmente realizado.

Além disso, várias das razões pelas quais as matrizes descartadas indicam baixo grau de bem-estar animal, como a falta de oportunidade para expressar comportamentos naturais da espécie, o jejum prolongado em determinadas fases de produção e o estresse térmico, reduzindo o tempo de vida desses animais⁸⁰. Portanto, a melhoria da longevidade em porcas comerciais provavelmente aumentará o lucro econômico e o bem-estar animal em rebanhos comerciais.

Para melhor aplicação e interpretação do critério de habilidade de permanência devem ser definidos pontos iniciais e finais. O ponto inicial pode ser a data de nascimento, a

data do primeiro acasalamento ou do primeiro parto. Enquanto, o ponto final como sendo a sobrevivência até alguma idade considerada como a que possibilitou ao animal, com base em sua produtividade, ser rentável ao sistema, retornando seus custos de aquisição e manutenção⁸¹.

A seleção para *stayability* pode ser direta ou indireta. A seleção direta pode ser baseada na duração da vida produtiva, vida no rebanho ou sobrevivência até o tempo escolhido⁸². A seleção indireta pode ser baseada em características produtivas de moderada a alta herdabilidade que sejam indicadoras precoces de longevidade, facilmente mesuráveis e que possuam correlações genéticas favoráveis com a longevidade das matrizes⁸³. Em suínos, as características morfométricas corporais e de produção, bem como, as características fenotípicas são medidas alternativas de seleção indireta para essa característica.

4 REFERÊNCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2017. Rio de Janeiro – RJ. 2019;8:1-105. [acesso 18 jan 2021]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3096/agro_2017_resultados_definitivos.pdf. ISSN 0103-6157
2. Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA. Relatório Anual 2021. São Paulo. 2021. [acesso 15 ago 2021]. Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf
3. Paixão DM, Carneiro PLS, Paiva SR, Sousa KRS, Verardo LL, Braccini Neto J, Pinto APG, Hidalgo AM, Souza do Nascimento C, Périsse IV, Lopes OS, Guimarães SEF. Mapeamento de QTL nos cromossomos 1, 2, 3, 12, 14, 15 e X em suínos: características de carcaça e qualidade de carne. Arq Bras Med Vet Zootec. 2012;64(4):974-82.
4. Bortolozzo F, Wentz I. Intervalo desmame estro e anestro pós lactacional em suínos. Porto Alegre: Pallotti, 2004. 80p.
5. Rosa LS, Costa Filho LCC, Souza MIL, Correa Filho RAC. Fatores que afetam as características produtivas e reprodutivas de fêmeas suínas. B Industr Anim. 2014;71(4):381-95. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1420654769.pdf>
6. Amaral AL, Silveira PRS, Lima GJMM, Klein CS, Paiva DP, Martins F, Kich JD, Zanella JRC, Fávero J, Ludke JV, Bordin LC, Miele M, Higarashi MM, Morés N, Costa OAD, Oliveira PAV, Bertol TM, Silva VS. Boas práticas de produção de suínos. Concórdia: Embrapa, 2006. 60p. [acesso 22 jan 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57842/1/CUsersPiazzonDocumentsCIT-50.pdf>
7. Miller KD, Ellis M, McKeith FK, Bidner BS, Meisinger DJ. Frequency of the Rendement Napole RN- allele in a population of American Hampshire pigs. J Anim Sci. 2000;78(7):1811-15. [acesso 22 jan 2021]. Disponível em: DOI 10.2527/2000.7871811x

8. Torres Filho RA, Torres RA, Lopes PS, Pereira CS, Euclydes RF, Araújo CV, Silva MA, Breda FC. Estimativas de parâmetros genéticos para características reprodutivas de suínos. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2005;57(5):684-89. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n5/26917.pdf>
9. Pardi MC, Santos IF, Souza ER, Pardi HS. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. 2. ed. Goiânia: CEGRAF-UFG. 2001;(1):623.
10. Moraes VG, Capanema L. A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil. BNDES – Banco Nacional De Desenvolvimento Social e Econômico. [acesso 16 nov 2020]. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1492/3/A%20set.35_A%20gen%C3%A9tica%20de%20frangos%20e%20su%C3%ADnos_P.pdf
11. United States Department of Agriculture – USDA. *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Foreign Agricultural Service. 2020. [acesso 18 jan 2021]. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/livestock-and-poultry-world-markets-and-trade>
12. Food and Agriculture Organization – FAO. *The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. 2021. [acesso 13 abr 2021]. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a1250e/a1250e18.pdf>
13. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS. *Dados de mercado da Suinocultura 2019*. Brasília – DF. [acesso 13 abr 2021]. Disponível em: <http://abcs.org.br/dados-do-setor/>
14. Associação Brasileira dos Criadores de Suínos – ABCS. *Mapeamento da Suinocultura Brasileira*. 2016. Brasília – DF. [acesso 20 abr 2021]. Disponível em: http://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01_Mapeamento_COMPLETO_bloq.pdf
15. Lopes IMG, Souza JPP, Lima MD, Silva KF, Santos MC, Silva BAN. Influência do ciclo reprodutivo sobre os índices zootécnicos em matrizes suínas hiperprolíficas. *Research, Society and Development*. 2021;10(2):1-7. [acesso 21 ago 2021]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12367>
16. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Produção da Pecuária Municipal 2017*. [acesso 16 nov 2020]. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2017_v45_br_informativo.pdf
17. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE. *Suinocultura – carne in natura, embutidos e defumados. Relatório completo SEBRAE/ESPM 2008*. 104p. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/E700C099069CC7A8832574DC004BECAE/\\$File/NT000390A6.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/E700C099069CC7A8832574DC004BECAE/$File/NT000390A6.pdf)
18. Fávero JA, Figueiredo EAP, Irgang R, Costa CN, Saralegui WHL. Evolução da genética: do “porco tipo banha” ao suíno light. IN: Souza JCPVB, Talamini DJD, Scheuermann GN, Schimidt GS. *Sonho, Desafio e Tecnologia: 35 anos de contribuição da Embrapa Suínos e Aves*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 470 p. ISBN: 978-85-64136-00-7.

19. Fávero JA, Figueiredo EAP. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. *Revista Ceres*. 2009;56(4):420-27. [acesso 01 mai 2021]. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3052/305226808010.pdf>
20. Catalan G. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos em suínos Landrace, Large White e Duroc, nas fases de crescimento e terminação. Viçosa, MG:UFV, 1986. 129p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa. 1986.
21. Lopes PS, Freitas RTF, Ferreira AS. Melhoramento de suínos. UFV. 39 p. (Caderno Didático, 37). 2001.
22. Costa CN, Fávero JÁ, Leitão GR. Influência de fatores ambientais e de raças observadas em características de desempenho e carcaça em suínos em teste de progênie. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 20, n. 12, p. 1443-1450, 1985. [acesso 26 jun 2021]. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/16425>
23. Irgang R. Limites fisiológicos do melhoramento de suínos. In. XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. Botucatu – SP. Simpósio: Aditivos na produção de ruminantes, Aditivos na produção de não-ruminantes, Fronteiras do melhoramento genético animal. Botucatu – SP. Sociedade Brasileira de Zootecnia. 1998, p. 355-369. [acesso 20 jan 2021]. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/sbz35_sim_p355.pdf
24. Figueiredo EAP. Melhoramento genético de suínos - o exemplo americano. *Pesquisa EMBRAPA suínos e aves*. 2013. [acesso 20 jan 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96727/1/final7179.pdf>
25. Rohenkohl JE, Martinelli Júnior O. Dinâmica tecnológica e ambiente seletivo em genética de suínos. *Revista Brasileira de Inovação*, 2009;8(2):403-435. [acesso 20 jan 2021]. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648986/15533>
26. Rohenkohl JE. Configurações institucionais e ambiente seletivo: um estudo econômico das trajetórias de inovação em genética suína no Brasil. [Tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas; 2006. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/11007>
27. Dias AC, Carraro BZ, Dallanora D, Coser FJ, Machado GS, Machado IP, Pinheiro R, Rohr SA. Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos. Brasília, DF: ABCS; MAPA; Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. 140p. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://www.m2design.com.br/biribas/site/wp-content/uploads/2015/03/MANUAL-SUINO-FINAL-28.pdf>
28. Costa ARC. Estruturas piramidais de melhoramento genético. In: Associação Brasileira De Criadores De Suínos. *Produção de suínos: teoria e prática*. Brasília, 2014. p.60-62. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/suinocultura/livros/PRODUCAO%20DE%20SUINOS%20TEORIA%20E%20PRATICA.pdf>

29. Pessoa MC. Sistema de simulação para avaliar a eficiência da seleção genômica em populações de suínos. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2015. [acesso 10 mai 2021]. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/6557>
30. Lopes PS. Melhoramento genético de suínos. Anais...VIII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal. Maringá – PR. 31p. 2010. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://sbmaonline.org.br/anais/viii/palestras/pdfs/3.pdf>
31. Panzardi A, Marques BMFPP, Heim G, Bortolozzo FP, Wentz I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2009;37:49-60.
32. Schenkel AC, Bernardi ML, Bortolozzo FP, Wentz I. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. *Livestock Science*. 2010;132:165-172. [acesso 11 dez 2020]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.002>
33. Alkmin DV, Silva Filho JM, Palhares MS, Siqueira AP, Machado GS, Silva CLA, Tarantini TC. Efeito da porção do ejaculado e do método de resfriamento sobre as características físicas do sêmen suíno. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2011;63(6):1287-1294. [acesso 11 dez 2020]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v63n6/02.pdf> 4
34. Mellagi APG, Panzardi A, Bierhals T, Gheller NB, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP. The effect of parity order and lactation weight loss on subsequent reproductive performance of sows. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2013;65(3):819-25. [acesso 20 mai 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/JZzs5LMZWg8N69Lb43YFNHc/?format=pdf&lang=pt>
35. Giné GAF, Freitas RTF, Oliveira AIG, Pereira IG, Gonçalves TM. Estimativa de parâmetros genéticos para características de carcaça em um rebanho de suínos Large White. *R Bras Zootec*. 2004;33(2):337-43. [acesso 01 mar 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000200009>
36. Lopes PS. Avaliação genética de suínos utilizando metodologia de modelos mistos. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1994.
37. Nikkilä MT, Stalder KJ, Mote BE, Rothschild MF, Gunsett FC, Johnson AK, Karriker LA, Boggess MV, Serenius TV. Genetic parameters for growth, body composition, and structural soundness traits in commercial gilts. *J Anim Sci*. 2013;91(5):2034-46. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23408822/>
38. Figueiredo EAP. Melhoramento genético de suínos - o exemplo americano. In: Gentilini FP, Anciuti MA. Tópicos atuais na produção de suínos e aves. Pelotas. 2013:160-190. [acesso 27 mar 2021]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96727/1/final7179.pdf>
39. Ventura HT. Modelos multicaracterísticos na avaliação genética de tamanho de leitegada em suínos. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2012. [acesso 27 mar 2021]. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1816/1/texto%20completo.pdf>

40. Cavalcante Neto A, Lui JF, Sarmento JLR, Ribeiro MN, Monteiro JMC, Tonhati H. Fatores ambientais e estimativa de herdabilidade para o intervalo desmame cio de fêmeas suínas. *R Bras Zootec.* 2008;37(11):1953-1958. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n11/v37n11a08.pdf>
41. Leite CDS, Lui JF, Albuquerque LG, Alves DNM. Environmental and genetic factors affecting the weaning-estrus interval in sows. *Genetics and Molecular Research.* 2011;10(4):2692-2701. [acesso 15 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.4238/2011.November.4.2>
42. Barbosa L, Lopes OS, Regazzi AJ, Torres RA, Santana Júnior ML, Veroneze R. Estimação de parâmetros genéticos em tamanho de leitegada de suínos utilizando análises de características múltiplas. *R Bras Zootec.* 2008;37(11):1947-952. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: www.scielo.br/j/rbz/a/SV4SfFvJdMHsQCMz7zQzJPL/?lang=pt&format=pdf
43. Engblom L, Lundeheim N, Dalin AM, Andersson K. Sow removal in Swedish commercial herds. *Livestock Science.* 2007;106:76-86. [acesso 4 jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.07.002>
44. Mellagi APG, Panzardi A, Bierhals T, Gheller NB, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP. Efeito da ordem de parto e da perda de peso durante a lactação no desempenho reprodutivo subsequente de matrizes suínas. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2013;65(3):819-25. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000300030>
45. Koketsu Y, Tani S, Iida R. Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management.* 2017;3(1):1-10. [acesso 4 mai 2021]. Disponível em: <https://porcinehealthmanagement.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s40813-016-0049-7.pdf>
46. Declerck I, Dewulf J, Sarrazin S, Maes D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. *J Anim Sci.* 2016;94:1633-43. [acesso 4 mai 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27136022/>
47. Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, Marsh WE, King VL. Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance, circulating levels of glucose, insulin and luteinizing hormone in primiparous sows. *J Anim Sci.* 1996;74:1036-46. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8726735/>
48. Lúcia Júnior T. Políticas e novos conceitos de reposição e descarte de fêmeas suínas. *Acta Scie Vet.* 2007;35:S1-S8. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/35-suple-1/Simposio%20suinos.pdf>
49. Hoge MD, Bates RO. Developmental factors that influence sow longevity. *J Anim Sci.* 2011;89:1238-245. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3175>

50. Tarrés J, Bidanel JP, Hofer A, Ducrocq V. Analysis of longevity and exterior traits on Large White sows in Switzerland. *J Anim Sci.* 2006;84:2914-924. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17032784/>
51. Serenius T, Stalder KJ. Genetics of length of productive life and lifetime prolificacy in the Finnish Landrace and Large White pig populations. *J Anim Sci.* 2004;82:3111-117. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15542456/>
52. Lúcia Júnior T. 2004. Impacto de políticas de reposição e descarte sobre o desempenho durante a vida reprodutiva em matrizes suínas. *Rev Bras Reprod Ani.* 28:241-252.
53. Torres Filho RA, Euclides RF, Torres RA, Lopes PS, Breda FC. Estudo da divergência genética entre linhas de suínos utilizando técnicas de análise multivariada. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2005;57(3):390-395. [acesso 4 mai 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v57n3/25502.pdf>
54. Vicini L, Souza AM. Análise multivariada da teoria à prática. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/adriano/livro/Caderno%20dedatico%20multivariada%20-%20LIVRO%20FINAL%201.pdf>
55. Mingoti SA. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
56. Hair JF, Black WC, Babin BJ, Anderson RE, Tatham RL. *Multivariate Data Analysis Seventh Edition.* Pearson Education, New Jersey, 2009.
57. Liland KH. Multivariate methods in metabolomics—from pre-processing to dimension reduction and statistical analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry.* 2011;30(6):827-841. [acesso 4 mar 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2011.02.007>.
58. Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. *Análise multivariada de dados.* 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
59. Urbina S. *Fundamentos da testagem Psicológica.* Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.
60. Matos DAS, Rodrigues EC. *Análise fatorial.* Escola Nacional de Administração Pública. Brasília - DF. 2019. [acesso 4 mai 2021]. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4790>
61. Bryant FB, Yarnold PR. Principal-components analysis and exploratory and confirmatory factor analysis. In: Grimm LG, Yarnold PR. *Reading and understanding multivariate statistics.* Washington, DC: APA, 2000. 99-136.
62. Figueiredo Filho DB, Silva Júnior JA. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública.* 2010;16(1):160-185. [acesso 04 fev 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/op/v16n1/a07v16n1.pdf>

