



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Mortalidade pré-desmame em leitões

Inês Alcía Esteves Carneiro Ferreira

Orientador: Professor Doutor Paulo Pegado Cortez

Coorientadores: Doutor Manuel Ferreira Joaquim e Doutora Isabel Aurora Rocha da Cunha Machado

Porto, 2023



Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Mortalidade pré-desmame em leitões

Inês Alcía Esteves Carneiro Ferreira

Orientador: Professor Doutor Paulo Pegado Cortez

Coorientadores: Doutor Manuel Ferreira Joaquim e Doutora Isabel Aurora Rocha da Cunha Machado

Porto, 2023

RESUMO

A mortalidade pré-desmame é um dos parâmetros que mais influencia a produtividade de uma exploração de regime intensivo de suínos, possuindo um carácter multifatorial. A sua compreensão é essencial para assegurar a redução do seu impacto na economia da exploração.

Cerca de 70 a 80% da mortalidade geral desta fase ocorre na primeira semana pós-parto, sendo as primeiras 72 horas de vida do leitão o período mais crítico.

A principal causa de morte é o esmagamento (envolvendo o complexo hipotermia-fome-esmagamento) seguido da baixa vitalidade dos leitões.

Os fatores envolvidos na mortalidade pré-desmame podem ser agrupados em três grupos, nomeadamente: os relacionados com o leitão, sendo o peso ao nascimento o de maior importância; os relacionados com a porca, ressaltando a importância do colostro e o seu aporte adequado aos leitões; e o ambiente.

Neste estudo, pretende-se avaliar o impacto de alguns dos fatores enumerados anteriormente (principalmente a influência do peso ao nascimento e o papel do aporte de colostro na mortalidade pré-desmame) no funcionamento de uma exploração comercial de suínos em regime intensivo na região de Mira.

PALAVRAS-CHAVE: Mortalidade; Pré-desmame; Leitões; Peso ao nascimento; Colostro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, tenho de agradecer aos meus pais, Aldina e Armando, por me permitirem ingressar nesta aventura e me apoiarem a todos os níveis, nos piores e nos melhores momentos.

Agradecer a todos os profissionais de excelência envolvidos na elaboração desta tese, nomeadamente, o Professor Doutor Paulo Cortez, o Professor Doutor Manuel Joaquim, a Doutora Isabel Cunha e a Doutora Elisabete Martins.

À engenheira Lúcia Fernandes, por me acompanhar ao longo de todo o estágio, instruir sobre o funcionamento e manuseio da exploração e me permitir recolher os dados para a realização deste estudo.

Salientar o papel da Doutora Isabel Cunha, pela autorização para realização do estágio numa das explorações pela qual é responsável e pela disponibilidade constante para me auxiliar em todos os aspetos.

Agradecer às minhas melhores amigas Leonor e Adriana, que sempre me apoiaram em todos os momentos e não me deixaram desistir mesmo nas piores situações. Desde o secundário até à vida.

À Marta Felina, companheira de curso e de vida, que esteve presente em todos os momentos e, que certamente estará comigo, ao longo deste grande percurso que temos pela frente.

ÍNDICE

Atividades desenvolvidas durante o estágio	1
Introdução.....	1
1. Mortalidade pré-desmame	2
1.1 Ciclo de vida produtiva- período pré-desmame	2
2.Principais causas não-infecciosas de mortalidade pré-desmame	4
2.1 Relacionados com o leitão	4
2.1.1 Peso ao nascimento	4
2.1.2 Vitalidade	6
2.1.3 Complexo hipotermia-fome-esmagamento	8
2.1.4 Género	9
2.1.4 Amamentação e comportamento de sucção.....	10
2.2 Relacionados com a porca	11
2.2.1 Colostro	11
2.2.1.1 Estimativa de CI	13
2.2.1.2 Métodos de avaliação da qualidade do colostro	14
2.2.2 Barrigas	17
2.2.3 Stress maternal	17
2.2.4 Nutrição da porca	18
2.3 Fatores ambientais	19
2.3.1 Temperatura e época do ano	19
2.3.2 Instalações-maternidade	20
2.3.3 Maneio	23
3.Trabalho Experimental	26
3.1 Objetivos	26
3.2 Material e métodos	26
3.2.1 Desenho experimental.....	26
3.2.2 Colheita de amostras e recolha de dados.....	27
3.2.3 Análise estatística	29

3.3 Resultados	29
3.5 Conclusão	35
REFERÊNCIAS	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Leitão IUGR (fotografias recolhidas durante o estágio)	5
Figura 2- Comparação entre um leitão IUGR (esquerda) e um normal (van Ginneken et al., 2022).....	6
Figura 3- Exemplo de splay-leg (imagem A) e malformações congénitas (imagem B e C) (fotografias recolhidas durante o estágio)	7
Figura 4- Esquema resumo do complexo hipotermia-fome-esmagamento.....	8
Figura 5- Leitões a dormir em grupo para reduzir as perdas de calor (fotografias recolhidas durante o estágio).....	9
Figura 6- Leitões em amamentação (fotografias recolhidas durante o estágio).....	10
Figura 7- Refratômetro digital (imagem A) e ótico (imagem B) (Suinicultura Industrial, 2020)	16
Figura 8- Exemplos de slat total (imagem A) e parcial (imagem B) (Pedersen, 2008)	21
Figura 9- Esquemas do tipo de alojamento com confinamento temporário e modificado (sem confinamento) (Pedersen, 2008).....	23
Figura 10- Jaulas de parto nas maternidades da exploração de estágio (fotografias recolhidas durante o estágio).....	23
Figura 11- Suplementação da ninhada com leite artificial (fotografia recolhida durante o estágio).....	25
Figura 12- Numeração dos leitões (fotografias recolhidas durante o estágio)	28
Figura 13- Gráfico de barras que relaciona as barrigas com a mortalidade e gráfico resultante do teste de Kruskal-Wallis entre as variáveis referidas	31
Figura 14- Gráfico de barras que relaciona as variáveis categorias de classificação de colostro baseado na “estimativa de IgG” e a “mortalidade” média.....	32

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Sistema classificação APGAR modificado (Revermann et al., 2018)	6
Tabela 2- Concentração de IgG baseados nos métodos de Brix e teste Elisa e sua respetiva categoria (Hasan et al., 2016)	16

ABREVIATURAS

- subtração

% percentagem

+ soma

< menor/inferior

> maior/superior

± mais ou menos

≤ menor ou igual

® marca registada

1º/1ª primeiro/a

BW24 peso às 24 horas

BWb peso ao nascimento

CI ingestão de colostro

cm centímetro

CO₂ dióxido de carbono

D duração período de fornecimento de colostro

g gramas

g/ dia grama por dia

GMD ganho médio diário

h horas

IgA Imunoglobulina A

IGF-I fator semelhante à insulina tipo 1

IGF-II fator semelhante à insulina tipo 2

IgG Imunoglobulina G

IgM Imunoglobulina M

II segundo

IR índice de imunócrito

IRDS imunodifusão radial simples

IUGR síndrome de crescimento restritivo intra-uterino

kg quilograma

l/min litros por minuto

m metro

m² metro quadrado

mg/dL miligrama por decilitro

min minutos

ml mililitro

n.º número

°C graus celsius

p probabilidade

seg segundos

t tempo entre pesagens

tFS tempo entre nascimento e início da amamentação

WG ganho de peso

x multiplicação/por

α grau de significância

β Beta

ρ coeficiente de correlação de Spearman

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

O estágio curricular foi realizado durante um período de 16 semanas, entre os meses de Outubro de 2022 e Janeiro de 2023, numa exploração comercial de regime intensivo de produção de suínos, no distrito de Coimbra, em que todo o ciclo produtivo estava presente, sendo o principal foco a fase de amamentação (maternidade).

Foram realizadas atividades como o acompanhamento e auxílio de partos, manejo dos animais, nomeadamente a alimentação (auxílio no aporte de colostro e suplementação dos leitões), profilaxia e metafilaxia, vigilância diária dos animais, controlo das condições ambientais e outras atividades de rotina como inseminação artificial e controlo de gestações por ecografia.

Além disto, foi possível entender o papel da biossegurança, manejo sanitário e profilático nesta exploração, aprofundar os conhecimentos sobre medicina de produção de suínos, compreender a importância da suinicultura intensiva no mercado português e global e entender a relevância do bem-estar animal no desempenho dos animais e no sucesso económico da exploração.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o objetivo da produção de suínos em regime comercial consiste em maximizar o número de leitões nados vivos. Para tentar alcançar este objetivo, a seleção genética permitiu aumentar drasticamente o tamanho das ninhadas através do uso de porcas de genéticas hiperprolíficas (Muns et al., 2016).

Porcas hiperprolíficas (HPS) definem-se como porcas cujo número de leitões nascidos é superior ao número médio de tetos funcionais (14 a 16 tetos totais), sendo que na Europa, é comum haver ninhadas de 18 a 20 leitões.

Com o nascimento de ninhadas cada vez maiores e mais heterogêneas, os pesos diminuem, a capacidade de aporte de colostro e amamentação adequada decresce, levando à falha da imunidade passiva com um aumento da mortalidade pré-desmame (Oliviero, 2022).

1. MORTALIDADE PRÉ-DESMAME

Primeiramente é necessário distinguir mortalidade perinatal de mortalidade pré-desmame, em que a primeira inclui os nados mortos e os mumificados e a segunda, apenas se aplica aos nados vivos (Muns et al., 2016), durante o período que se inicia ao parto e se prolonga até às 3-4 semanas (Barceló, 2010).

Consideramos como “nados-mortos” os leitões que não respiraram e possuem os pulmões colapsados. O seu tecido pulmonar não flutua e estes animais ainda possuem periópulo nas unhas, visto que não chegaram a movimentar-se. Por outro lado, os fetos mumificados resultam da morte do feto durante a gestação, com reabsorção incompleta destes.

Como a mortalidade pré-desmame é uma das componentes com maior impacto na produtividade das suiniculturas, compreender estes fatores e evitá-los, é essencial para promover o bem-estar animal e diminuir as perdas económicas das explorações. As causas desta podem ser infecciosas, maioritariamente de carácter respiratório e diarreias e, não infecciosas, as quais serão abordadas.

Em média, 50 a 80% da mortalidade ocorre na primeira semana pós-parto durante o período mais crítico, as primeiras 72 horas de vida, sendo a principal causa de morte o esmagamento (associado ao complexo hipotermia-fome-esmagamento), seguida de baixa vitalidade dos leitões nas primeiras horas de vida (Muns et al., 2016).

1.1 Ciclo de vida produtiva- período pré-desmame

O ciclo de vida produtiva divide-se em fases. Na fase da reprodução, em que as porcas se encontram em parques, realiza-se a deteção deaios para posteriormente serem inseminadas (Haley, 2022), onde permanecem os primeiros 30 dias da gestação em jaulas individuais, sendo de seguida movidas novamente para parques, onde permanecem até à semana anterior da data prevista de parto (DGAV, 2021). A gestação possui uma duração média de 114 dias (3 meses, 3 semanas, 3 dias). Uma semana antes da data de parto, as porcas são movidas para as celas de parto (DGAV, 2021), entrando na fase de amamentação, após o nascimento dos leitões (Haley, 2022). Esta etapa também é denominada de pré-desmame (maternidade) e possui uma duração de 3 a 4 semanas (Barceló, 2010). De seguida,

os leitões prosseguem para o desmame ou pré-engorda, onde são colocados em instalações especializadas durante 46 a 52 dias, antes de serem transferidos para a fase final, denominada de engorda, na qual permanecem até atingirem o peso de abate de, aproximadamente, 100 kg (Haley, 2022).

O desmame não deve ocorrer antes dos 28 dias, exceto se existirem leitões órfãos, doentes ou em excedente. A separação da mãe pode ocorrer até 7 dias antes do previsto, ou seja, aos 21 dias, caso os leitões sejam movidos para instalações adequadas, devidamente esvaziadas e desinfetadas antes da sua entrada, as quais devem estar separadas das instalações das porcas, para evitar a transmissão de doenças (DGAV, 2021).

Num estudo realizado por Barceló, entre os leitões de desmame aos 21 dias e os desmamados mais tardiamente, considerou-se o desmame realizado aos 28 dias como mais vantajoso visto que estes últimos possuem um peso superior em cerca de 0,5 a 0,9 kg e melhor rendimento produtivo (melhoria de crescimento de 5 a 10%, aumento de 1 a 5% do índice de conversão e redução de 20 a 60% na mortalidade aquando do fim de desmame). A fase de engorda também beneficia desta decisão, sendo que um aumento de peso de cerca de meio quilograma ao desmame, provoca um aumento de 1,5 a 2,5 kg de peso em animais com a mesma idade, no final da engorda (considerando o peso de abate de 100 kg).

Sendo assim, o ideal seria desmamar os leitões com um mínimo de 7,5 a 8,0 kg de peso médio, com cerca de 10% dos animais com peso inferior a 6 kg, valores que se conseguem obter quando o desmame ocorre aos 28 dias e, ao realizá-lo nesta idade, espera-se produzir, no mínimo, 200 kg de peso vivo desmamado por porca/ano.

A entrada na fase de desmame é um momento crítico para a porca e, principalmente, para os leitões, devido às alterações da dieta e ao stress a que os animais estão sujeitos. Estes perdem a proteção materna, entram num novo ambiente, para um grupo maior e desconhecido. A sua amamentação regular cessa, alimentando-se exclusivamente de ração com uma composição e características nutritivas diferentes do leite materno, perdendo as respetivas defesas imunitárias.

O stress destes animais pode ser avaliado através dos grunhidos emitidos no desmame, sendo que os leitões com mais frio e com uma alimentação inadequada,

vocalizam com mais intensidade e frequência. Os leitões desmamados com 3 semanas tendem a vocalizar mais regularmente (3,6 chamadas/minuto) em comparação com os desmamados com mais de 4 semanas (2,3 a 2,9 chamadas/minuto) (Barceló, 2010).

2.PRINCIPAIS CAUSAS NÃO-INFECIOSAS DE MORTALIDADE PRÉ-DESMAME

Como foi referido, a mortalidade pré-desmame possui uma componente multifatorial, isto é, existem vários fatores que influenciam a sobrevivência do leitão neste período compreendido entre o nascimento e o desmame.

Sendo assim, podemos classificá-los em três grupos, nomeadamente os fatores relacionados com o leitão, a porca e o ambiente (Muns et al., 2016).