63. Lorenzo-Seva U, Timmerman ME, Kiers HA. The hull method for selecting the number of common factors. *Multivariate Behavioral Research*. 2011;46(2):340-364. [acesso 5 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00273171.2011.564527>
64. Tabachnick B, Fidell L. Using multivariate statistics. Needham Heights: Allyn e Bacon, 2007.
65. Field A. Descobrindo a Estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
66. Kettaneh N, Berglund A, Wold S. PCA and PLS with very large data sets. *Computational Statistics e Data Analysis*, 2005;48(1):69-85. [acesso 24 abr 2021]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167947303002949?via%3Dihub>
67. Chong IG, Jun CH. Performance of some variable selection methods when multicollinearity is present. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 2005;78(1):103-12. [acesso em 02 mar 2021]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743905000031?via%3Dihub>
68. Field A, Miles J, Field Z. Discovering statistics using R. Sage Publications, 2012. 957p.
69. Muller L, Manfron PA, Medeiros SLP, Rigão MH, Bandeira AH, Tonetto CJ, Dourado Neto D. Correlações de Pearson e canônica entre componentes da matéria seca da forragem e sementes de azevém. *Revista Brasileira de Sementes*. 2012;34(1):86-93. [acesso 21 jan 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/3dybVpM4XVVBzSJRQr8B6VM/?lang=pt&format=pdf>
70. Zimmer J. Seleção de variáveis preditivas com base em índices de importância das variáveis e regressão PLS. [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012. [acesso 13 fev 2021]. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/75913/000891304.pdf?sequence=1>
71. Andersen CM, Bro R. Variable selection in regression - a tutorial. *Journal of Chemometrics*. 2010;24(11-12):728-37. [acesso 27 jun 2021]. Disponível em: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cem.1360>
72. Zimmer J, Anzanello MJ. Um novo método para seleção de variáveis preditivas com base em índices de importância. *Production*. 2014;24(1):84-93. [acesso 13 fev 2021]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/7Pbw8HKvxD7F87rTSLJqCFD/?lang=pt&format=pdf>
73. Tan P-N, Steinbach M, Kumar V. Introdução ao Data Mining: Mineração de Dados. 1. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.
74. Buzanskas ME. Estudo da habilidade de permanência de fêmeas da raça Canchim aos 76 meses de idade. [Dissertação]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista; 2009. [acesso 16 set 2021]. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/92590/buzanskas_me_me_jabo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

75. Poulsen BG, Nielsen B, Ostersen T, Christesen OF. Genetic associations between stayability and longevity in commercial crossbred sows, and stayability in multiplier sows. *J Anim Sci.* 2020;98(6):1-6. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jas/skaa183>
76. Dijkhuizen AA, Morris RS, Morrow M. Economic optimization of culling strategies in swine breeding herds, using the “porkchop computer program”. *Prev Vet Med.* 1986;4:341-353. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(86\)90015-2](https://doi.org/10.1016/0167-5877(86)90015-2)
77. Gruhot TR, Diaz JAC, Baas TJ, Dhuyvetter KC, Schulz LL, Stalder KK. An economic analysis of sow retention in a United States breed-to-wean system. *J. Swine Health Prod.* 2017;25(5):238-246. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: <http://www.aasv.org/shap.html>
78. Rodriguez-Zas SL, Southey BR, Knox RV, Connor JF, Lowe JF, Roskamp BJ. Bioeconomic evaluation of sow longevity and profitability. *J Anim Sci.* 2003;81(12):2915-22. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: doi: <https://doi.org/10.2527/2003.81122915x>
79. Hong JH, Kim YM, Cho KH, Cho ES, Lee DH, Choi TJ. Genetic association between sow longevity and social genetic effects on growth in pigs. *Anim Biosci.* 2019;32(8):1077-83. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0789>
80. Welfare Quality. Welfare Quality® Assessment protocol for pigs (sows and piglets, growing and finishing pigs). Netherlands: Welfare Quality® Consortium. 2009. [acesso 17 set 2021]. Disponível em: http://www.welfarequalitynetwork.net/media/1018/pig_protocol.pdf
81. Marcondes CR, Paneto JCC, Silva JAV, Oliveira HN, Lôbo RB. Comparação entre análise para permanência no rebanho de vacas Nelore utilizando modelo linear e modelo de limiar. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2005;57:234-240. [acesso 14 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000200016>
82. Vacek M, Štípková EJ, Bouška, J. Relationships between conformation traits and longevity of Holstein cows in the Czech Republic. *Czech J Anim Sci.* 2006;51(8):327-333. [acesso 16 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000200016>
83. Pritchard T, Coffey M, Mrode R, Wall E. Understanding the genetics of survival in dairy cows. *J Dairy Sci.* 2013;96:3296-09. [acesso 14 set 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6219>

CAPÍTULO 2 – MODELOS PARA PREDIÇÃO DE LONGEVIDADE DA FÊMEA E DESEMPENHO DA LEITEGADA

RESUMO: As altas taxas anuais de descarte de fêmeas suínas resultam em um incremento nos custos de reposição e remoção antes do retorno do capital investido. O descarte excessivo altera a estrutura etária do rebanho, principalmente pelo aumento de primíparas no plantel, reduzindo a produtividade. Objetivou-se identificar características que possam prever e auxiliar na seleção das fêmeas mais produtivas em granja multiplicadora. Os dados são da Granja Nossa Senhora Aparecida, Rio Verde – Goiás. Foram coletadas informações fenotípicas de 18 características de 812 matrizes, e então realizadas análises de fatores e de regressão linear múltipla para entender a relação existente e identificar as variáveis com maior capacidade preditiva para o número de leitões desmamados (NLD), peso à desmama ajustado aos 21 dias (PD21) e peso total dos leitões desmamados aos 21 dias (PTD21). As análises estatísticas foram realizadas com o programa R. Os quatro principais fatores explicam 55% da variância total e foram definidos como habilidade materna, viabilidade dos leitões, fertilidade e mortalidade perinatal. Os melhores modelos de regressão para predição das características NLD e PTD21 que explicam 66% da variação de ambas, com as características número de leitões natimorto, número de leitões mortos ao nascer, peso médio ao nascer e NLD como fatores explicativos em comum. A análise de fêmeas em categorias de número de leitões nascidos vivos (NLNV) e PD21 indica que matrizes que apresentam NLNV abaixo da média da população total não tem potencial para exibir uma adequada produção acumulada sob as condições da granja analisada.

Palavras-chave: porcas, produtividade, reprodução.

ABSTRACT: The high annual culling rates of female swine result in an increase in replacement and removal costs before the return on invested capital. Excessive culling changes the age structure of the herd, mainly due to the increase of primiparae in the herd, reducing productivity. The objective was to identify characteristics that can predict and assist in the selection of the most productive females in a breeding farm. The data are from Granja Nossa Senhora Aparecida, Rio Verde – Goiás. Phenotypic information of 18 characteristics of 812 matrices was collected, and then factor analyzes and multiple linear regression were performed to understand the existing relationship and identify the variables with greater predictive capacity for the number of piglets weaned (NLD), adjusted weaning weight at 21 days (PD21) and total weight of piglets weaned at 21 days (PTD21). Statistical analyzes were performed using the R program. The four main factors explain 55% of the total variance and were defined as maternal ability, piglet viability, fertility and perinatal mortality. The best regression models for predicting NLD and PTD21 characteristics explain 66% of the variation of both, with the characteristics number of stillborn piglets, number of dead piglets at birth, mean birth weight and NLD as common explanatory factors. The analysis of females in categories of number of live born piglets (NLNV) and PD21 indicates that sows with NLNV below the average of the total population do not have the potential to exhibit an adequate accumulated production under the conditions of the analyzed farm.

Keywords: sows, productivity, reproduction.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma das áreas que mais se destaca no setor pecuário, isso se dá pelo elevado crescimento, eficácia e produtividade do setor, estando esse cenário diretamente relacionado ao desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes¹. Deste modo, as matrizes passaram por profundas mudanças, resultando em incremento na capacidade de produzir leitões, alterações fisiológicas, comportamentais e de manejo².

Inúmeras características têm influência decisiva no avanço da produtividade do rebanho e na economia do sistema de produção. A eficiência da seleção genética, a maior capacidade reprodutiva das matrizes, o vigor e a sobrevivência dos leitões, permitiu a produção de leitegadas maiores, sem aumentar a mortalidade dos leitões³. A utilização de ‘fêmeas modernas’, alojadas atualmente nas granjas, possuem elevado número de leitões nascidos por leitegada, o que possibilita o aumento nos índices de produção, principalmente no número de leitões desmamados/porca/ano⁴.

Em condições ambientais favoráveis para a produção, a utilização de animais que consigam obter bons índices zootécnicos é de extrema importância para a lucratividade da granja. Em geral, o melhoramento genético tem utilizado características como tamanho da leitegada, número total de leitões nascidos vivos e o peso da leitegada ao nascimento e desmame^{5,6}, além de características como a natimortalidade⁷, taxa de mortalidade até os 21 dias⁸ e taxa de mumificados⁹, para aferir a eficiência das granjas. Entretanto, a maioria dos trabalhos realizados são feitos em granjas comerciais, sendo necessário maiores informações sobre os fatores que afetam a eficiência das granjas multiplicadoras, para que se entenda a relação entre essas características no estabelecimento de novas estratégias de seleção e manejo.

Nesse sentido objetivou-se identificar características que possam predizer e auxiliar na seleção das fêmeas mais produtivas em granja multiplicadora, mitigando a manutenção de fêmeas com baixa produtividade e falhas no desempenho reprodutivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalações e Animais

Os dados utilizados no estudo são oriundos da Granja Nossa Senhora Aparecida (GNSA), situada no município de Rio Verde – Goiás, rodovia GO 174, km 57. A propriedade se insere no estrato de Granja Multiplicadora de suínos e se divide em dois sítios de produção

(Figura 1). No Sítio 1, o objetivo é a produção de leitões machos e fêmeas, e para isso há instalações de gestação e maternidade. Quando os animais são desmamados, após atingirem o peso e idade pré-estabelecidos para fase de creche, são transferidos para o Sítio 2, sendo os machos destinados à creche, à terminação e, posteriormente, ao abate; enquanto as fêmeas são classificadas e divididas em aptas e não aptas à reprodução. Parte das fêmeas aptas são usadas para reposição do plantel da granja GNSA enquanto as demais são vendidas aos granjeiros comerciais para que possam compor o plantel das reprodutoras. As fêmeas consideradas não aptas à reprodução recebem o mesmo tratamento que os machos, sendo terminadas e destinadas ao abate.



FIGURA 1 – Vista aérea da Granja Nossa Senhora Aparecida (Sítio 1 e Sítio 2), situada no município de Rio Verde - GO

A descrição detalhada das instalações (estrutura, equipamentos, tamanho e divisão) pode ser vista no ANEXO A deste documento.

2.2 Obtenção dos Dados Fenotípicos

Para este estudo foram coletadas 3.524 informações fenotípicas de 18 características de 812 matrizes oriundas de quatro linhagens diferentes e de diferentes ordens de parto (primeira à nona, com média de $4,34 \pm 1,31$), nascidas entre os anos de 2015 a 2019. As variáveis incluídas no estudo estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Variáveis e descrição das variáveis fenotípicas do estudo

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS
GPD	Ganho de peso diário dos leitões (kg)
IDC	Intervalo desmame-cobertura (dias)
IP	Intervalo entre partos (dias)
IPC	Idade à primeira cobertura (dias)
LM	Linhagem materna
NLBV	Número de leitões nascidos com baixa viabilidade (>700 gramas)
NLD	Número de leitões desmamados
NLMN	Número de leitões morto ao nascer
NLMO	Número de leitões mortos do nascimento a desmama
NLMUM	Número de leitões mumificados
NLNAT	Número de leitões natimortos
NLNV	Número de leitões nascidos vivos
OP	Ordem de parto
PD21	Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)
PG	Período de gestação (dias)
PL	Período de lactação (dias)
PMN	Peso médio dos leitões ao nascer (kg)
PTD21	Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)

Os dados fenotípicos deste estudo foram gerados pelo software Agriness S2, versão 7.3.4.2.

Para NLBV foram considerados apenas os leitões nascidos vivos com peso superior a 700 g, pois a granja estudada descarta-se leitões com pesos ao nascimento até esse ponto de truncamento.

2.3 Análises Estatísticas

2.3.1 Análise descritiva e de consistência dos dados

A edição, consistência e análise descritiva dos dados foram realizadas com a utilização do programa R, versão 4.0.3¹⁰, sendo considerados apenas as observações no intervalo de $\pm 3,5$ desvios-padrões da média de cada variável, considerando como *outliers* as aquelas acima deste parâmetro.

As observações de peso a desmama foram ajustadas para 21 dias, de acordo com a equação 1:

$$(1) \text{ Peso à desmama ajustado} = \text{PN} + (\text{idade padrão} \times \text{GPD}),$$

em que, GPD é o ganho de peso diário (kg) no período compreendido entre o nascimento e a desmama, realizado aos 21 dias de idade (idade padrão); PN é o peso ao nascimento (kg).

A variável peso total de leitões desmamados foi calculada pela multiplicação do número de leitões desmamados e o peso à desmama médio, ajustado aos 21 dias de idade.

2.3.2 Análise de fatores

Previamente à análise de fatores, foi realizada a avaliação da adequabilidade dos dados pelo teste de esfericidade de Bartlett (BTS) e o critério de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O teste de esfericidade de Bartlett testa a hipótese de que as variáveis não sejam correlacionadas na população. A hipótese básica diz que a matriz de correlação da população é uma matriz identidade a qual indica que o modelo fatorial é inapropriado.