2.1 Relacionados com o leitão

2.1.1 Peso ao nascimento

O peso ao nascimento é considerado o fator mais importante para a sobrevivência e desenvolvimento do leitão e, com a seleção de genéticas hiperprolíficas, o tamanho das ninhadas tem vindo a aumentar e o peso ao nascimento tem vindo a diminuir, aumentando o número de leitões nascidos com pesos inferiores a 1 kg. Com isto, as ninhadas tornam-se cada vez mais heterogêneas, isto é, com grande variabilidade de pesos, o que influencia a mortalidade pré-desmame.

Os leitões com pesos mais baixos possuem maiores dificuldades de termorregulação, o qual está comprometida nas primeiras horas após o nascimento. Com a evaporação dos fluidos placentários que cobrem o leitão, a sua temperatura desce e os leitões mais debilitados são incapazes de compensar esta perda de calor, levando ao aparecimento do complexo hipotermia-fome-esmagamento. Vários estudos afirmam que a temperatura medida às 24 h está diretamente relacionada com a mortalidade pré-desmame, e que estas temperaturas baixas se devem à falha da termorregulação que ocorre nos leitões de baixo peso devido ao seu rácio área superficial/volume, isto é, presença de uma grande área de superfície para um peso baixo.

Os leitões de baixo peso, devido à sua baixa vitalidade, possuem maiores dificuldades para se aproximarem do teto e iniciar a amamentação e, são menos competitivos do que os leitões de peso superior da ninhada, possuindo valores de CI mais baixos. Esta lentidão deve-se a um comprometimento da mielinização, com atraso na transmissão dos impulsos nervosos, afetando a sua capacidade de sucção.

A heterogeneidade das ninhadas e a diminuição dos pesos ao nascimento, deve-se à falta de espaço no útero para o desenvolvimento fetal e à redução de aporte de nutrientes disponíveis. O tamanho da placenta, principalmente a baixa eficiência de vascularização presente em placentas de menores dimensões, afeta o crescimento do feto devido a um fraco fornecimento de glucose e frutose, culminando no aparecimento da síndrome de crescimento restritivo intrauterino (IUGR) (Muns et al., 2016).

Nestes casos, o feto cresce abaixo do seu potencial genético, nascendo leitões denominados “runts” ou “cabeça de golfinho”. Esta denominação deve-se ao formato da cabeça, olhos salientes e pregas de pele perpendiculares à boca, com um perfil corporal mais estreito. Isto deve-se ao crescimento dos tecidos fetais a diferentes taxas e à redistribuição da corrente sanguínea para o cérebro, coração e glândulas adrenais.

O seu teor de gordura supera o seu índice de massa muscular, devido à escassez de nutrientes que não lhes permite maximizar o crescimento muscular, formando fibras musculares em menor quantidade e tamanho, com diminuição do número células estaminais musculares (van Ginneken et al., 2022). Estes possuem pesos ao nascimento inferiores a 1,11 kg. Num estudo verificou-se que 15% dos leitões nascidos pertenciam a esta categoria e possuíam uma taxa de mortalidade de 34%, correspondendo a 43% da mortalidade total (Muns et al., 2016).



Figura 1- Leitão IUGR (fotografias recolhidas durante o estágio)



Figura 2- Comparação entre um leitão IUGR (esquerda) e um normal (van Ginneken et al., 2022)

2.1.2 Vitalidade

A vitalidade do leitão consiste na sua capacidade de encontrar e competir por um teto iniciando a sua amamentação. Uma elevada vitalidade está diretamente relacionada com uma taxa de sobrevivência superior aos 7 e 10 dias de vida e, consequentemente, com um maior crescimento e peso ao desmame (Muns et al., 2016).

Esta pode ser avaliada através do sistema APGAR modificado, que inclui os seguintes parâmetros: cor da pele, início da respiração, capacidade de se movimentar e de se manter em estação, primeiro contacto com o teto, presença de mecónio, condição do cordão umbilical e a necessidade de intervenção. Foram atribuídas as classificações 0 (mau), 1 (ok) ou 2 (bom) (Revermann et al., 2018).

Tabela 1- Sistema classificação APGAR modificado (Revermann et al., 2018)

Parâmetros	Definição
Pele	Normal/rosa, Pálida, Anormal/azul;
Respiração	Em 15 seg, após 15 seg, irregular após 15 seg
1º movimento	Muito movimento em 15 seg, pouco movimento em 15 seg, ausência de movimento em 15 seg
1ª tentativa para se manter em estação	1 min, 1-5 min, >5 min
1º contacto com o teto	Em 10 min, 10-30 min, >30 min
Mecónio	Ausente, pouco, muito
Condição cordão umbilical	Conectado, rutura $\geq$ 15 cm, rutura $<$ 15 cm
Intervenção	Sim, Não (Ex.: remover muco do focinho, auxiliar para iniciar a respiração, retirar leitão do saco amniótico)

A vitalidade varia dentro de cada ninhada e está intimamente relacionada com a hipóxia ao nascimento ou asfixia durante o parto, mais comum nos últimos leitões nascidos ou em partos de longa duração (Mainau et al., 2015). Partos com intervalos de nascimento entre leitões superior a 30 minutos ou a utilização inadequada de oxitocina (origina um aumento da frequência, intensidade e duração das contrações uterinas) são exemplos de situações comumente relacionadas com o referido anteriormente. Como consequência, estes sofrem de acidose respiratória severa, afetando negativamente o funcionamento dos órgãos vitais. Nestes casos, verifica-se uma baixa capacidade de termorregulação, mau desempenho e grande susceptibilidade a infeções, principalmente devido à falha de aquisição de imunidade passiva através do fornecimento de colostro (Muns et al., 2016).

Fatores que afetem a capacidade motora do animal, como malformações congénitas, conformações físicas alteradas como *splay-leg* e danos a nível do sistema nervoso (consequência de hipóxia intra-uterina ou stress maternal) afetam diretamente a vitalidade do animal contribuindo para o seu futuro esmagamento pela porca.



Figura 3- Exemplo de *splay-leg* (imagem A) e malformações congénitas (imagem B e C) (fotografias recolhidas durante o estágio)

A concentração de glicose sanguínea é um tópico de discordância na sua relação com a vitalidade. Foi descrito que níveis elevados (45-162 mg/dL) indicam um parto difícil, para a porca e o leitão, e que níveis baixos (24-30 mg/dL) são um sinal de baixas reservas glicogénicas no animal, tendo um impacto negativo na sua vitalidade. Em contraste, certos estudos não estabeleceram uma correlação entre as oscilações deste parâmetro e a mortalidade (Muns et al., 2016).

2.1.3 Complexo hipotermia-fome-esmagamento

O esmagamento é considerado a principal causa de mortalidade dos leitões recém-nascidos com o complexo hipotermia-fome-esmagamento associado. Isto deve-se à aproximação dos leitões malnutridos (devido à sua fraca amamentação e consequente baixa temperatura) da porca, acabando por ser esmagados por esta.

Nas primeiras 36h o aporte de colostro é essencial para a sobrevivência destes, visto ser a principal fonte de energia e de imunidade passiva destes animais. Consequentemente, os animais esfomeados e sem aportes energéticos são incapazes de manter a sua temperatura corporal, ficando num estado de hipotermia, com consequente letargia e redução da sua vitalidade, o que impede o seu deslocamento para se amamentarem e conseguirem a ingestão necessária de colostro nas primeiras 24 horas (Mainau et al., 2015).

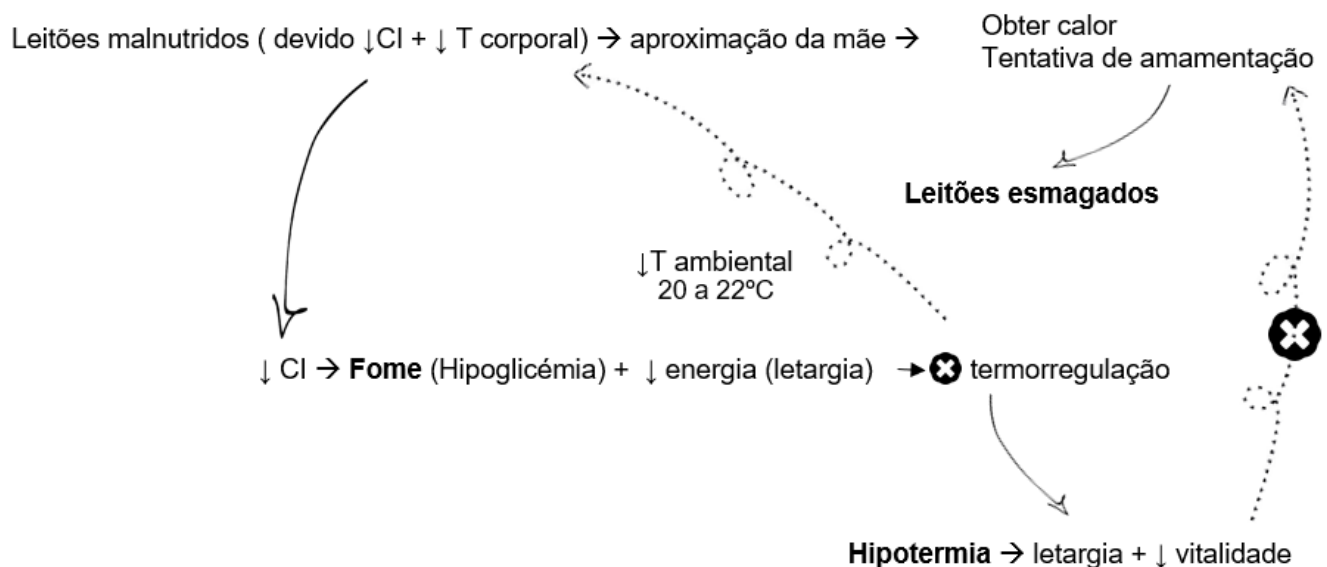


Figura 4- Esquema resumo do complexo hipotermia-fome-esmagamento

Ao nascimento e devido à ausência de tecido adiposo multilocular e escassez de tecido adiposo comum (Villanueva-García et al., 2021), estes animais são muito sensíveis à temperatura, sendo que quando a temperatura está abaixo dos 34°C, estes tendem a agrupar-se e a tremer, aproximando-se da porca na tentativa de obterem calor (Mainau et al., 2015).



Figura 5- Leitões a dormir em grupo para reduzir as perdas de calor (fotografias recolhidas durante o estágio)

Durante a gestação estes estão sujeitos a temperaturas entre 38-40°C e, após o parto, podem contactar com temperaturas que geralmente rondam 20-22°C, as quais favorecem apenas a porca. Estima-se que os leitões percam 2°C de temperatura corporal entre o nascimento e o início da amamentação. A única forma de produzirem calor e aumentar a sua temperatura baseia-se na mobilização das reservas de glicogénio e gordura e, como última opção, no catabolismo de tecido muscular esquelético (Villanueva-García et al., 2021).

2.1.4 Género

Os leitões machos são afetados por uma maior taxa de mortalidade apesar de, geralmente, possuírem maior peso ao nascimento.

As reservas energéticas são geridas de forma diferente entre os géneros, sendo que os machos investem ao nível da condição corporal (tamanho e peso) e as fêmeas em sistemas fisiológicos específicos como a termorregulação e imunocompetência, o que lhes permite adquirir melhores capacidades de sobrevivência. Isto faz com que os machos sofram mais com o complexo referido anteriormente e outras doenças. Sendo assim, as fêmeas possuem maior vitalidade que estes (Muns et al., 2016).

2.1.4 Amamentação e comportamento de sucção

A amamentação e comportamento de sucção dependem não só do leitão, mas também da porca. Normalmente, o período de amamentação possui uma duração de 2 a 3 minutos enquanto o fluxo de leite dura apenas 20 segundos, completando, por dia, cerca de 20 amamentações por leitão a cada 30-70 minutos.

Podemos considerar cinco fases, sendo que as três primeiras se baseiam na comunicação entre a porca e a sua ninhada, com grunhidos que inicialmente avisam os leitões para se deslocarem para o úbere e que aumentam de intensidade gradualmente, enquanto esta se encontra em decúbito lateral.

Dentro destas fases, consideramos a fase 1 como a competição dos leitões para aceder ao úbere, a fase 2 a massagem rítmica deste por parte dos leitões e a estimulação da libertação de oxitocina por parte da mãe na fase 3, devido aos movimentos lentos de sucção dos leitões. Na fase 4, ocorre a ejeção de leite com grunhidos cada vez mais intensos por parte da porca, levando ao aumento da rapidez de sucção da ninhada e, por fim, a fase 5, menos intensa, com massagem e sucção lenta dos tetos, preparando o úbere para o próximo ciclo de amamentação. Para que este ciclo de amamentação ocorra corretamente, a vitalidade e o peso ao nascimento adequados são necessários para que ocorra estimulação e, consequente, ingestão adequada de colostro e depois de leite pela ninhada (Mainau et al., 2015).



Figura 6- Leitões em amamentação (fotografias recolhidas durante o estágio)

2.2 Relacionados com a porca

2.2.1 Colostro

A primeira secreção láctea denomina-se colostro e é rica em nutrientes, imunoglobulinas, enzimas, hormonas e fatores de crescimento, sendo essencial para termorregulação, desenvolvimento intestinal e imunidade passiva. A sua secreção inicia-se por volta do parto e prolonga-se até 12 a 24 h após o início deste. A CI é influenciada por diversos fatores como a vitalidade, ordem de nascimento, o tamanho da ninhada e a nutrição da porca (Muns et al., 2016).

O colostro contém na sua composição um elevado teor de imunoglobulinas (Muns et al., 2016) possuindo, idealmente, 60% de IgG, 10% de IgM e 30% de IgA (Suinicultura Industrial, 2020). Células, como macrófagos e linfócitos T e B (as quais estão envolvidas em processos de imunidade inata, humoral e celular) também estão presentes na constituição do colostro. A concentração de imunoglobulinas decresce cerca de 30% nas primeiras 3 horas, 50% às 6-7 horas pós-parto, 70% às 12 horas sendo que às 24 horas apenas 10% da concentração inicial está presente (Casanova, 2009).

Até às 16 horas pós-parto, idealmente nas primeiras 12 horas, o leitão deve ingerir no mínimo 150 ml até 200 ml de colostro por kg de peso ao nascimento para assegurar a sobrevivência dos animais e, a ingestão de 250 ml de CI por leitão assegura a imunidade passiva e otimiza o seu crescimento.