A estatística do teste é dada por:

$$(3) \chi^2 = - \left[(n - 1) - \frac{2p+5}{6} \right] \ln |R|,$$

que tem uma distribuição qui-quadrado com graus de liberdade $v = \frac{p(p-1)}{2}$, onde: n = tamanho da amostra p = número de variáveis |R| = determinante da matriz de correlação.

Enquanto o critério KMO é uma estatística que indica a proporção da variância dos dados, que pode ser considerada comum a todas as variáveis, ou seja, que pode ser atribuída a um fator comum. De acordo com Hair et al.¹¹, valores de KMO entre 0,5 e 1,0 são considerados adequados para análise fatorial. A estatística do teste é dada por:

$$(4) KMO = \frac{\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2}{\sum \sum_{j \neq k} r_{jk}^2 + \sum \sum_{j \neq k} q_{jk}^2},$$

em que r_{jk}^2 é o quadrado dos elementos da matriz de correlação original fora da diagonal; q_{jk}^2 é o quadrado das correlação parcial entre as variáveis.

Neste estudo, o índice KMO apresentou um valor global igual a 0,73 e o BTS foi estatisticamente significativo ($p < 0,05$), demonstrando que a aplicação da análise de fatores é adequada. Foi realizada a correlação de Pearson afim de compreender a magnitude e a direção da associação entre as variáveis do conjunto de dados.

A análise de fatores foi realizada no conjunto de dados constituído pelas variáveis apresentadas na Tabela 1, com exceção da linhagem materna (LM), ordem de parto (OP) e período de lactação (PL), centralizados em zero pela subtração de cada observação pela média da variável $(X_{i,m} - \mu_i)$.

O modelo fatorial adotado para uma variável $X_{i,m}$, pode ser representado pela equação:

$$(2) X_{i,m} - \mu_i = l_{i,1}F_{1,m} + \dots + l_{i,m}F_{m,m} + \varepsilon_{i,m},$$

em que $i = 1, 2, \dots, p$ e $m \leq p$, sendo p o número de variáveis originais observáveis; o coeficiente $l_{i,j}$ é chamado de carga fatorial da i -ésima variável sobre o j -ésimo fator comum, sendo $j = 1, 2, \dots, m$; $F_1, \dots, F_m$, denominados fatores comuns e $\varepsilon_{i,m}$ são os erros aleatórios que estão associados somente a i -ésima variável corrigida $X_{i,m}$, respectivamente¹².

O número de fatores foi definido pelo critério do diagrama de inclinação (*screeplot*), que apresenta os autovalores em uma curva descendente, ordenando os autovalores do maior para o menor. Segundo Dmitrienko et al.¹³, os fatores situados à esquerda do ponto de inflexão devem ser considerados como significativos, ponto esse onde a curva determinada pela variância individual de cada fator se torna horizontal devido ao nivelamento dos autovalores.

Com o intuito de facilitar a interpretação dos resultados, foi aplicada a rotação ortogonal *Varimax*, utilizada para fatores não correlacionados, também chamada de rotação Kaiser-Varimax, que procura maximizar a dispersão das cargas dentro dos fatores, ou seja, visa evitar que muitas variáveis tenham cargas altas em um único fator. Assim, tem por intuito que a variável deve ter carga fatorial alta no fator ao qual pertence e carga baixa nos demais fatores¹⁴. Dessa forma, a rotação resulta em um pequeno número de variáveis destacadas, o que torna mais fácil a interpretação dos resultados, principalmente quando se tem um grande número de variáveis.

A alocação das variáveis em cada fator foi feita através dos *loadings* ($l_{i,j}$), ou cargas fatoriais, que consistem na correlação entre cada variável e os respectivos fatores. Dessa forma, quanto maior a carga fatorial em módulo, mais correlacionada a variável será com o fator. Para alocar a variável a um respectivo fator, foi utilizado como critério, carga fatorial acima de 0,40¹⁵.

2.3.3 Regressão linear múltipla

A previsão dos valores de produtividade, com base nas variáveis número de leitões desmamados/matriz/ano e produtividade acumulada (kg de leitão desmamado/matriz/ano) foi realizada pelo modelos de regressão linear múltipla. O método usado foi o de *stepwise* (passo a passo) e o primeiro modelo testado incluiu todas as variáveis que apresentaram VIF (*variance*

inflation factor) > 5 como variáveis independentes (ANEXO B). O modelo utilizado para a regressão linear múltipla foi:

$$(5) Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_i x_i + \varepsilon,$$

em que Y representa a variável resposta, $\beta_i x_i$ representam as variáveis explicativas e ε representa o erro experimental.

Os modelos foram avaliados pelo coeficiente de determinação ajustado e o critério de informação de Akaike. Todos os procedimentos realizados na análise fatorial e de regressão linear múltipla foram realizados com os pacotes “car”¹⁶, “factoextra”¹⁷, “factoMiner”¹⁸ e “psych”¹⁹ do programa computacional R, versão 4.0.3¹⁰.

2.3.4 Definição de categorias produtivas das fêmeas estudadas

As fêmeas foram categorizadas em cinco grupos, considerando a característica de NLNV e de PTD21, com base na média anual e desvio padrão (dp) correspondente. Assim, para cada característica, as categorias foram formadas de acordo com o seguinte critério: a) Fêmeas situadas abaixo dos valores de média -1 dp; b) Fêmeas situadas entre os valores de -1 dp e a média; c) Fêmeas alocadas entre a média e +1 dp; d) Fêmeas alocadas entre +1 dp e +2 dp e e) Fêmeas situadas acima de +2 dp.

A categorização das fêmeas foi realizada com o intuito de avaliar se, durante o ano produtivo, ocorre efeito compensatório nas características da desmama (NLD e PTD21), caso apresente NLNV abaixo da média. Desse modo, pelo NLNV, faz-se possível comparar o desempenho da matriz suína dentro do rebanho, no momento do nascimento, da desmama, pela característica PTD21, impactada pelo NLD e PD21. Dessa forma, é possível identificar se a matriz muda sua classificação de categoria nos dois momentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a estatística descritiva para as variáveis estudadas.

TABELA 2 – Análise descritiva do conjunto de dados

Fatores*	Média	Mínimo	Mediana	Máximo	Desvio-padrão
IPC (dias)	228,12	208,00	227,00	268,00	10,33
IDC (dias)	5,07	2,2	4,00	138,00	9,02
IP (dias)	145,72	133,00	142,00	308,00	15,65
NLBV	1,30	0,00	1,00	14,00	1,87
NLNV	14,68	3,00	15,00	27,00	3,23
NLNAT	0,92	0,00	1,00	12,00	1,26
NLMUM	0,73	0,00	0,00	7,00	1,01
NLMN	0,13	0,00	0,00	3,00	0,42
PMN (kg)	1,52	0,78	1,47	2,68	0,28
PG (dias)	114,15	110,20	114,00	119,00	1,55
NLMO	1,24	0,00	1,00	10,00	1,35
NLD	13,00	8,00	13,00	20,00	1,75
PD (kg)	5,90	3,52	6,00	8,50	0,78
GPD (kg)	0,19	0,09	0,19	0,29	0,03
PD21 (kg)	5,40	3,45	5,39	7,89	0,67
PL (dias)	23,78	13,25	23,00	39,00	3,02
PTD21 (kg)	70,47	29,67	71,37	111,78	11,98
OP	2,91	1,0	3,00	9,00	1,60

*IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PL (Período de lactação, dias); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg); OP (Ordem de parto).

Na Tabela 3, estão apresentadas as medidas das correlações de Pearson entre as variáveis estudadas. Assim, os valores apresentados próximos de zero indicam que as duas variáveis não estão correlacionadas. Já uma correlação positiva indica que as duas variáveis se movem na mesma direção (se uma aumenta a outra também aumenta e se uma diminui a outra também diminui), e a relação é forte quanto mais a correlação se aproxima do valor 1. Por fim, uma correlação negativa indica que as duas variáveis alteram-se em direções opostas ou que as variáveis são inversamente relacionadas (se uma aumenta a outra diminui e vice versa), neste caso, a relação também é mais forte quanto mais próxima for de -1^{20,21}. Dancey e Reidy²² afirmam que $r = 0,10$ até $0,30$ é uma correlação fraca; $r = 0,40$ até $0,60$ é moderada e $r = 0,70$ até $1,0$ é forte.

TABELA 3 – Coeficientes de correlação de Pearson (acima da diagonal) e valor de significância (abaixo da diagonal) entre as características estudadas

	IPC	IDC	IP	NLBV	NLNV	NLNAT	NLMUM	NLMN	PMN	PG	NLMO	NLD	GPD	PD21	PTD21
IPC	1,00	-0,03	-0,03	0,06	0,07	0,09	0,11	0,01	-0,04	-0,06	0,03	-0,05	0,00	-0,03	-0,04
IDC	0,45	1,00	0,62	-0,04	0,05	-0,03	0,00	-0,05	0,03	0,01	0,03	-0,03	-0,01	0,00	-0,03
IP	0,33	0,00	1,00	-0,07	0,02	-0,02	0,04	-0,01	0,04	0,10	0,02	0,00	0,02	0,04	0,02
NLBV	0,10	0,21	0,05	1,00	0,32	0,09	0,09	0,19	-0,57	-0,15	0,28	0,01	0,09	-0,15	-0,10
NLNV	0,05	0,17	0,50	0,00	1,00	0,07	-0,01	0,11	-0,48	-0,07	0,26	0,21	0,18	-0,01	0,11
NLNAT	0,01	0,41	0,53	0,01	0,04	1,00	0,09	0,11	-0,25	-0,10	0,08	0,04	-0,02	-0,11	-0,08
NLMUM	0,00	0,98	0,27	0,01	0,89	0,01	1,00	0,00	-0,10	-0,10	0,01	-0,02	0,00	-0,03	-0,04
NLMN	0,84	0,19	0,78	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	-0,21	-0,03	0,18	-0,03	-0,02	-0,10	-0,09
PMN	0,30	0,43	0,27	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	1,00	0,21	-0,28	-0,03	-0,25	0,16	0,11
PG	0,10	0,77	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,45	0,00	1,00	-0,09	-0,02	0,02	0,11	0,06
NLMO	0,43	0,36	0,49	0,00	0,00	0,02	0,75	0,00	0,00	0,01	1,00	-0,31	0,01	-0,10	-0,33
NLD	0,13	0,38	0,92	0,77	0,00	0,31	0,52	0,35	0,38	0,57	0,00	1,00	0,28	0,35	0,79
GPD	0,92	0,69	0,55	0,01	0,00	0,56	0,92	0,64	0,00	0,49	0,73	0,00	1,00	0,90	0,70
PD21	0,36	0,95	0,27	0,00	0,88	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	1,00	0,77
PTD21	0,31	0,40	0,65	0,00	0,00	0,03	0,22	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00

IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação, dias); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg). Correlações de Pearson de alta magnitude estão destacadas de cinza na Tabela.

De maneira geral, observa-se correlações fenotípicas fracas entre as variáveis de natureza reprodutiva, evidenciando dificuldades em relacionar associações fenotípicas entre variáveis.

Entretanto, as estimativas de correlações fenotípicas para as características GPD e PD21 foram positivas e de alta magnitude ($r = 0,90$), fato esse de fácil explicação, uma vez que o peso à desmama (PD21) é composto pelo ganho em peso pré-desmama (GPD). Também, observou-se altas estimativas de correlação fenotípicas de PTD21 com as características de NLD, GPD e PD21 (0,79, 0,70 e 0,77, respectivamente).

Correlações fenotípicas negativas e desfavoráveis foram encontradas entre PMN com NLBV e NLNV (-0,57 e -0,48, respectivamente). As causas que determinam a quantidade de leitões nascidos vivos de baixa viabilidade (peso menor que 700 g) e a quantidade de leitões nascidos vivos são múltiplas, e podem ser classificadas em características maternas e características dos embriões conforme descrito por Faccin et al.²³ e Rosa et al.¹. O desenvolvimento de soluções efetivas no controle do peso médio ao nascimento requer melhor conhecimento da fisiologia materna e neonatal, principalmente, em relação a transferência de nutrientes pela placenta, o processo de parto, a transferência de colostro e a expressão do comportamento materno apropriado.

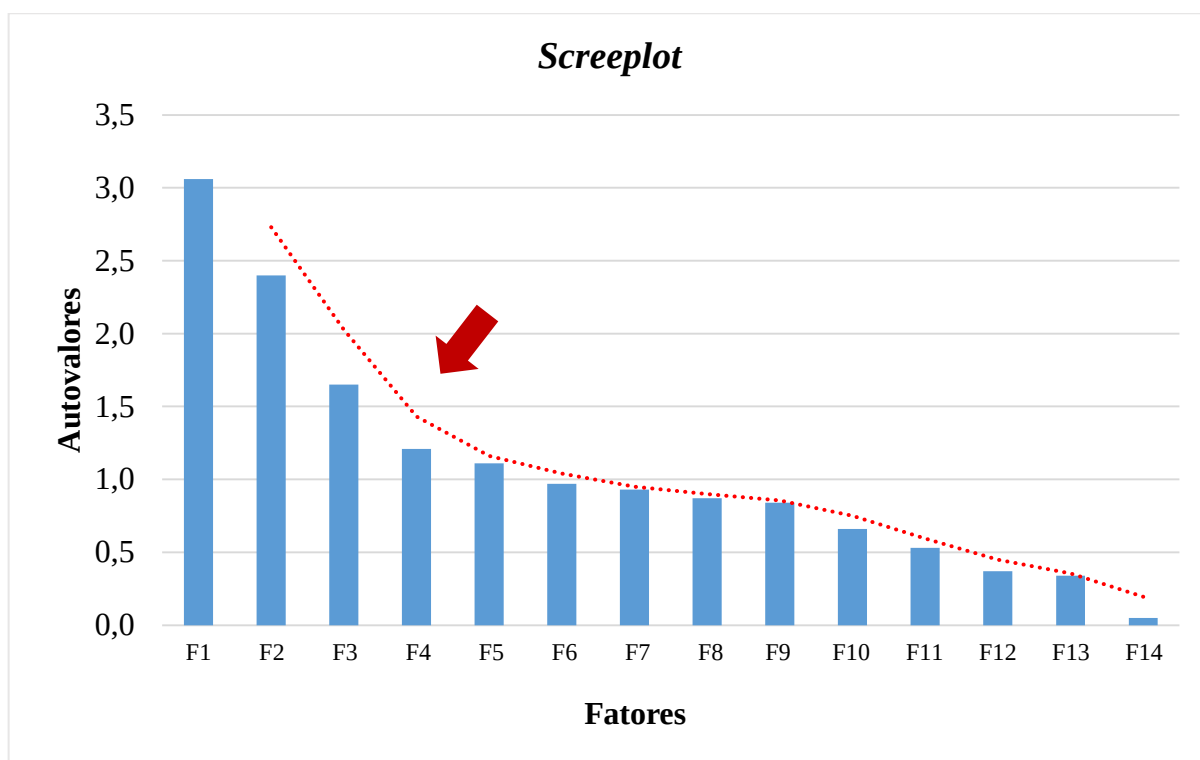
Na Tabela 4 estão apresentados os autovalores, a proporção da variância explicada e a proporção da variância acumulada dos fatores analisados.