A imunidade passiva depende da CI nas primeiras 24 horas após o nascimento, visto que a absorção intestinal de IgG cessa após o primeiro dia de vida e a produção de imunoglobulinas pelo leitão é limitada nas primeiras 3 a 6 semanas de vida. Sendo assim, a administração de 15 a 20 ml de colostro aos leitões de menor peso, aumenta o seu nível de IgG no plasma aos 4 dias de vida (Muns et al., 2016). Este deve ser extraído de vários tetos, principalmente dos maiores, e administrado diretamente do recipiente de recolha ou através de uma sonda ou biberão (Casanova, 2009).

A termorregulação é assegurada devido ao elevado teor de gordura presente no colostro, que fornece energia altamente metabolizável ao leitão. Posteriormente, estas são utilizadas para o aumento da taxa metabólica e para assegurar a homeotermia no primeiro dia de vida, sendo que a temperatura retal do leitão é mais

baixa quanto maior o intervalo entre o nascimento e o início da CI, o qual deve rondar os 30 minutos.

Este também possui fatores de crescimento provenientes do leite como IGF-I e IGF-II, fator de crescimento epidérmico, insulina e fator de transformação do crescimento β que estimulam o crescimento do tecido do trato gastrointestinal e auxiliam a sua maturação.

A CI também estimula a síntese de determinadas proteínas cerebrais que asseguram o desenvolvimento do hipocampo e auxiliam o desenvolvimento cerebral nos primeiros estágios de vida do leitão. O ganho de peso até às 6 semanas de vida é assegurado pelo CI, aumentando a taxa de sobrevivência dos leitões ao desmame (Muns et al., 2016). Os leitões que não ingerem colostro nas primeiras 24 horas possuem uma mortalidade muito alta e os que ingerem mais de 200 ml de colostro por kg de peso ao nascimento, possuem uma mortalidade baixa (Romero, 2014).

A quantidade de colostro produzida possui grande variabilidade dentro de cada exploração, mesmo quando as porcas possuem a mesma genética e estão sujeitas ao mesmo ambiente e manejo. Esta produção é independente do número de leitões nascidos, mas pode ser influenciada pelo peso ao nascimento e sua variabilidade dentro da ninhada, consumo de ração e água da porca, estado energético e sanitário, o número de barrigas e desregulação hormonal que possa influenciar a lactogénese.

A síndrome MMA (mastite-metrite-agaláctia) prevalente nalgumas explorações, leva à falha da lactação nos primeiros 3 dias pós-parto, impactando negativamente a CI. Trata-se de um processo multifatorial influenciado pela movimentação tardia para a maternidade da porca, alimentação *ad libitum* durante a lactação, distócia, obstipação, falta de higiene e temperaturas elevadas.

Nas primeiras 24 h pós-parto é estimada uma produção média de colostro entre 3,3 a 3,7 kg, mas esta pode variar desde 1,5 kg até valores superiores a 6 kg, sendo a falha na produção leiteira responsável por cerca de 6 a 17% da mortalidade pré-desmame (Muns et al., 2016).

2.2.1.1 Estimativa de CI

O método mais preciso e adequado para determinar a produção de colostro e leite denomina-se técnica de diluição de deutério, em que se utiliza um isótopo estável de hidrogénio para quantificar as reservas corporais de água dos leitões e a ingestão de água presente no leite ou colostro. Em seguida, converte-se a ingestão de água em ingestão de colostro ou leite individual de cada leitão, calculando-se a quantidade de colostro ou leite produzido pela porca através do somatório da ingestão de colostro ou leite de toda a ninhada.

A primeira tentativa de estimativa da CI baseou-se numa equação criada por Prunier, em que se extraiu colostro das porcas, considerando um lote com colostro recolhido ao início do parto e outro com amostras mais tardias. Em seguida, administrou-se aos leitões colostro resultante de uma mistura dos dois lotes, para mimetizar a alteração química que ocorre naturalmente no colostro. Posteriormente, calcularam o CI pela diferença de pesagens (antes e após administração) dos biberões.

Sendo assim, aplicaram a técnica de diluição do deutério para calcular a CI e relacionaram com os dados obtidos da experiência dos biberões e desenvolveram o seguinte modelo matemático:

$$CI = -217.4 + 0.217 \times t + 1,861,019 \times BW24/t + BWB \times (54.80 - 1,861,019/t) \times (0.9985 - 3.7 \times 10^{-4} \times tFS + 6.1 \times 10^{-7} \times tFS^2)$$

Na equação referida “CI” corresponde à ingestão de colostro, em gramas; o “t”, em minutos, corresponde ao tempo entre pesagens, isto é, duração da CI; “BW24” corresponde ao peso, em quilogramas, às 24 horas; “BWB” corresponde ao peso ao nascimento e “tFS” corresponde ao tempo entre nascimento e início da amamentação, em minutos.

Este modelo matemático não conseguiu estabelecer corretamente a relação linear entre o CI e o ganho de peso dos leitões visto que, os que não conseguiram amamentar tornam-se irrelevantes para esta equação.

Desenvolveu-se um novo modelo matemático no estudo de Theil, em que se consideraram fatores relacionados com a porca (peso e acumulação de gordura),

colostro (a sua composição química e o seu teor energético) e o ambiente (humidade e temperatura).

Sendo assim, a equação foi estimada baseando-se em três características dos leitões que englobam os fatores referidos anteriormente, nomeadamente o peso ao nascimento, o ganho de peso no período de fornecimento de colostro e o tempo decorrido durante este período em cada leitão (24 h para o primeiro leitão da ninhada o qual vai sucessivamente diminuindo).

$$CI, g = -106 + 2.26 WG + 200 BWb + 0.111 D - 1,414 WG/D + 0.0182 WG/BWb$$

No modelo referido anteriormente, “WG” corresponde ao ganho de peso expresso em gramas; “BWb” corresponde ao peso ao nascimento, em quilogramas e “D” corresponde à duração do período de aporte de colostro (tempo decorrido desde o nascimento do leitão até 24 horas do início do parto), em minutos.

Em comparação, o modelo de Prunier, subestimou em 30% a CI da ninhada e, consequentemente, subestimou a produção de colostro da porca. No modelo de Theil, nenhum leitão apresenta valores de CI negativos (Theil, 2017).

2.2.1.2 Métodos de avaliação da qualidade do colostro

Infelizmente, ainda não existem métodos práticos para determinação da concentração de imunoglobulinas no colostro das porcas, sendo necessário adaptar as técnicas de medição das espécies bovina e equina (Suinicultura Industrial, 2020).

Como metodologia direta, aplicam-se as técnicas de Imunodifusão Radial Simples (IRDS), o ensaio Imunoenzimático, mais conhecido como teste ELISA (Suinicultura Industrial, 2020) e o índice de imunócrito (IR) que avalia o consumo de anticorpos maternos pelos leitões (Galina Pantoja et al., 2016).

A técnica IDRS consiste na utilização de kits comerciais onde se aplicam amostras de soro, plasma ou colostro e se quantifica as imunoglobulinas presentes através da precipitação de anéis no gel de agarose, à qual correspondem concentrações conhecidas de antissoro monoespecífico de imunoglobulinas (Suinicultura Industrial, 2020). Apesar de ser a técnica com maior sensibilidade e especificidade para avaliar o teor de imunoglobulinas do colostro, é um método caro

e que demora cerca de 18 a 24 h a obter resultados, sendo pouco prático para uso diário.

O teste ELISA possui uma precisão semelhante ao anterior e mede diretamente os anticorpos do colostro baseando-se na interação anticorpo-antigénio. Possui vantagens em relação ao anterior devido ao facto de ser mais acessível em termos monetários e de tempo, permitindo a análise simultânea de várias amostras. Devido à necessidade de enviar as amostras para laboratório, também este é pouco prático para uso rotineiro, sendo utilizado essencialmente como método padrão para validar outros métodos (Suinicultura Industrial, 2020).

O método IR apesar de não permitir a medição de imunoglobulinas no colostro, é um método simples, rápido e com menores custos, que permite medir a transferência passiva IgG entre a porca e os leitões, através de amostras de soro de leitões com um dia de idade. Este procedimento consiste em misturar amostras de soro e 40% de sulfato de amônio para que se precipitem as imunoglobulinas presentes. Em seguida, o comprimento do precipitado formado no tubo de hematócrito é comparado com a solução residual de sêrum no tubo e calcula-se o ratio de imunócrito (Galina Pantoja et al., 2016).

Como metodologia indireta podemos utilizar o colostrómetro, refratómetro e citometria de fluxo.

O refratómetro de Brix é uma técnica de baixo custo e de fácil aquisição, mais rápido e eficaz, que permite estimar a concentração de IgG no colostro de várias espécies e, mais recentemente, na porca (Suinicultura Industrial, 2020). Este é utilizado para medir a concentração de sacarose em líquidos, mas na ausência desta, obtém-se a quantidade de sólidos totais, neste caso, as IgG (Hasan et al., 2016). Existem refratómetros de Brix óticos e digitais e, em ambos, mede-se a quantidade de luz refratada, isto é, as imunoglobulinas desviam a luz, logo, se existirem grandes quantidades de IgG, maior será a dispersão da luz e, consequentemente, maior a densidade medida em percentagem (Suinicultura Industrial, 2020).



Figura 7- Refratômetro digital (imagem A) e ótico (imagem B) (Suinicultura Industrial, 2020)

A partir do estudo de Hasan, conseguiu-se obter uma relação entre a percentagem obtida no refratômetro de Brix, a quantidade de IgG obtida através do teste de ELISA e categorização desses valores (Hasan et al., 2016).

Tabela 2- Concentração de IgG baseados nos métodos de Brix e teste Elisa e sua respetiva categoria (Hasan et al., 2016)

Brix (%)	ELISA IgG	Categorias de IgG estimadas
<20	14,5±1,8	Pobre
20-24	43,8±2,3	Boderline
25-29	50,7±2,1	Adequado
≥30	78,6±8,4	Muito Bom

O colostrômetro é um método muito impreciso e usado essencialmente em bovinocultura. Trata-se de um hidrômetro que mede a gravidade específica e, a correlação entre esta e a concentração de IgG é baixa. Necessita de amostras de grandes dimensões para serem aplicadas em suinicultura e é influenciado pela genética da porca, ordem de parto, época do ano e a própria temperatura da amostra. O colostro é classificado em três categorias: qualidade baixa se contiver menos de 20 mg/ml; moderada entre 20 e 50 mg/ml e excelente para valores acima de 50 mg/ml.

Por fim, a citometria de fluxo é um método rápido e automático que identifica e quantifica um grande número de células, marcadas com anticorpos monoclonais associados a fluorocromos, após passarem por um feixe de luz laser. Ao analisar o colostro, quantificam-se os linfócitos B imaturos que coexpressam isótopos de IgM e os linfócitos B maduros que coexpressam isótopos de IgA e IgG. Sendo um método

laboratorial, torna-se pouco prático e menos acessível, mas é considerado um método eficaz de análise de colostro, apesar de ainda ser pouco utilizado (Suinicultura Industrial, 2020).

2.2.2 Barrigas

Este fator não é consensual entre autores, sendo que alguns não estimam qualquer correlação entre o número de barrigas e a sobrevivência dos leitões (Muns et al., 2016).

Espera-se que em múltiparas haja uma maior produção de colostro (principalmente entre as barrigas 4-6) o que explica a maior imunidade passiva nas ninhadas, levando a uma menor mortalidade e a um ganho de peso médio ao desmame superior (Ferrari et al., 2014). Os animais nascidos de fêmeas primíparas possuem peso ao nascimento mais baixo e concentrações séricas de IgA e IgG inferiores aos de múltiparas. A falta de experiência da porca, a baixa performance reprodutiva e o stress maternal a que estão sujeitas as primíparas tem um impacto negativo nos leitões.

As múltiparas tendem a ter partos mais prolongados, quando comparadas com as primíparas, principalmente devido à maior concentração de gordura e tonicidade uterina reduzida que predispõe os leitões à hipóxia intrauterina.

Em relação aos tetos, as porcas mais velhas possuem tetos com maior variabilidade de funcionalidade, mas mais acessíveis. Em porcas de elevado número de barrigas observou-se uma redução de 41% da funcionalidade dos tetos.

Por outro lado, a ausência de relação observada em certos estudos entre estes fatores pode ser explicada pelo aumento do número de leitões em cada ninhada, com o aumento das barrigas da porca, um peso mais baixo ao nascimento e uma maior variabilidade de pesos por ninhada (Muns et al., 2016).

2.2.3 Stress maternal

O período mais stressante para as porcas inicia-se 4 dias antes do parto até cerca de 3 dias após este (período peri-parto), o qual se deve essencialmente ao novo ambiente e ao processo de parto em si.

O stress maternal leva ao aumento da duração do parto e a uma diminuição da produção de colostro, resultando em menor energia e imunidade para os leitões. Este também pode gerar alterações comportamentais como irrequietude e agressividade, que aumentam o risco de esmagamento dos leitões e impede o comportamento de sucção destes.

Após entrarem na maternidade, ocorre um aumento de cortisol, devido ao stress, verificando-se uma maior atividade por parte do animal nas 24 h antes do parto. Este pode afetar o comportamento e os sistemas fisiológicos dos leitões, através da alteração da atividade hipotalâmica, originando uma maior mortalidade e menor ganho de peso diário ao desmame devido à diminuição da sua capacidade de termorregulação, através da supressão da função tiroidea (Muns et al., 2016).

2.2.4 Nutrição da porca

A nutrição da porca tem impacto direto na ninhada visto que é a fonte de nutrientes para o desenvolvimento fetal, influenciando o peso ao nascimento e a sua vitalidade.

O teor de proteína na dieta da porca, durante a gestação, é essencial para o desenvolvimento fetal, sendo que dietas com baixo teor proteico e de aminoácidos aumentam a incidência de baixo peso ao nascimento.

Suplementações da dieta com aminoácidos, nomeadamente a arginina ou a carnitina, são fundamentais no aumento do peso da ninhada, sendo que o último aumenta o fluxo de nutrientes intrauterinos, de glucose e do transportador de glucose-1 e IGF-1 maternal e, ainda, favorece o desenvolvimento muscular dos leitões, a sua vitalidade e o seu comportamento de sucção. Outras suplementações aconselhadas são a adição de fibra na dieta de gestação, que favorece a CI e, a adição de outro aminoácido, a glutamina, nas rações de lactação, para aumentar a produção de leite, favorecer a saúde digestiva dos leitões e, conseqüentemente, o seu crescimento e sobrevivência.