TABELA 4 – Autovalores, proporção da variância explicada e proporção da variância acumulada dos 14 fatores identificados no estudo

Fatores	Autovalores	Proporção da variância explicada	Proporção da variância acumulada
1	3.06	0.20	0.20
2	2.40	0.16	0.36
3	1.65	0.11	0.47
4	1.21	0.08	0.55
5	1.11	0.07	0.63
6	0.97	0.06	0.69
7	0.93	0.06	0.76
8	0.87	0.06	0.81
9	0.84	0.06	0.87
10	0.66	0.04	0.91
11	0.53	0.04	0.95
12	0.37	0.02	0.97
13	0.34	0.02	1.00
14	0.05	0.00	1.00

Entretanto, considerando a recomendação do critério de Kaiser, que sugere autovalores acima de 1, seriam mantidos os cinco primeiros fatores. Porém, ao avaliar o critério conforme o diagrama de decisão da análise fatorial ou diagrama de declividade (*Scree test*)², ilustrado na Figura 2, o ponto de inflexão da curva da variância individual de cada fator conduz a manutenção dos quatro primeiros fatores, que explicam 55% da variância acumulada (Tabela 4).

Esse valor indica que as variáveis estudadas, explicam moderadamente a produtividade dos animais da granja, sendo o restante da variância provavelmente explicada pela variância ambiental e demais não registradas nos programas computacionais de gestão, e, portanto, não contempladas no estudo.



Ponto de inflexão da curva delineada pelos autovalores dos fatores está destacado pela seta vermelha. PC15 não foi apresentado na tabela pois explica 0% da variância dos dados.

FIGURA 2 – Diagrama de declividade (*screeplot*) dos autovalores dos fatores

Na Tabela 5 estão apresentadas as cargas fatoriais para cada variável sobre cada fator, sendo consideradas importantes, aquelas que apresentaram carga fatorial superior a 0,40. Desse modo, é possível observar que as 15 variáveis originais podem ser analisadas a partir de quatro fatores, que explicam 55% da variabilidade total.

TABELA 5 – Cargas fatoriais das características avaliadas em 14 fatores

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14
IPC	-0.08	0.13	-0.07	0.38	0.49	0.14	0.68	-0.20	0.25	-0.09	0.03	-0.03	-0.04	0.00
IDC	0.00	-0.08	0.88	0.13	-0.05	-0.06	-0.02	-0.10	0.07	-0.07	0.00	0.38	-0.17	0.00
IP	0.04	-0.09	0.89	0.11	-0.03	0.07	-0.02	0.03	0.03	-0.05	0.03	-0.39	0.17	0.00
NLBV	-0.21	0.71	-0.01	-0.05	-0.08	-0.17	0.06	0.22	0.00	-0.44	0.33	0.12	0.22	0.00
NLNV	0.04	0.67	0.15	-0.05	-0.25	-0.14	0.35	0.01	-0.10	0.42	-0.26	0.10	0.22	0.00
NLNAT	-0.15	0.31	-0.05	0.41	-0.01	0.56	-0.22	-0.38	-0.44	0.00	0.06	0.06	0.10	0.00
NLMUM	-0.08	0.15	0.02	0.53	0.45	-0.05	-0.24	0.61	-0.08	0.21	-0.01	0.04	-0.01	0.00
NLMN	-0.18	0.34	-0.01	-0.17	-0.13	0.62	-0.17	0.18	0.59	0.04	-0.09	0.04	0.01	0.00
PMN	0.17	-0.83	-0.04	-0.01	0.09	0.06	0.02	-0.03	0.15	0.22	0.25	0.17	0.32	0.00
PG	0.14	-0.29	0.13	-0.38	-0.03	0.44	0.41	0.43	-0.42	-0.06	0.04	0.03	-0.08	0.00
NLMO	-0.37	0.45	0.17	-0.43	0.32	-0.01	-0.06	-0.15	-0.03	0.38	0.39	-0.06	-0.14	-0.02
NLD	0.68	0.18	-0.08	0.34	-0.47	0.02	0.09	0.07	0.06	0.14	0.28	-0.07	-0.17	0.10
GPD	0.78	0.40	0.06	-0.22	0.34	0.01	-0.12	-0.07	-0.05	-0.13	-0.16	-0.01	-0.01	-0.02
PD21	0.88	0.07	0.05	-0.21	0.35	0.04	-0.12	-0.08	0.01	-0.01	-0.01	0.06	0.10	0.12
PTD21	0.95	0.11	-0.04	0.11	-0.11	0.03	0.02	0.02	0.07	0.04	0.12	0.00	-0.02	-0.17

IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação, dias); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg). Cargas fatoriais de alta magnitude estão destacadas de cinza na Tabela. PC15 não foi apresentado na tabela pois explica 0% da variância dos dados.

As variáveis IPC, NLM e PG (aproximadamente 20% das variáveis originais) apresentaram cargas fatoriais expressivas com os fatores 5, 6 e 7, que não foram consideradas como biologicamente relevantes no presente estudo, sendo excluídas da análise por estarem correlacionadas com fatores que contribuem pouco para a variação total, menos de 8%. Trabalhos realizados por Machado et al.²⁵ e Barbosa et al.²⁶, ao estudarem características de qualidade da carne suína (*post mortem*), observaram que 44% e 40% das características originalmente estudadas poderiam ser descartadas, respectivamente, em avaliações de análises de componentes principais. Na Tabela 6 são definidos os quatro principais fatores, em função das variáveis de importância de cada fator.

TABELA 6 – Variáveis que compõem os quatro primeiros fatores com as respectivas cargas fatoriais

FATORES	VARIÁVEIS ASSOCIADAS E CARGAS FATORIAIS
Habilidade materna	NLD (0,68); GPD (0,78); PD21 (0,88); PTD21 (0,95)
Viabilidade dos leitões	NLBV (0,71); NLNV (0,67); PMN (-0,83); NLMO (0,45)
Fertilidade	IDC (0,88); IP (0,89)
Mortalidade perinatal	NLNAT (0,41), NLMUM (0,53), NLMO (-0,43)

NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama).

O primeiro fator, foi denominado de habilidade materna, já que apresenta altas cargas fatoriais das variáveis relacionadas à habilidade materna da fêmea e ao desenvolvimento ponderal dos leitões na fase pré-desmame, como NLD, GPD, PD21 e PTD21. Esse resultado indica que essas características contribuem de modo relevante para explicar 20% da variância encontrada na granja, o que corrobora com outros autores que afirmam que o processo de seleção nas fêmeas suínas tem focado em características de reprodução e produção acumulada de leitões desmamados (número de leitões e quilos de leitões produzidos), em função do tempo em que a mesma permanecerá no plantel (longevidade reprodutiva)^{27,28}.

O segundo fator apresenta as variáveis NLBV, NLNV, PMN e NLMO com altas cargas fatoriais. Este fator foi denominado de viabilidade e explica 16% da variância total das características, sendo representado por características de nascimento dos leitões, que quando somadas a taxa de crescimento destes, durante a fase pré-desmame, são capazes de estimar o desempenho reprodutivo das futuras matrizes. Um maior NLBV, assim como um menor PMN dos leitões, predispõe a uma menor chance de sobrevivência pós-natal^{29,30}, já que esses leitões

apresentam menores níveis de reservas energéticas corporais, maior sensibilidade ao frio, demoram mais tempo para atingir o complexo mamário e mamar efetivamente, além de terem menor habilidade em escolher os melhores tetos. Segundo Quiniou et al.²⁹ todos esses fatores em conjunto levam a uma menor ingestão de colostro e leite, menor aquisição de imunidade passiva, gerando um quadro de subnutrição, o que resulta em maior mortalidade pós-natal e comprometimento do desenvolvimento^{30,31}. Gondret et al.³² destacaram que 86% dos leitões que pesaram <800 g ao nascer não sobreviveu até o período de desmame.

Nessa direção, Iida et al.³³ destacam que o número de leitões nascidos vivos é um importante fator que ajuda os produtores a identificar fêmeas que sejam mais prolíferas em um estágio inicial. Pois, segundos os autores, fêmeas primíparas que tiveram mais leitões nascidos vivos continuam a produzir uma maior quantidade de leitões em todos os partos subsequentes, sendo consideradas mais eficientes.

As características destacadas nos dois primeiros fatores estão correlacionadas, já que as empresas de genética por muitos anos selecionaram fêmeas com altos NLNV com o intuito de aumentar o NLD, o que levou ao desenvolvimento de linhagens consideradas hiperprolíficas. No entanto, embora o NLD seja uma boa medida para a produtividade do rebanho no curto prazo, não é a medida mais segura para aferir a qualidade dos leitões, haja visto, que a porca pode ter um alto número de leitões desmamados, mas com peso abaixo do que esperado para a fase. Dessa forma, o ganho de peso dos leitões pode ser comprometido na fase subsequente, principalmente quando a prolificidade das porcas é o principal foco de seleção, já que o progresso genético de características como capacidade uterina, número de tetas funcionais é pequeno.

A seleção genética para a diminuição da taxa de mortalidade de leitões é difícil devido à baixa herdabilidade da característica^{34,35}, pela influência dos fatores ambientais e o manejo de transferência cruzada de leitões durante a lactação. Uma estratégia alternativa para o aumento da taxa de sobrevivência é selecionar matrizes com base nas características de habilidades materna, uma vez que um bom comportamento maternal da porca contribui para a sobrevivência do leitão e para característica economicamente importantes da leitegada ao desmame³⁶.

O terceiro fator, que explica 11% da variação total, denominado de fertilidade, apresentou cargas fatoriais altas para as variáveis de IDC e IP. Em geral, características reprodutivas como as agrupadas neste terceiro fator, estão associadas entre si e afetam diretamente a eficiência produtiva das matrizes, pois impactam os dias não produtivos. A

redução dos dias não produtivos, aumenta o número de partos das fêmeas, impactando o aumento do NLD por fêmea/ano.

Por fim, o quarto fator que explica 8% da variação total, denominado de mortalidade perinatal, apresentou as variáveis NLNAT, NLMUM, NLMO associadas a ele. Este fator agrupa variáveis que estão diretamente relacionadas com a qualidade do leitão após o nascimento. Zanella et al.³⁷ descrevem a natimortalidade como sendo a morte fetal, que se dá após 90 dias de gestação. As causas que levam a esse evento são múltiplas, e em geral está associada à anóxia fetal, devido ao rompimento do cordão umbilical, bastante comum em partos distócicos³⁸. Já a mumificação é um processo não específico, que ocorre quando fetos mortos são retidos dentro do útero e se desidratam. Portanto, quando a mortalidade ocorre durante o período fetal (após 35 dias de gestação), normalmente o processo de mumificação fetal ocorre³⁷. Assim como a natimortalidade, a mumificação fetal e também a mortalidade durante a lactação proporcionam grandes perdas de produtividade na atividade suinícola³⁹, em especial nas granjas multiplicadoras, que objetivam identificar os melhores indivíduos para compor o rebanho reprodutor das granjas comerciais e para isso não devem ter predisposição às variáveis desse quarto fator.

Os resultados da análise de regressão linear múltipla para identificar as características preditivas para NLD e PTD21, bem como os valores de R^2 ajustado e RSME (*Root Mean Square Error*) nas populações treinamento e validação, estão apresentadas na Tabela 7 a seguir.

TABELA 7 – Modelos de regressão selecionados pelo método *stepwise* para as variáveis respostas NLD e PTD21, valor de R^2 ajustado, R^2 ajustado e RSME nas populações treinamento e validação

VARIÁVEIS	MODELO SELECIONADO	R^2 ajustado	R^2 ajustado		RSME	
			Treinam.	Valid.	Treinam.	Valid.
NLD	6,05 + 0,06 NLNV + 0,10 NLNAT - 0,49 PMN - 0,20 NLMO + 0,10 PTD21	0,66	0,66	0,64	0,43	1,044
PTD21	-5,89 - 0,62 NLNAT - 1,06 NLMN + 4,10 PMN + 5,38 NLD	0,65	0,67	0,63	7,31	7,34

NLD (Número de leitões desmamados); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg). RMSE (*Root Mean Square Error*); Treinam. (Treinamento); Valid (Validação).

A eficiência de predição dos modelos baseados em regressão linear múltipla (RLM) depende da existência de relações lineares entre as variáveis dependentes e independentes. Devido à sua simplicidade, os modelos RLM foram usados em muitos estudos em comparação

com quaisquer outras técnicas de modelagem na produção animal^{40,41}.

Os valores de Y preditos pelos modelos propostos são uma combinação linear das variáveis explicativas selecionadas pelo método *stepwise*, de modo que a soma dos desvios quadrados dos valores das variáveis dependentes (Y) mensuradas e preditas sejam mínimas. Os modelos propostos são úteis para elucidar como e quais os valores das variáveis explicativas modificam e são necessárias para atingir o valor ideal das características NLD e PTD21.

Nesse sentido, é possível observar que a mudança de um kg na característica PMN, reduz em 0,49 o número de leitões desmamados. De modo contrário, o modelo de predição proposto para a característica PTD21 demonstram que o aumento de uma unidade em PMN aumenta 4,10 Kg de PTD21. As variáveis explicativas NLNAT e PMN estão presentes nos dois modelos propostos, o que indica sua importância para as variáveis estudadas. Já as variáveis NLNAT, PMN, NLD e NLMO estão presentes no modelo proposto para a característica PTD21.

Essas equações de predição que envolvem para as características de impacto econômico em granjas multiplicadoras, demonstram que os modelos apresentam eficiência moderada para NLD e PTD21 e baixa para a característica PD21, conforme R-quadrado ajustado (R_{Aj}^2). Apesar dos dados *outliers* terem sido removidos previamente à realização das análises, a existência de números discrepantes pode ser uma das razões para explicar a incapacidade do modelo em prever adequadamente as variáveis estudadas. Ademais, variáveis que podem ter efeito relevante sobre as características estudadas, como fatores ambientais e efeito do macho, não foram consideradas nos modelos.