Os ácidos gordos polinsaturados de cadeia longa também são importantes para o desenvolvimento do cérebro e outras funções fisiológicas, favorecendo o comportamento de sucção dos leitões e diminuindo o risco de esmagamento, apesar de diminuírem o peso ao nascimento.

A nutrição da porca no final da gestação influencia diretamente a produção de colostro, porque ocorre um grande aporte de energia para o desenvolvimento mamário, para produção de colostro e seus mecanismos de secreção. Sendo assim, não se aconselha o aumento de ingestão de ração, para evitar a acumulação de gordura excessiva, que pode afetar o desenvolvimento mamário, nem uma dieta muito restritiva, devido à possibilidade de catabolismo excessivo pré-parto, que altera a produção de colostro (Muns et al., 2016).

Idealmente, no momento do parto, a porca deve possuir uma condição corporal de 4 a 5, a qual deve ser regulada de forma a minimizar as perdas de condição corporal durante a lactação (DGAV, 2021).

2.3 Fatores ambientais

2.3.1 Temperatura e época do ano

Os leitões são muito sensíveis à temperatura, devido à termorregulação incompleta ao nascimento, baixas reservas de tecido adiposo comum, com ausência de tecido adiposo multilocular. Sendo assim, seria de esperar uma maior mortalidade nos meses frios devido ao stress térmico a que ficam sujeitos. Por outro lado, também se verificou uma maior mortalidade no Verão em relação à Primavera (Muns et al., 2016).

A termoneutralidade para os leitões em amamentação ronda os 25°C a 30°C até ao desmame (DGAV, 2021; Pedersen, 2008), atingindo os 34°C nas áreas de repouso dos leitões, ao nascimento (Pedersen, 2008). Por outro lado, as porcas possuem uma zona de conforto térmico entre 18°C a 20°C (DGAV, 2021; Muns et al., 2016), sendo de 20°C a 22°C no momento do parto e 15°C a 16°C às 3-4 semanas, (correspondente ao pico de lactação e alimentação) (Pedersen, 2008) e, contrariamente ao ocorrido nos leitões, as temperaturas elevadas causam diminuição de ingestão de alimento nas porcas devido ao stress térmico (DGAV, 2021), comprometendo a produção de colostro e leite e, consequentemente, o crescimento dos leitões (Muns et al., 2016).

Além disso, o stress térmico pode alterar a duração da fase de amamentação (DGAV, 2021; Muns et al., 2016), aumentar a regularidade com que as porcas urinam e defecam e, também, aumentar as mortes por esmagamento (Muns et al., 2016).

2.3.2 Instalações-maternidade

As jaulas de parto foram criadas para restringir os movimentos da porca para diminuir as mortes por esmagamento e fornecer uma zona de repouso para os leitões. Apesar de favorecer a sobrevivência dos leitões, as porcas apresentam alteração de bem-estar como comportamentos pouco usuais (irrequietude e aumento da agressividade), essencialmente devido ao stress (Muns et al., 2016).

Segundo investigadores dinamarqueses, as dimensões aconselhadas são 2,7 x 1,8 m para as genéticas hiperprolíficas, com um comprimento de jaula entre 2 m a 2,10 m, com largura ajustável de 35 a 90 cm, com zonas de descanso com superfície de 0,7 a 0,8 m². As grades da cela devem ser de aço e horizontais para facilitar o acesso à porca, com a barra inferior com separadores verticais para permitir a lactação (Pedersen, 2008).

Devem estar presentes lâmpadas de aquecimento ou uso de colchões de água quente na zona de repouso dos leitões, para gerar um microclima para a ninhada, sem influenciar a temperatura geral da sala e da porca (Pedersen, 2008). Este sistema foi desenhado para prevenir o esmagamento, maioritariamente através dos membros posteriores da porca, não sendo igualmente eficaz no esmagamento ventral (úbere e arcada costal) aquando a passagem da porca da posição sentada para decúbito (Muns et al., 2016).

O solo das jaulas possui impacto na mortalidade dos leitões (Muns et al., 2016). Este não deve ser abrasivo para a ninhada, nem escorregadio para a porca (Pedersen, 2008). O pavimento deve ser liso, sem arestas, para evitar lesões, e deve ser adequado ao peso e dimensões dos animais (aberturas com largura máxima de 11 mm e ripas com largura máxima de 50 mm para os leitões em solos de betão) (DGAV, 2021).

Podemos considerar dois tipos de solo, com grelha total ou parcial (Pedersen, 2008). O *slat* total possui gradeamento geral, sendo de ferro fundido sob a porca e plástico nas laterais e o parcial possui betão na zona da porca e ferro fundidos na parte traseira da cela (ou outros materiais adequados). Enquanto o primeiro é mais fácil de limpar, o segundo possui maior controlo da temperatura e das emissões de amoníaco (Pedersen, 2008).



Figura 8- Exemplos de *slat* total (imagem A) e parcial (imagem B) (Pedersen, 2008)

Em relação à mortalidade pré-desmame, o uso de ferro, betão e grades de plástico, aumentam a incidência de lesões nos membros posteriores dos leitões, atrasando o seu crescimento. O uso de colchões de neopreno na grelha de ferro reduz o esmagamento e a diferença de temperatura entre o abdómen do leitão e a superfície de contacto, diminuindo o risco de hipotermia (Muns et al., 2016).

O fornecimento de água e alimento deve ser facilitado através do uso de bebedouros de alto rendimento (2 l/min) para a porca (DGAV, 2021) e bebedouros em “chucha” ou “concha”, devidamente higienizados para os leitões (Pedersen, 2008). Os comedouros devem possuir uma capacidade mínima de 20 litros, um *design* anatomicamente favorável à porca, pouco abrasivo e que permita a sua fácil limpeza (Pedersen, 2008).

Atualmente existem sistemas alternativos ao referido anteriormente. Podemos classificá-los em três tipos: sistemas de confinamento temporário, sistemas sem confinamento e em grupo.

Os sistemas sem confinamento individuais são semelhantes aos referidos anteriormente, mas sem a jaula de parto. O espaço disponível é o suficiente para permitir que a porca dê a volta sem obstáculos, fornecendo alguma proteção aos leitões. Nesta opção, a porca não define corretamente as suas zonas funcionais (defecação, repouso e alimentação) e há um risco aumentado de esmagamento devido à ausência de ninho (Romans, 2022).

Existem parques modificados do sistema anterior que permitem a determinação de cada região, complementados por paredes inclinadas, sistemas de proteção de leitões e zona de repouso. O espaço varia entre 5 e 8,5m² sendo mais eficiente a partir de 6 m². Este permite a nidificação, evitando os esmagamentos que ocorrem maioritariamente nos primeiros dias. Nestes sistemas pode-se aplicar os 2 tipos de pavimento, sendo que o gradeamento parcial favorece a nidificação porque permite a utilização dos materiais necessários à expressão deste comportamento (Romans, 2022), os quais deverão ser fornecidos uma semana antes da data de parto (DGAV, 2021).

O comportamento de nidificação é essencial para a expressão hormonal que regula o comportamento maternal, preparando a porca para o parto. Quanto mais ativo e satisfatório este for, mais calmo será o parto, permitindo que a porca, posteriormente, esteja em decúbito lateral e facilite o fornecimento de colostro na ninhada (Free Farrowing, 2021).