Os modelos selecionados para as variáveis NLD e PTD21 apresentaram valores de R_{Aj}^2 e RMSE próximos entre as populações de treinamento e validação, como demonstrado na Tabela 7.

Com o intuito de compreender qual é o efeito do NLNV na característica PTD21 e de determinar um limite mínimo de NLNV, para a tomada de decisão de seleção e descarte de matrizes, foi realizada a categorização dos animais de acordo com a média e desvio-padrão da população para as duas características. O número de animais em cada categoria foi expresso em porcentagem da população total do banco de dados, de modo que é possível observar na Tabela 8, o número de animais que diminuiu, permaneceu ou aumentou de categoria nas características NLNV em comparação com PTD21. Essa análise possibilita verificar se a fêmea que produz leitegadas menores em relação à média da população, compensa o baixo NLNV, desmamando animais mais pesados e se é possível determinar uma categoria mínima de NLNV para que a fêmea não prejudique a sua produtividade acumulada (kg) de leitão desmamado por fêmea/ano.

TABELA 8 – Porcentagem de animais que permanecem, aumentam ou diminuíram pelo menos uma categoria de PTD21 de sua classe de NLNV

NLNV	PTD21					Total (n)
	< -1dp	-1dp -média	média - +1 dp	+1 dp - +2 dp	> 2dp	
< '-1dp	45,87	54,13	0,00	0,00	0,00	109
-1dp -média	11,36	76,04	12,60	0,00	0,00	405
média -'+1 dp	0,00	28,44	53,66	17,90	0,00	218
+1 dp - +2 dp	0,00	4,61	21,53	69,25	4,61	65
> 2dp	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	15

PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); dp (desvio padrão). As categorias de grupo são baseadas no desvio padrão (dp) da média da população total para a característica estudada.

Pelos resultados, observa-se que 100% das fêmeas que apresentaram NLNV na categoria < -1dp se mantiveram abaixo da média da população em relação a variável PTD21; o mesmo comportamento foi observado nas fêmeas pertencentes a categoria -1dp e a média, onde cerca de 87,40% das fêmeas não subiram de categoria. Desta forma, fica evidenciado que não é possível verificar um efeito compensatório no peso dos leitões na fase pré-desmama.

Nas demais categorias de NLNV é possível observar que aproximadamente 30% desses animais apresentam-se em uma categoria abaixo de PTD21 em relação ao seu NLNV. Estudo realizados por Allen et al.⁴² evidenciaram que leitegadas menores são provenientes de matrizes de menor habilidade materna e apresentam menores taxas de crescimento o que impacta negativamente a produção acumulada da matriz de modo permanente. Holanda et al.⁸ destacam ainda que o aumento no tamanho da leitegada tem levado à redução do peso ao nascimento e a maior heterogeneidade dentro da leitegada, reduzindo a vitalidade ao desmame e até em outras fases subsequentes.

Sendo assim, as matrizes que apresentam NLNV inferiores à média da população deveriam ser priorizadas no descarte da granja. Paredes et al.⁴³ demonstraram que em granjas comerciais, animais com peso ao nascimento 1,0 dp abaixo da média da população não conseguiram aumentar sua categoria de peso a desmama. Os mesmos autores verificaram que os animais com 2,0 dp abaixo da média da população no peso à desmama, finalizam a fase de creche na mesa categoria, isto é, não é possível compensar o baixo peso das fases anteriores, demonstrando que leitões provenientes de leitegadas menores tem seu ganho de peso prejudicado permanentemente.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo evidencia que os principais quatro fatores latentes, responsáveis por 55% da variância entre matrizes da granja multiplicadora, contemplam as variáveis

relacionadas com a habilidade materna, viabilidade dos leitões, fertilidade da matriz e mortalidade perinatal, respectivamente. Os melhores modelos de regressão para predição das características NLD e PTD21 explicam aproximadamente 66% da variação de ambas, com as características NLNAT, NLMN, PMN e NLD com fatores explicativos em comum. A análise de fêmeas em categorias de NLNV e PTD21 resultou em uma indicação consistente de que matrizes que apresentam NLNV abaixo da média da população total, não tem potencial para exibir uma adequada produção acumulada sob as condições da granja analisada.

5 REFERÊNCIAS

1. Rosa LS, Costa Filho LCC, Souza MIL, Correa Filho RAC. Fatores que afetam as características produtivas e reprodutivas de fêmeas suínas. *B Indústr Anim.* 2014;71(4):381-95. [acesso 01 fev 2021]. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1420654769.pdf>
2. Lopes IMG, Souza JPP, Lima MD, Silva KF, Santos MC, Silva BAN. Influência do ciclo reprodutivo sobre os índices zootécnicos em matrizes suínas hiperprolíficas. *Research, Society and Development.* 2021;10(2):1-7. [acesso 21 ago 2021]. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12367>
3. Vicari Junior D, Zimmer F, Gugel J, Campigotto G, Tavernari FC, Boiago MM, Silva AS, Paiano D. Supplementation with spray-dried porcine plasma in piglets at birth: effects on protein metabolism and performance. *Research, Society and Development.* 2020;9(8):1-20. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/5552/4582>
4. Prazeres CD, Irgang R, Pereira MC, Hauptli L, Parizotto Santian G, Trevisol J. Efeito do tamanho da leitegada sobre a variação dos pesos ao nascer e ao desmame em leitões da raça landrace. *Boletim de Indústria Animal.* 2016;73(1),39-45. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: DOI <http://dx.doi.org/10.17523/bia.v73n1p39>
5. Pires AV, Lopes PS, Torres RA, Euclides RF, Silva MA, Costa AC. Tendências genéticas dos efeitos genéticos direto e materno em características reprodutivas de suínos. *Rev Bras Zootec.* 2000;29:1689-1697. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000600014>
6. Panzardi A, Marques BMFPP, Heim G, Bortolozzo FP, Wentz I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. *Acta Scientiae Veterinariae.* 2009;37:49-60. [acesso 02 jun 2021]. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2890/289060015007.pdf>
7. Lourenço FF, Dionello NJL, Medeiros GCR, Rosa VC. Estudos genéticos sobre a leitegada em suínos da raça Landrace criados no Rio Grande do Sul. *Rev Bras Zootec.* 2006;37(9):1601-1606. [acesso 02 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000900011>

8. Holanda MCR, Barbosa SBP, Sampaio IBM, Santos ES, Santoro KR. Tamanho da leitegada e pesos médios, ao nascer e aos 21 dias de idade, de leitões da raça Large White. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2005;57(4):539-544. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352005000400016>
9. Padilha JB, Groff PM, Turmina R, Teixeira PPM. Mortalidade embrionária e fetal em suínos: uma revisão. *Nucleus Animalium*. 2017;9(1):7-16. [acesso 02 jun 2021]. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/animalium/article/view/1649/2520>
10. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.
11. Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, Black WC. *Análise multivariada de dados*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593 p.
12. Dekryger NH. Comparative analysis of the true profitability between genetic multiplication and terminal pig production. [Tese]. Purdue University. 2014. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: https://docs.lib.purdue.edu/open_access_theses/168
13. Dmitrienko A, Chuang-Stein C, D'Agostino RB. *Pharmaceutical Statistics Using SAS: A Practical Guide*. SAS Institute. 2007. 380 p. ISBN: 978-1-59994-357-2.
14. Matos DAS, Rodrigues EC. *Análise fatorial*. Escola Nacional de Administração Pública. Brasília - DF. 2019. [acesso 4 mai 2021]. Disponível em: <http://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4790>
15. Field A, Miles J, Field Z. *Discovering statistics using R*. Sage Publications, 2012. 957p.
16. Fox J, Weisberg S. *car: An R Companion to Applied Regression*, ed 3. Sage, Thousand Oaks CA. [acesso 20 abr 2021]. Disponível em: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>
17. Kassambara A, Mundt F. *factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses*. R package version 1.0.7. 2020. [acesso 20 abr 2021]. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>
18. Lê S, Josse J, Husson F. *RactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis*. *Journal of Statistical Software*. 2008;25(1):1-18. [acesso 20 abr 2021]. Disponível em: <https://www.jstatsoft.org/article/view/v025i01>
19. Revelle W. *Psych: Procedures for Personality and Psychological Research*, Northwestern University, Evanston, Illinois, USA. 2021. [acesso 20 abr 2021]. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=psych>
20. Kozak M. "What is strong correlation?". *Teaching Statistics*. 2009;31:85-86. [acesso 02 mai 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00387.x>
21. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1988.

22. Dancey C, Reidy J. Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows. Porto Alegre, Artmed. 2006.
23. Faccin JEG, Laskoski F, Cemin HS, Mellagi APG, Bernardi ML, Ulguim RR, Bortolozzo FP, Tokach MD. Evaluating the impact of weaning weight and growth rate during the first week post weaning on overall nursery performance. J Swine Health Prod. 2020;28(2):70-78. [acesso 02 jun 2021]. Disponível em: <http://www.aasv.org/shap.html>.
24. Field A. Descobrindo a Estatística usando o SPSS. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
25. Machado AT, Santos RC, Caldara FR, Gonçalves MC, Naas IA. Integrated multivariate analysis to evaluate effects of pre-slaughter handling on pork quality. Eng Agric. 2014;34(3). [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162014000300007>
26. Barbosa L, Lopes OS, Regazzi AJ, Guimarães SEF, Torres RA. Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. Rev Bras Zootec. 2006;35(4):1639-45. [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000600009>
27. Engblom L, Calderón Diaz JA, Nikkilä M, Gray K, Harms P, Fix J, Tsuruta S, Mabry J, Stalder K. Genetic analysis of sow longevity and sow lifetime reproductive traits using censored data. J. Anim. Breed. Genet. 2016;133:138-144. [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: DOI 10.1111/jbg.12177
28. Hoge MD, Bates RO. Developmental factors that influence sow longevity. J Anim Sci. 2011;89:1238-245. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3175>
29. Quiniou N, Dagorn J, Gaudré D. Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. Livestock Production Science. 2002;78:63-7. [acesso 13 jun 2021]. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00181-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00181-1)
30. Van Rens BTTM, De Koning G, Bergsma R, Van Der Lende T. Prewaning piglet mortality in relation to placental efficiency. J Anim Sci. 2005;83:144-151. [acesso 13 jun 2021]. Disponível em: DOI 10.2527/2005.831144x
31. Le Dividich J, Noblet J. Colostrum Intake and thermoregulation m the neonatal pig relation to environmental temperature. Biology of the Neonate. 1981;40:167-74.
32. Gondret F, Lefaucheur L, Louveau I, Lebret B, Pichodo X, Le Cozler Y. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. Livest Prod Sci. 2005;93:137-146. [acesso 10 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.09.009>
33. Iida R, Piñeiro C, Koketsu Y. High lifetime and reproductive performance of sows in southern European Union commercial farms can be predicted by high numbers of pigs born alive at parity one. J Anim Sci. 2015;93:2501-8. [acesso 13 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8781>

34. Grandinson K, Lund MS, Rydhmer L, Strandberg E. Genetic parameters for the piglet mortality traits crushing, stillbirth and total mortality, and their relation to birth weight. *Acta Agric Scand.* 2002;52:167-173. [acesso 20 ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/090647002762381041>
35. Hellbrügge B, Tölle K-H, Bennewitz J, Henze C, Presuhn U, Krieter J. Genetic aspects regarding piglet losses and the maternal behaviour of sows. Part 1. Genetic analysis of piglet mortality and fertility traits in pigs. *Animal.* 2008;2(9):1273-80. [acesso 20 ago 2021]. Disponível em: DOI 10.1017/S1751731108002504
36. Andersen IL, Berg S, Boe KE. Crushing of piglets by the mother sow—purely accidental or a poor mother? *Appl Anim Behav Sci.* 2005;93:229-243. [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.015>
37. Zanella E, Silveira PRS, Sobestiansky J. Natimorto, mumificados e natimortalidade. In: Sobestiansky J. e Barcellos DESN. (Ed). *Doenças de Suínos*. Goiânia: Cãnone Editorial, p.564-567, 2007.
38. Dial GD, Marsh WE, Polson DD. Reproductive failure: differential diagnosis. In: Leman AD, Straw BE, Mengeling WL. *Diseases of swine*. 7th. Ed. Iowa State University Press, Ames, IA. p. 88-137, 1992.
39. Borges VF, Bernardi ML, Bortolozzo FP, Wentz I. Perfil de natimortalidade de acordo com ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2008;60(5). [acesso 01 ago 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352008000500028>
40. Luković Z, Malovrh S, Gorjanc G, Kovač M. A random regression model in analysis of litter size in pigs. A random regression model in analysis of litter size in pigs. *South African Journal of Animal Science.* 2004;34(4):240-248. [acesso 01 ago 2021]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283595656_A_random_regression_model_in_a_nalysis_of_litter_size_in_pigs
41. Serenius T, Sevon-Aimonen M-L, Mantysaari EA. Effect of service sire and validity of repeatability model in litter size and farrowing interval of Finnish Landrace and Large White populations. *Livest Prod Sci.* 2003;81:213-222.
42. Allen WR, Wilsher SC, Tiplady C, Butterfield RM. The influence of maternal size on pre- and postnatal growth in the horse: III Postnatal growth. *Reproduction.* 2004;127(1):67-77. [acesso 10 jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1530/rep.1.00024>
43. Paredes SP, Jansman AJM, Vertegen MWA, Awati A, Buist W, Den Hartog LA, Van Hees HMJ, Quiniou N, Hendriks WH, Gerrits WJJ. Analysis of factors to predict piglet body weight at the end of the nursery phase. *J Anim Sci.* 2012;90:3243-51. [acesso 10 jul 2021]. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/90/9/3243/4701781>

CAPÍTULO 3 – IDENTIFICAÇÃO DE PREDITORES DE LONGEVIDADE PRODUTIVA DE MATRIZES SUÍNAS PERTENCENTES A UMA GRANJA MULTIPLICADORA

RESUMO: A ordem de parto é o parâmetro mais usado para caracterizar a longevidade reprodutiva de fêmeas suínas. Entretanto, não considera eventos como retorno ao cio e falhas reprodutivas, durante o intervalo de partos. Relacionar o desempenho reprodutivo e produtivo de uma matriz, ou ainda, combinar a produção acumulada durante a vida reprodutiva em função do tempo, seria mais adequado e preciso. Assim, objetivou-se elaborar critérios que contemplam esse carácter binário da reprodução e produção que visam auxiliar a seleção de fêmeas longevas. Dois diferentes tipos de habilidade de permanência da matriz suína foram concebidos (*stayability* 1 e 2), ambos como característica binária (longevas = categoria 1; não longeva = 0). No *stayability* 1 (STAY1) foi usado o número de leitões nascidos vivos (NLNV) e no *stayability* 2 (STAY2) quilograma de leitões desmamados, ambos, acumulados até o 4º parto. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa computacional R. Os melhores modelos preditivos para a longevidade das fêmeas pelo STAY1 incluem idade à primeira cobertura (IPC) e NLNV e para STAY2 incluiu apenas IPC. O modelo de predição proposto para de STAY1 é mais eficiente (78%) do que para STAY2 (55%). A seleção para STAY1 pode ser realizado com o NLNV do primeiro parto, enquanto a de STAY2 deve ser preferencialmente realizado mais tardiamente na vida da fêmea, pelo NLD acumulado das três primeiras parições. A análise de sobrevivência demonstrou que pelo critério STAY 1, as fêmeas seriam descartadas mais tardiamente (8º parto), quando comparado com STAY2 (6º parto).

Palavras-chave: descarte de fêmeas, produção de suínos, *stayability*.

ABSTRACT: Parity order is the most used parameter to characterize the reproductive longevity of swine females. However, it does not consider events such as return to heat and reproductive failures during the birth interval. Relating the reproductive and productive performance of a matrix, or even combining the production accumulated during the reproductive life as a function of time, would be more adequate and precise. Thus, the objective was to elaborate criteria that contemplate this binary character of reproduction and production that aim to help the selection of long-lived females. Two different types of permanence ability of the swine matrix were conceived (*stayability* 1 and 2), both as a binary characteristic (longlife = category 1; non-longlife = 0). In *stayability* 1 (STAY1), the number of piglets born alive (NLNV) and in *stayability* 2 (STAY2) the kilogram of weaned piglets, both accumulated until the 4th parturition, was used. All statistical procedures were performed using the R computer program. The best predictive models for female longevity for STAY1 include age at first mating (IPC) and NLNV and for STAY2 it included only IPC. The prediction model proposed for STAY1 is more efficient (78%) than for STAY2 (55%). Selection for STAY1 can be carried out with the NLNV of the first calving, while for STAY2 should preferably be carried out later in the female's life, by the accumulated NLD of the first three calvings. Survival analysis showed that according to the STAY 1 criterion, females would be discarded later (8th parturition), when compared to STAY2 (6th parturition).

Keywords: female culling, swine production, *stayability*.

1 INTRODUÇÃO

A longevidade das matrizes é um componente-chave para uma suinocultura eficiente e lucrativa¹. Fêmeas reprodutoras devem ser mantidas no rebanho até que pelo menos os custos de investimento inicial associado à sua substituição sejam recuperados². Stalder et al.³ sugeriram que as porcas deveriam permanecer no rebanho entre 3 e 4 partos para que o produtor tenha o retorno do seu investimento. Altas taxas de remoção diminuem a média do número de leitões por parto, aumenta o número de dias-não-produtivos e diminui a intensidade de seleção, o que limita o progresso genético⁴. Neste sentido, uma matriz não deve ser voluntariamente removida do rebanho, enquanto não esteja produzindo quantidade e qualidade de leitões igual ou maior que a média do rebanho¹.

Não há um consenso na literatura científica sobre a definição do termo longevidade. Yazdi et al.⁵ e Tarrés et al.⁶ definiram longevidade como sendo a duração da vida produtiva (número de dias desde o primeiro parto até a remoção do rebanho). Já Serenius e Stalder⁷ a descrevem como sendo a prolificidade ao longo da vida (total de leitões produzidos) e duração da vida produtiva (número de dias a partir do primeiro parto até a data do abate ou censura). Engblom et al.² sugerem que a longevidade pode ser medida usando vários métodos, como *stayability*, isto é, a característica é avaliada de modo binário, sendo as fêmeas categorizadas como sucesso (1) ou fracasso (0) de acordo com critérios produtivos, como por exemplo, produção de um número definido de leitões. Os mesmos autores afirmam que o termo pode ser definido por indicadores econômicos das fêmeas, como a quantidade de leitões nascidos vivos, número de leitões desmamados e quilos de leitões desmamados produzidos ao longo da vida.

A longevidade das fêmeas suínas pode ser melhorada pela seleção genética. No entanto, essa característica raramente é incluída nas avaliações genéticas, já que é expressa no final da vida da porca (por exemplo, idade na remoção) e são necessários longos intervalos de tempo para coletar dados completos durante toda a vida útil do animal, sem que dados censurados sejam utilizados na avaliação². Outra estratégia seria o uso de características que são expressas mais cedo na vida da fêmea e que tenha alta correlação com a longevidade, como preditores para a característica⁸. Independente da estratégia utilizada, seleção direta ou indireta, é importante entender qual é o efeito do critério utilizado para seleção de matrizes mais longevas na taxa de descarte de fêmeas, devido ao impacto na rentabilidade do rebanho.

O presente trabalho objetivou identificar quais características produtivas poderiam ser utilizadas como preditoras da longevidade de fêmeas suínas, definida pela habilidade de permanência, e a ordem de parição mais adequada para a realização dessa predição.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalações e Animais

Os dados utilizados no estudo são oriundos da Granja Nossa Senhora Aparecida (GNSA), situada no município de Rio Verde – Goiás, rodovia GO 174, km 57. A propriedade se insere no estrato de Granja Multiplicadora de suínos e se divide em dois sítios de produção. No Sítio 1, o objetivo é a produção de leitões machos e fêmeas, e para isso há instalações de gestação e maternidade. Quando os animais são desmamados, após atingirem o peso e idade pré-estabelecidos para fase de creche, são transferidos para o Sítio 2, no qual os machos são destinados à creche, à terminação e, posteriormente, ao abate; enquanto as fêmeas são classificadas e divididas em aptas e não aptas à reprodução. Parte das fêmeas aptas são usadas para reposição do plantel da granja GNSA enquanto as demais são vendidas aos granjeiros comerciais para que possam compor o plantel das reprodutoras. As fêmeas consideradas não aptas à reprodução recebem o mesmo tratamento que os machos, sendo terminadas e destinadas ao abate. A descrição detalhada das instalações (estrutura, equipamentos, tamanho e divisão) pode ser vista no ANEXO A deste documento.

2.2 Obtenção dos Dados Fenotípicos

Para esse estudo foram coletadas 1706 informações fenotípicas, compostas de 18 características de 257 matrizes com até nove partos, pertencentes a quatro linhagens diferentes, nascidas entre os anos de 2015 a 2017. A restrição no banco de dados foi feita com base no número de partos, de forma que, as fêmeas censuradas foram aquelas que não tiveram oportunidade, até o momento da avaliação, de ter pelo menos 4 partos. A utilização da ordem de partos (OP) como forma de selecionar as matrizes que participariam do presente estudo teve como base as recomendações feitas por Engblom et al.². Os autores afirmam que fêmeas com menos de quatro partos não seriam suficientemente informativas para determinar sua

longevidade, já que representam dados censurados. As variáveis incluídas no estudo estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Variáveis e descrição das variáveis fenotípicas do estudo

VARIÁVEIS	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS
GPD	Ganho de peso diário dos leitões (kg)
IDC	Intervalo desmame-cobertura (dias)
IP	Intervalo entre partos (dias)
IPC	Idade à primeira cobertura (dias)
LM	Linhagem materna
NLBV	Número de leitões nascidos com baixa viabilidade (>700 gramas)
NLD	Número de leitões desmamados
NLMN	Número de leitões morto ao nascer
NLMO	Número de leitões mortos do nascimento a desmama
NLMUM	Número de leitões mumificados
NLNAT	Número de leitões natimortos
NLNV	Número de leitões nascidos vivos
OP	Ordem de parto
PD21	Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)
PG	Período de gestação (dias)
PL	Período de lactação (dias)
PMN	Peso médio dos leitões ao nascer (kg)
PTD21	Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias (kg)

Os dados fenotípicos deste estudo foram gerados pelo software Agriness S2, versão 7.3.4.2.

2.3 Habilidade de Permanência (*stayability*) e Medidas de Avaliação da Longevidade Produtiva

As matrizes da Granja Nossa Senhora Aparecida permanecem em média por três anos no plantel reprodutivo, independente da OP. O descarte involuntário de fêmeas ocorre antes desse período, somente se as matrizes apresentassem falhas reprodutivas, problemas locomotores ou outro problema de saúde grave que as impossibilitaria de continuar no plantel. Assim, a taxa de descarte involuntário da granja, durante o período avaliado, foi de 1,92% ao ano.

A habilidade de permanência ou *stayability* tem sido frequentemente utilizada para o estudo do tempo de permanência dos animais no rebanho⁹. Em geral, trata-se de uma medida que descreve a capacidade produtiva e a permanência da fêmea no rebanho por um período pré definido^{10,11}.

Neste contexto, considerando que diversos autores estudaram as características NLNV e NLD como preditoras de longevidade produtiva de fêmeas suínas^{7,12,13} utilizou-se as mesmas características destacadas, como critério de avaliação em dois diferentes critérios para definição de *stayability*.

Para isso, o presente estudo considerou os critérios de *stayability* (STAY1 e STAY2) como sendo uma característica binária, onde os critérios produtivos foram utilizados para classificar as fêmeas como longevas, sendo consideradas como sucesso (categoria 1) e não longevas, sendo consideradas como fracasso (categoria 0).

Para a STAY1, as matrizes longevas apresentaram número total acumulado de leitões nascidos vivos até o quarto parto, acima de 61 leitões, média da granja estudada. Enquanto que para a STAY2, foram consideradas longevas, as matrizes que apresentaram peso de leitões desmamados acumulados até o 4º parto, superior a 308 kg, média da granja.

O número de matrizes do rebanho classificadas como longevas e não longevas está apresentado na Tabela 2.

TABELA 2 – Número de matrizes suínas do rebanho classificadas de acordo com os critérios de *stayability* estudados

Categoria	Critério	
	STAY1	STAY2
Longevas	138	125
Não longevas	119	132

STAY1 (stayability 1 - matrizes longevas apresentaram número total de leitões nascidos vivos superiores à média (61,0) da população estudada); STAY2 (stayability 2 - matrizes longevas apresentaram peso (kg) de leitão desmamado total (308 Kg) superiores à média da população).

2.4 Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas do presente estudo foram realizadas com o auxílio do software R (v 3.14)¹⁴.

2.4.1 Identificação de preditores para a longevidade produtiva de fêmeas suínas

Para a identificação dos fatores produtivos que apresentam diferença nas categorias longevas/não longevas em ambos os critérios de *stayability* (STAY1 e STAY2), foi realizado o teste t de Student a 5% de probabilidade. As características comparadas nos dois grupos foram aquelas apresentadas na Tabela 1 do capítulo 2.

As características que apresentaram significância estatística ($p < 0,05$) na análise anterior, foram testadas como possíveis preditoras das longevidades. Para tal, foi realizada uma análise de regressão logística múltipla em que STAY1 e STAY2 são as variáveis dependentes e as características produtivas, que apresentaram significância estatística no teste t de Student, foram testadas como variáveis explicativas. As variáveis consideradas explicativas foram aquelas que apresentaram significância ($p < 0,05$) no modelo de regressão proposto. Para estimar o ajuste da equação foi utilizado o índice R^2 de MacFadden.

Para estimar a capacidade preditiva do modelo, a equação composta pelas variáveis significativas na análise de regressão múltipla foi reavaliada no mesmo banco de dados, por validação cruzada, onde a população foi subdividida em 10 partes ($k=10$).

Utilizando regressão logística univariada foram testadas as variáveis NLNV e NLD acumuladas na primeira, segunda e terceiras partições das matrizes para identificar qual seria o melhor momento para a realização da predição nas primeiras três partições.

2.4.2 Análise de sobrevivência

Para identificar a ordem de partição que apresenta a maior probabilidade das fêmeas serem descartadas, foi realizada a análise de sobrevivência Kaplan-Meier, com um teste de log-rank ($p < 0,05$), utilizando a ordem de parto como a série temporal e o descarte das fêmeas como evento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 3 e 4 estão apresentadas as médias, medianas, desvios-padrão e análise de variância das 18 variáveis produtivas, do rebanho suíno, para os critérios de classificação da *stayability* 1 e *stayability* 2, respectivamente.

TABELA 3 – Média, desvio padrão, mediana e análise de variância das características produtivas das matrizes categorizadas como longevas (1) ou não longevas (0), de acordo com o critério STAY1

Variáveis	Média*		Desvio padrão		Mediana	
	0	1	0	1	0	1
IPC	225,79 b	231,42 a	9,19	10,95	225,00	231,00
IDC	5,26	4,80	10,24	6,91	4,00	4,00
IP	146,56	144,61	17,42	12,88	143,00	142,00
NLBV	0,91 b	1,86 a	1,42	2,25	0,00	1,00
NLNV	13,61 b	16,19 a	2,99	2,94	14,00	16,00
NLNAT	0,79 b	1,11 a	1,10	1,43	0,00	1,00
NLMUM	0,71	0,75	1,03	0,98	0,00	0,00
NLMN	0,10 b	0,18 a	0,36	0,48	0,00	0,00
PMN	1,57 a	1,43 b	0,29	0,24	1,54	1,42
PG	114,29 a	113,96 b	1,59	1,46	114,00	114,00
NLMO	1,08 b	1,48 a	1,24	1,47	1,0	1,00
NLD	12,87 b	13,18 a	1,70	1,81	13,00	13,00
GPD	0,18	0,19	0,03	0,03	0,18	0,19
PD21	5,45 a	5,32 b	0,68	0,64	5,43	5,32
PTD21	70,49	70,43	11,98	11,97	71,37	71,22

*Letras diferentes nas mesmas linhas demonstram diferença estatística significativa ($p < 0,05$). STAY1 (*stayability* 1) - matrizes longevas apresentaram número total de leitões nascidos vivos superiores à média (61,0) da população estudada). IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação, dias); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg).

Conforme a Tabela 3, quando a longevidade considera o número de leitões produzidos pelas fêmeas, as características associadas à precocidade das fêmeas (IPC), à viabilidade dos leitões (NLBV, NLNV, NLNAT, NLMN, PMN, NLMO, NLD) e ao crescimento (PD21), apresentam diferença significativa ($p < 0,05$), sendo a média do grupo longo maior do que o não longo para as características IPC, NLBV, NLNV, NLNAT, NLMN, NLMO e NLD.

TABELA 4 – Média, desvio padrão, mediana e análise de variância das características produtivas das matrizes categorizadas como sucesso ou fracasso, de acordo com o critério STAY2

Variáveis	Média*		Desvio padrão		Mediana	
	0	1	0	1	0	1
IPC	227,20 b	229,20 a	10,70	9,45	226,00	230,00
IDC	5,39	4,52	10,28	6,19	4,00	4,00
IP	146,50	144,43	17,83	11,01	142,00	142,00
NLBV	1,34	1,24	1,92	1,77	1,00	1,00
NLNV	14,55	14,89	3,28	3,13	15,00	15,00
NLNAT	0,93	0,91	1,26	1,27	1,00	1,00
NLMUM	0,75	0,69	1,04	0,96	0,00	0,00
NLMN	0,14	0,12	0,42	0,40	0,00	0,00
PMN	1,49 b	1,55 a	0,27	0,29	1,45	1,51
PG	114,13	114,19	1,61	1,44	114,00	114,00
NLMO	1,30	1,14	1,35	1,35	1,00	1,00
NLD	12,78 b	13,37 a	1,70	1,78	13,00	13,00
GPD	0,18 a	0,19 b	0,03	0,03	0,18	0,19
PD21	5,34 b	5,49 a	0,65	0,69	5,32	5,50
PTD21	68,58 b	73,77 a	11,53	12,03	69,35	74,37

*Letras diferentes nas mesmas linhas demonstram diferença estatística significativa ($p < 0,05$). STAY2 (*stayability* 2) - matrizes longevas apresentaram peso (kg) de leitão desmamado total (308 kg) superiores à média da população). IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmamecobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg).

Ao analisar STAY 2 (Tabela 4), a permanência pelo critério de kg de leitões produzidos, as médias para as características IPC, PMN, NLD, GPD, PD21 e PTD21 apresentaram diferença significativa entre os grupos, com maiores médias para o grupo longo. As variáveis IDC e IP para STAY 1 e STAY 2, apesar de não apresentarem diferença significativa, evidenciou uma tendência de que as fêmeas longevas apresentam menor quantidade de número de dias não produtivos (DNP), impactando a eficiência econômica da atividade.

Os resultados encontrados na Tabela 3 corroboram com Koketsu et al.¹⁵ que observaram a existência de dois grupos de características correlacionadas com o NLD/porca/ano, em rebanhos reprodutores. O primeiro grupo é representado por características que afetam o NLD e o segundo, pelas características relacionadas ao número de leitegadas/ano. O número de leitões desmamados depende do número de NLNV e da mortalidade pré-desmame, associados ao fator denominado de viabilidade, representado pelas características NLBV, NLNV, NLNAT, NLMN, PMN, NLMO e NLD. Enquanto o número de leitegadas por porca por ano depende dos DNP, PL e PG. A duração de lactação não foi considerada no

presente estudo, já que as características relacionados ao desmame foram ajustadas para 21 dias de lactação.

A média da IPC no grupo longofoi foi significativamente superior quando comparada ao não longofoi, em ambos critérios de STAY, mas a diferença entre os grupos é de 12 dias. A IPC é uma característica influenciada principalmente pelos manejos nutricionais e reprodutivos, e se ocorre atraso da cobertura devido à imaturidade reprodutiva da fêmea, consequentemente atrasa a concepção já que a reprodução em uma maior idade está associada a uma maior leitegada na primeira e segunda parições^{16,17,18}. Entretanto, trabalhos realizados por Koketsu et al.¹⁵ e Schukken e Vernooij¹⁹, demonstraram que o atraso da concepção não pode ser superior a 60 dias, para não prejudicar o número de leitões desmamados da fêmea ao longo da vida e ocasionar perda de lucratividade para o sistema de produção.

Ao realizar a análise de regressão logística, considerando as variáveis que apresentaram diferença significativa como preditoras da longevidade das fêmeas nos dois critérios, observa-se nas Tabelas 4 que as variáveis IPC e NLNV são estatisticamente significativas para predizer STAY 1 e a variável IPC é significativa para prever STAY2. O modelo de predição para STAY1 teve uma capacidade de predição superior (78%, $R^2 = 65\%$) ao de STAY2 (55%, $R^2 = 52\%$) demonstrando que as características IPC e NLNV seriam adequadas para selecionar as fêmeas longevas. Isso indica que os fatores que mais afetam a permanência das fêmeas estão relacionados a eficiência reprodutiva, que incluiu a precocidade sexual, representada pela IPC e a prolificidade, representada pelo NLNV.

Também, o coeficiente do modelo de regressão logística demonstra que o aumento da IPC em um dia, aumenta em 6% e 2%, a probabilidade da fêmea mudar de categoria na STAY1 e na STAY2, respectivamente. Entretanto é preciso ser prudente na interpretação desses resultados já que estudos realizados com séries temporais tem identificado faixas de idade ótimas para essa característica. A decisão sobre a idade à primeira cobertura deve considerar a maturidade reprodutiva da fêmea, que combina idade cronológica e peso da fêmea. Caso a idade ultrapasse um determinado limite, impactos negativos em função dos DNP pode acontecer. Apesar de não ter sido objeto do presente estudo, Koketsu et al.¹⁵ ao avaliar a longevidade pela ordem de parto das fêmeas no momento da remoção, sugerem que o atraso de 60 dias na concepção, diminuindo a vida produtiva das fêmeas em 24 dias, reduzindo a OP na remoção em 0,024 e produção vitalícia em 3,0 leitões.

TABELA 5 – Modelo de regressão logística (coeficientes e valor de significância) de *stayability* 1 e *stayability* 2

Variáveis	STAY1		STAY2	
	Coeficientes	P-Valor	Coeficientes	P-Valor
Intercepto	-14,15	0,0539	-20,31	0,01179
IPC	0,06	2,56e-10	0,02	0,00307
NLBV	0,12	0,0986	-	-
NLNV	0,29	1,52e-13	-	-
NLNAT	0,12	0,1282	-	-
NLMN	0,33	0,1441	-	-
PMN	-0,66	0,1912	1,58	0,26388
PG	-0,04	0,4549	-	-
NLMO	0,11	0,1594	-	-
NLD	0,12	0,0688	0,75	0,20481
PD21	-0,12	0,4072	0,55	0,77360
PTD21	-	-	-0,06	0,54264
GPD	-	-	18,94	0,51841

STAY1 (*stayability* 1 - matrizes longevas apresentaram número total de leitões nascidos vivos superiores à média (61,0) da população estudada). STAY2 (*stayability* 2 - matrizes longevas apresentaram peso (kg) de leitão desmamado total (308 kg) superiores à média da população). IPC (Idade à primeira cobertura); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg).

A razão de probabilidade (*odds ratio*) da característica IPC no modelo de regressão logística de STAY 1 e 2 é de 1,06 (IC 95% 1,04 -1,00) e 1,02 (IC 95% 1,01 – 1,04), respectivamente, o que corrobora com os coeficientes estimados na regressão logística, de que o aumento da IPC incrementa as chances das marrãs serem mais longevas.

Ao analisarmos a característica NLNV na Tabela 5, é possível observar que o aumento de 1 leitão impacta em 29% de probabilidade de a marrã ser classificada como longeva. A razão de probabilidade da característica é de 1,34 (IC95% 1,25 -1,43), demonstrando que marrãs com NLNV altos apresentam 34% a mais de chance de serem classificadas como longevas quando o critério utilizado é o STAY1. O aumento da probabilidade de classificação das fêmeas como longeva devido ao aumento do NLNV deve-se ao fato de estar bem correlacionada com o NLD, utilizado como critério de classificação no STAY1. Estudos realizados por Pinilla et al.²⁰ e Iida et al.²¹ demonstraram que o NLNV na primeira parição é um importante preditor reprodutivo e que primíparas com alto NLNV mantem alto NLNV nos partos subsequentes, bem como apresentaram NLD elevado ao longo da vida.

De acordo com Sasaki e Koketsu²², alto desempenho das porcas ao longo da vida também está associado à maior longevidade, portanto, sugerem que o risco de remoção e os

padrões de remoção podem ser previstos por diferenças no NLNV no parto. Por outro lado Engblon et al.² destacam que o NLNV do primeiro ao quarto parto e não somente do primeiro parto seriam melhores preditores para a longevidade. Sendo assim, foi realizada a regressão logística com o NLNV e o NLND acumulado das porcas do primeiro ao terceiro parto, com o intuito de verificar se essas variáveis seriam boas preditoras da *stayability*, durante o primeiro ano reprodutivo.

A Tabela 6 apresenta o resultado da regressão logística utilizando apenas o NLNV e o NLD, de cada uma das parições, como variável preditora para STAY1. De modo geral a característica NLNV é boa preditora para STAY, e que ainda na primeira parição, apresentou a maior capacidade de predição (60%). Entretanto, o NLNV da segunda e terceira parições apresentaram boas capacidades preditivas, sendo 52% e 55%, respectivamente.

Para STAY2, a variável NLNV apresentou boa capacidade de predição, 53%, apenas para o primeiro parto enquanto a variável NLD foi melhor preditora na segunda e terceira parição, com capacidade igual a 58% e 64%, respectivamente. Demonstrando que quando o critério utilizado para mensurar a longevidade das fêmeas é produção acumulada de leitões, a habilidade materna da porca torna-se um fator ainda mais importante, já que não basta que a fêmea apresente um alto NLNV, a matriz deve ser capaz de desmamar os animais, apresentando baixa perda de leitões na fase perinatal. Dentre os modelos testados, o NLD da terceira parição foi o que apresentou melhor capacidade de predição (64%), o que demonstra que a seleção para STAY1 poderia ser realizada antes de STAY2, já que a primeira poderia ser predita pelo NLNV da primeira parição e a segunda pelo NLD da terceira parição, sendo necessário avaliar a produção do primeiro ano de vida produtiva da porca. A antecipação da seleção favorece a lucratividade da granja evitando a manutenção de fêmeas que não longevas na granja.

TABELA 6 – Regressão logística das características de Número de leitões nascidos vivos (NLNV) e Número de leitões desmamados (NLD) como preditor para STAY1 e STAY2

VARIÁVEIS	STAY1		STAY2	
	COEFICIENTES	P-VALOR	COEFICIENTES	P-VALOR
NLNV1	0,30	1,47e-05	0,11	0,03285
NLD1	0,14	0,165	0,12	0,15927
NLNV2	0,33	2,48e-12	0,01	0,698
NLD2	0,09	0,216	0,28	3,76e-05
NLNV3	0,32	5,22e-14	-0,01	0,545
NLD3	0,03	0,663	0,27	7,82e-06

STAY1 (stayability 1 - matrizes longevas apresentaram número total de leitões nascidos vivos superiores à média (61,0) da população estudada); STAY2 (stayability 2 - matrizes longevas apresentaram peso (kg) de leitão desmamado total (308 Kg) superiores à média da população). NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLD (Número de leitões desmamados).

A análise de sobrevivência dos dois critérios de *stayability* demonstrou que ao utilizar o critério de STAY1, a probabilidade de descarte das fêmeas até o quarto parto é bastante baixa e a probabilidade de descarte de fêmeas atinge 77% no oitavo parto ($p=0,035$). Ao utilizar STAY2, a probabilidade de descarte atinge 75% ($p=0,012$) no sexto parto, o que demonstra que as fêmeas seriam descartadas mais jovens, demandando um aumento significativo de fêmeas de reposição (Tabela 7).

A utilização do STAY2 para a seleção de fêmeas longevas deve ser estudada com atenção, pois altas taxas de reposição podem aumentar consideravelmente o número de primíparas no rebanho, impactando a lucratividade da granja já que primíparas produzem leitegadas menores. Além do mais, a qualidade nutricional do leite produzido por primíparas é 15% menor do que porcas de segunda ordem de parto²³, e portanto os leitões de primíparas podem sofrer limitação na ingestão de leite, sendo desmamados mais leves^{4,25}.

Outro ponto relevante na utilização do peso dos leitões desmamados (kg), descrito no STAY2, como critério de seleção de fêmeas longevas é o efeito da perda de condição corporal da fêmea durante a lactação. Neste caso, a OP pode influenciar diretamente o IDC, que acaba sendo mais crítico em rebanhos recém-formados, pelo excesso de fêmeas com menor ordem de parição. Provavelmente, por esses animais não conseguirem ingerir quantidade de alimento suficiente para suprir o crescimento corporal e a lactação²⁶.

TABELA 7 – Análise de sobrevivência do descarte pelo critério de STAY1 e STAY2 de acordo com a ordem de parto

OP	STAY1			STAY2		
	Probabilidade de permanência	Probabilidade de descarte	p-valor	Probabilidade de permanência	Probabilidade de descarte	p-valor
1	1,00	0,00	0,001	0,92	0,92	0,05
2	0,99	0,01	0,001	0,83	0,83	0,048
3	0,98	0,02	0,001	0,71	0,71	0,043
4	0,93	0,07	0,021	0,53	0,53	0,048
5	0,81	0,19	0,047	0,38	0,38	0,034
6	0,69	0,31	0,05	0,25	0,25	0,012
7	0,46	0,54	0,042	0,12	0,12	0,034
8	0,23	0,77	0,035	0,05	0,05	0,034
9	0,00	100,00	0,05	0,00	0,00	0,05

STAY1 (stayability 1 - matrizes longevas apresentaram número total de leitões nascidos vivos superiores à média (61,0) da população estudada); STAY2 (stayability 2 - matrizes longevas apresentaram peso (kg) de leitão desmamado total (308 Kg) superiores à média da população). OP (ordem de parto).

4 CONCLUSÃO

Os melhores modelos preditivos para a longevidade das fêmeas pelos critérios STAY1, que considera o número total de leitões nascidos vivos, incluem IPC e NLNV e para STAY2, que considera o peso em quilogramas de leitões desmamado, incluiu apenas IPC, sendo o modelo de predição proposto para de STAY1 mais eficiente do que para STAY2. A seleção para STAY1 pode ser realizada no primeiro parto, enquanto que a seleção para STAY2 deve ser preferencialmente realizada mais tardiamente na vida da fêmea (3ª parição). A análise de sobrevivência demonstrou que pelo STAY1, as fêmeas seriam descartadas mais tardiamente, no oitavo parto, quando comparado com STAY2, as quais seriam descartadas no sexto parto.

5 REFERÊNCIAS

1. Abell CE, Fernando RL, Serenius TV, Rothschild MF, Gray KA, Stalder KJ. Genetic relationship between purebred and crossbred sow longevity. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2016;7(51):1-6. Disponível em: DOI 10.1186/s40104-016-0112-x
2. Engblom L, Calderón Diaz JA, Nikkilä M, Gray K, Harms P, Fix J, Tsuruta S, Mabry J, Stalder K. Genetic analysis of sow longevity and sow lifetime reproductive traits using censored data. *J. Anim. Breed. Genet.* 2016;133:138-144. [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: DOI 10.1111/jbg.12177

3. Stalder KJ, Lacy RC, Cross TL, Conatser GE. Financial impact of average parity of culled females in a breed-to-wean swine operation using replacement gilt net present value analysis. *J. Swine Health Prod.* 2003;11:69-74. [acesso 22 ago 2021]. Disponível em: <https://www.aasv.org/shap/issues/v11n2/v11n2p69.pdf>
4. Mathur P. Development of a recording and evaluation system for conformation traits. In: *Proceedings of the National Swine Improvement Federation Conference and Annual Meeting*. Nashville, TN, USA; 5th–6th December. Available at <http://www.nsif.com/Conferences/2002/DevelopmentRecordingEvaluation.htm>
5. Yazdi MH, Vissher PM, Ducrocq V, Thompson R. Heritability, reability of genetic evaluations and response to selection in proportional hazard models. *J Dairy Sci.* 2002;85(6):1563-77. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: DOI 10.3168/jds.S0022-0302(02)74226-4
6. Tarrés J, Bidanel JP, Hofer A, Ducrocq V. Analysis of longevity and exterior traits on Large White sows in Switzerland. *J Anim Sci.* 2006;84:2914-924. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17032784/>
7. Serenius T, Stalder KJ. Genetics of length of productive life and lifetime prolificacy in the Finnish Landrace and Large White pig populations. *J Anim Sci.* 2004;82:3111-117. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15542456/>
8. Martinez GE, Koch RM, Cundiff LV, Gregory KE, Kachman SD, Van Vleck LD. Genetic parameters for stayability, stayability at calving, and stayability at weaning to specified ages for Hereford cows. *J Anim Sci.* 2005;83(9):2033-42. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: DOI 10.2527/2005.8392033x
9. Zavadilová L, Nemcová E, Štípková M. Effect of type traits on functional longevity of Czech Holstein cows estimated from a Cox proportional hazards model. *J Dairy Sci.* 2011;94(8):4090-99. [acesso 30 jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3684>
10. Kern EL, Cobuci JÁ, Costa CN, McManus CM, Braccini Neto J. Genetic association between longevity and linear type traits of Holstein cows. *Sci Agric.* 2015;72(3):203-09. [acesso 15 jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0007>
11. Marcondes CR, Paneto JCC, Bezerra LAF, Lôbo RB. Estudo de definição alternativa da probabilidade de permanência no rebanho para a raça Nelore. *R Bras Zootec.* 2005;34(5):1563-67. [acesso 13 jul 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000500016>
12. Lúcia Júnior T. Políticas e novos conceitos de reposição e descarte de fêmeas suínas. *Acta Scie Vet.* 2007;35:S1-S8. [acesso 4 jun 2021]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/35-suple-1/Simposio%20suinos.pdf>
13. Sasaki T, Koketsu Y. Mortality, death interval, survivals, and herd factors for death in gilts and sows in commercial breeding herds. *J Anim Sci.* 2008;86:3159-65. [acesso 20 jul 2021]. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/11/3159/4789174>

14. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2020.
15. Koketsu Y, Duangkaew C, Dial GD, Reeves D. Within-farm variability in number of females mated per week during one-year period and breeding herd productivity on swine farms. *J Am Vet Med Assoc*. 1999;214:520–4. [acesso 20 ago 2021]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10029855/>
16. Clark LK, Leman AD. Factors that influence litter size in pigs. Part 1. *Pig News Info*. 1986;7:303.
17. Clark LK, Leman AD, Morris R. Factors influencing litter size in swine: Parity-one females. *J Am Vet Med Assoc*. 1988;192:187.
18. Friendship RM, Dewey CE. Factors affecting litter size in swine. *Proc. Annu. Mtg. Theriogenolgy Soc*. p 302. Toronto, Canada.
19. Schukken YH, Vernooij JCM. Evaluation of optimal age at first conception in gilts from data collected in commercial swine herds. *J Ani Sci*. 1994;72:1387-92. [acesso 20 ago 2021]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/15128407>
20. Pinilla JC, Molinari R, Coates J, Piva J, Thompson B, Teuber R, Canavate S. Gilt management for 35 PSY. In: *Proceeding of the American Association of Swine Veterinarians*, Dallas, TX. 2014:217-220.
21. Iida R, Piñeiro C, Koketsu Y. High lifetime and reproductive performance of sows in southern European Union commercial farms can be predicted by high numbers of pigs born alive at parity one. *J Anim Sci*. 2015;93:2501-8. [acesso 13 jun 2021]. Disponível em: <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8781>
22. Sasaki T, Koketsu Y. Mortality, death interval, survivals, and herd factors for death in gilts and sows in commercial breeding herds. *J Anim Sci*. 2008;86:3159-65. [acesso 20 jul 2021]. Disponível em: <https://academic.oup.com/jas/article-abstract/86/11/3159/4789174>
23. Beyer M, Jentsch W, Kuhla S, Wittenburg H, Kreienbring F, Scholze H, Rudolph PE, Metges CC. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. *Arch Anim Nutr*. 2007;61(6):452-468. [acesso 01 jul 2021]. Disponível em: DOI 10.1080/17450390701563433
24. Pires AV. Avaliação genética de características reprodutivas em suínos. [Tese]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 1999. [acesso 01 jul 2021]. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/7999>
25. Bierhals T, Mellagi APG, Heim G, Bernardi ML, Wentz I, Bortolozzo FP. Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. *Acta Scientiae Veterinariae*. 2011;39(1):1-5. [acesso 01 jul 2021]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/39-1/PUB%20942.pdf>

26. Poleze E. Caracterização do intervalo desmame-estro e efeito de sua variação no desempenho reprodutivo de fêmeas suínas. [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária; 2004. [acesso 01 jul 2021]. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332386990_Caracterizacao_do_intervalo_desmame-estro_e_efeito_de_sua_variacao_no

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As granjas multiplicadoras de suínos geralmente apresentam variadas taxas de reposição e descarte de matrizes, o que muitas vezes implica em uma vida reprodutiva relativamente curta, com um número de partos e leitões acumulados até a remoção do plantel insuficiente para que o sistema de produção seja economicamente viável. Além do mais, muitas características reprodutivas são expressas tardiamente o que dificulta a avaliação de forma acurada. Da mesma forma, grande parte das informações produzidas em programas de seleção desse tipo de granja não são amplamente divulgadas, já que na sua grande maioria, estão sob responsabilidade de empresas de genética.

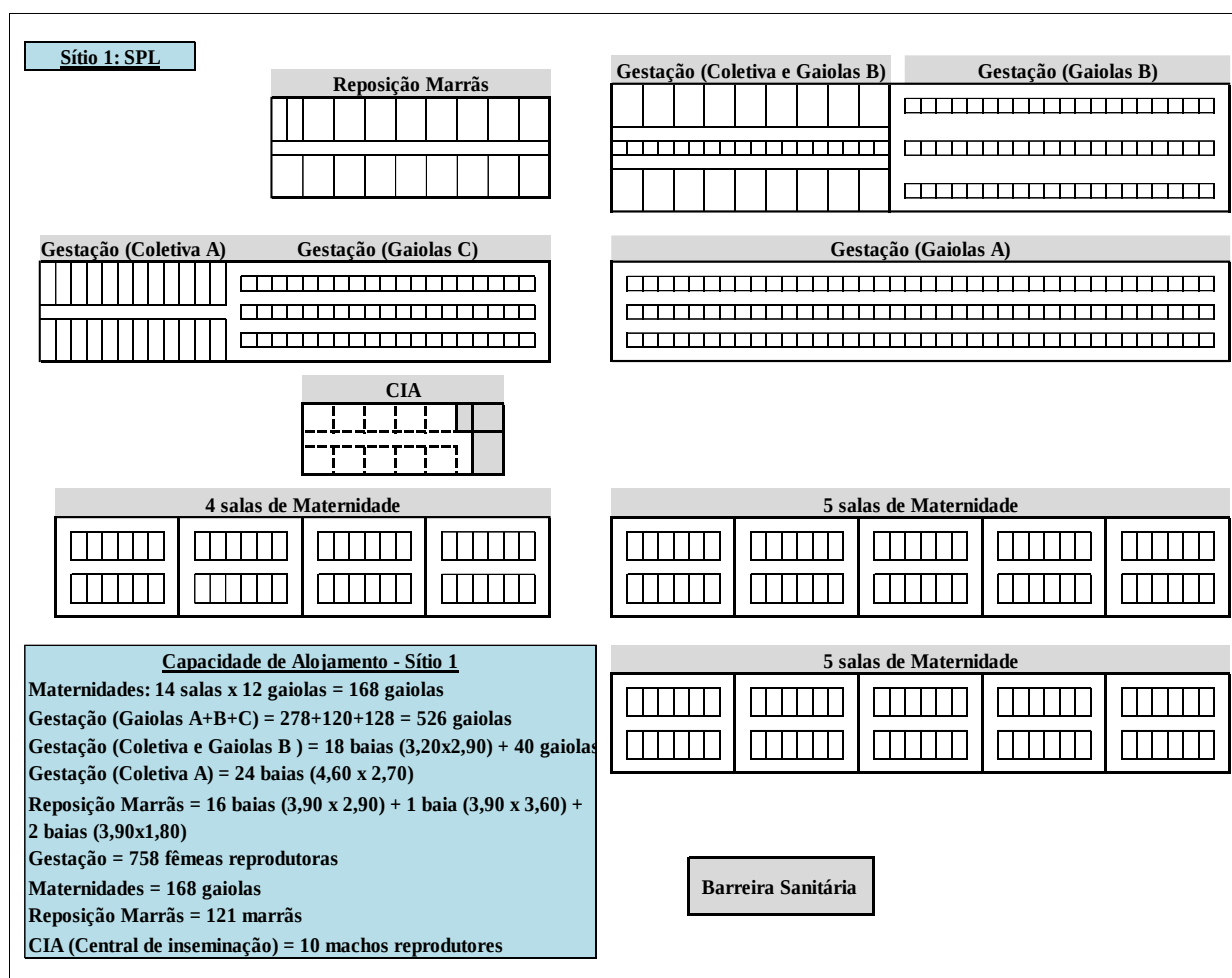
As fêmeas avaliadas, animais geneticamente superiores, foram previamente selecionadas pelos seus atributos fenotípicos. Em se tratando de dados de granja multiplicadora, sabe-se que muitos efeitos ambientais não são controlados, a exemplo da nutrição e das variáveis ambientais, o que muitas vezes acarreta em grande variação das características estudadas. Contudo, foi possível observar que as características das fêmeas avaliadas eram bastante uniformes, nas condições mencionadas, contrapondo relatos de alguns autores. Como por exemplo, o baixo percentual de descarte involuntário que as fêmeas deste estudo tiveram, cerca de 1,92 % ao ano, frente a uma taxa de reposição normalmente maior que 50%.

Na tentativa de identificar características que pudessem prever a produtividade e longevidade das fêmeas suínas logo no início da vida reprodutiva, constatou-se que existem características explicativas em comum, que se complementam e não devem ser desconsideradas, principalmente em grupos tão homogêneos quanto deste estudo. Assim, os melhores modelos preditivos para produtividade levaram em consideração o número de leitões desmamados e o peso destes aos 21 dias de lactação, enquanto que os melhores modelos preditivos para longevidade incluem a idade a primeira cobertura e o número de leitões nascidos vivos.

Para pesquisas futuras acredita-se que com a intensificação dos estudos em genética molecular será possível identificar genes envolvidos com a longevidade produtiva e outras características reprodutivas. Pois, em razão de apresentarem baixa herdabilidade, respondem muito lentamente ao processo tradicional de seleção.

ANEXO A) Planta baixa do Sítio 1 da Granja Nossa Senhora Aparecida, Rio Verde – GO

As instalações da Granja Nossa Senhora Aparecida são estruturadas em alvenaria e coberta com telha de cerâmica, formando duas águas. No Sítio 1, local em que se concentrou os estudos deste experimento, as instalações de maternidade são divididas em 14 salas com 12 gaiolas cada sala, totalizando 168 lugares para alojamento. Enquanto a fase de gestação possui espaço para alojar 758 fêmeas reprodutoras divididas em instalações individuais e coletivas. Além de um galpão para as marrãs de reposição com capacidade para 121 fêmeas e 2 rufiões, e uma central de inseminação artificial (CIA) com lugar para 10 machos reprodutores.



Por fim, no sítio 2 a capacidade de alojamento é de 2790 leitões na fase de creche e de 5820 animais na fase de terminação. Em ambas instalações, destinadas a cada fase, os animais eram alojados em baias coletivas de piso ripado e/ou compacto com lâmina d'água.

ANEXO B) Fator de Inflação da Variância (VIF)

VARIÁVEIS	Fator de Inflação da Variância		
	NLD	PD21	PTD21
IPC	1,12	1,27	1,12
IDC	1,29	1,29	1,29
IP	1,30	1,30	1,30
NLBV	1,33	1,32	1,33
NLNV	1,23	1,23	1,23
NLNAT	1,08	1,09	1,09
NLMUM	1,02	1,03	1,02
NLMN	1,06	1,05	1,05
PMN	2,97	1,85	3,27
PG	1,06	1,06	1,06
NLMO	1,22	1,22	1,21
NLD	6,30	2,93	1,37
GPD	-	2,80	7,13
PD21	6,30	-	7,19
PTD21	1,81	4,42	-

IPC (Idade à primeira cobertura, dias); IDC (Intervalo desmame-cobertura, dias); IP (Intervalo entre partos, dias); NLBV (Número de leitões nascidos com baixa viabilidade, >700 gramas); NLNV (Número de leitões nascidos vivos); NLNAT (Número de leitões natimortos); NLMUM (Número de leitões mumificados); NLMN (Número de leitões morto ao nascer); PMN (Peso médio dos leitões ao nascer, kg); PG (Período de gestação); NLMO (Número de leitões mortos do nascimento a desmama); NLD (Número de leitões desmamados); GPD (Ganho de peso diário dos leitões, kg); PD21 (Peso médio dos leitões desmamados ajustado para 21, kg); PTD21 (Peso total dos leitões desmamados ajustado para 21 dias, kg).