Os sistemas de restrição temporária resultaram da abertura das jaulas durante a lactação, permitindo o deslocamento da porca. Utiliza-se o pavimento *slat* e possuem dimensões de 4,3 m², sendo que atualmente podem-se iniciar a partir de 6 m². Este permite que o animal defina as zonas funcionais e expresse o comportamento de nidificação. Como nos primeiros 4 dias pós-parto a atividade da porca é reduzida, este seria o período indicado para a restrição temporária (Romans, 2022).

Nos sistemas em grupo, os leitões e as porcas estão alojados num parque de grandes dimensões durante a maioria da fase de lactação, podendo iniciar o processo em sistemas de alojamento individuais e depois serem deslocados para um grupo. Outra opção consiste em manter as porcas num grupo durante o parto e a amamentação, com acesso a certas áreas, num espaço central, apenas durante o parto. Embora este sistema promova o bem-estar da porca, reduza as agressões pós-desmame destas e o stress da próxima fase dos leitões (AHDB, 2023), a mortalidade por esmagamento e a agressividade aumenta, não sendo aconselhado nas porcas gestantes durante o parto (Wechsler & Weber, 2007).

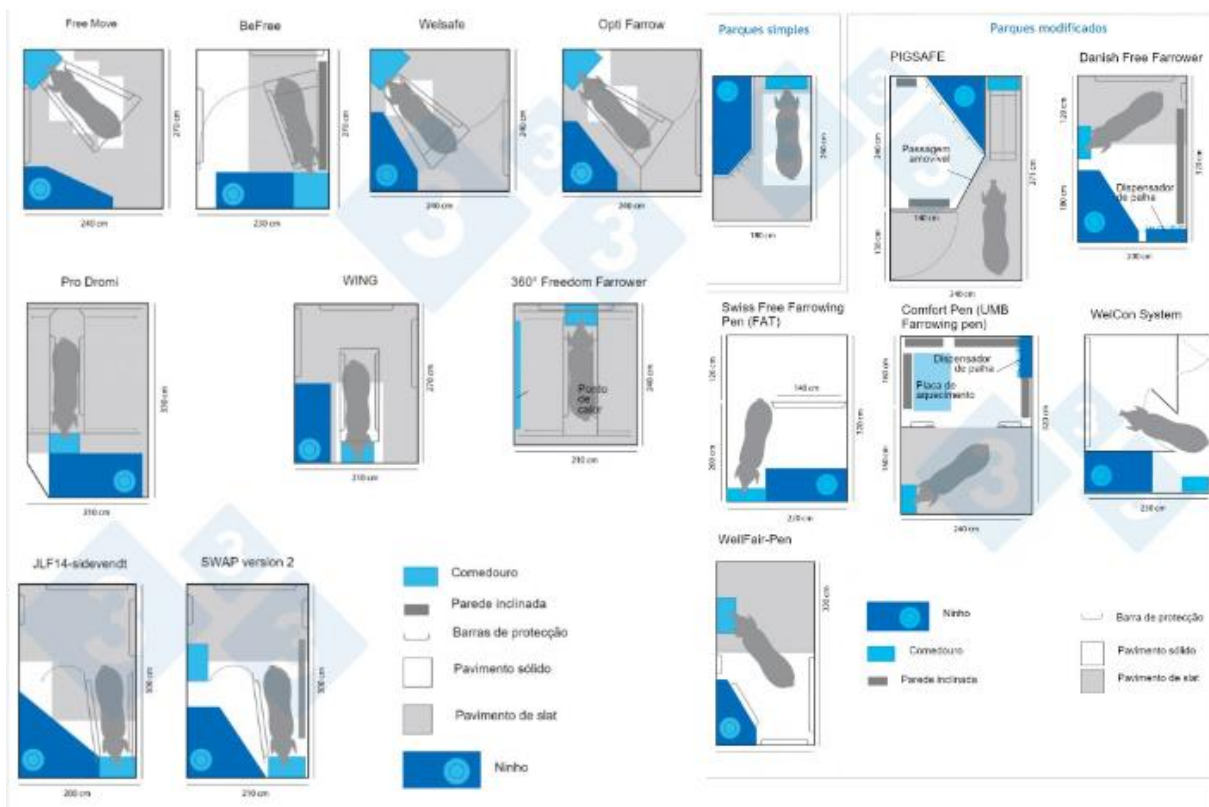


Figura 9- Esquemas do tipo de alojamento com confinamento temporário e modificado (sem confinamento) (Pedersen, 2008)

A mortalidade entre estes diversos sistemas de alojamento é semelhante. Em relação à morte por esmagamento, conclui-se que o sistema de jaulas de parto é o mais eficaz, mas a elevada prevalência das outras causas de mortalidade neste, acaba por igualar os valores. Por outro lado, as lesões nos tetos da porca são mais observadas no alojamento em grupo, o que poderá ter impacto no CI das ninhadas (Muns et al., 2016).



Figura 10- Jaulas de parto nas maternidades da exploração de estágio (fotografias recolhidas durante o estágio)

2.3.3 Maneio

As explorações comerciais tendem a focar os seus esforços nos dias de parto e nos dois dias seguintes a este para reduzir a mortalidade pré-desmame, os nados-mortos e aumentar a sobrevivência dos leitões no período mais crítico, o primeiro dia de vida (Muns et al., 2016).

Estes protocolos consistem em secar os leitões e colocá-los debaixo das lâmpadas de aquecimento, imediatamente após o nascimento, o que reduz a mortalidade em sistemas de alojamento em grupo. Além disso, a colocação dos leitões na proximidade do úbere materno, para que estes encontrem o seu teto e iniciem a ingestão de colostro o mais rapidamente, aumenta a sua taxa de sobrevivência (Muns et al., 2016).

Após o parto, focam-se na maximização da CI e da energia do leitão e, na redução da heterogeneidade de pesos ao nascimento das ninhadas. A ingestão de colostro sequencial consiste em retirar os leitões maiores, por um período de cerca de 1 hora e meia, deixando um número, igual ou menor ao número de tetos funcionais, de leitões de menores dimensões, permitindo uma CI adequada ao número máximo de leitões. Cada grupo de leitões retirados são marcados para permitir a sua identificação e a aplicação desta técnica sempre na mesma ordem (Romero, 2014). Apesar de ser uma prática muito comum, certos estudos não verificam uma redução significativa da mortalidade através desta técnica. A suplementação oral dos leitões com colostro ou suplementos energéticos auxilia no aumento da CI dos leitões de baixo peso ao nascimento, aumentando a sua sobrevivência e crescimento.

A troca de leitões entre ninhadas estabelece um equilíbrio entre o número de leitões e os tetos funcionais da porca, auxiliando a CI nas ninhadas com grande variabilidade de pesos, devendo ser realizado até às 20 horas pós-parto, sem a criação de ninhadas heterogêneas. A adoção de leitões após 24 horas do parto aumenta o risco de mortalidade pós-desmame e a troca de leitões, para uniformizar ninhadas, duplicou o coeficiente de variação de pesos ao nascimento no fim da lactação (Muns et al., 2016).

Sendo assim, foram criados sistemas de adoção para aumentar a sobrevivência dos leitões e uniformizar as ninhadas. Esta prática deve ser realizada

entre as 12 e 24 h pós-parto e utilizada ao mínimo, visto que é estressante para a porca e sua ninhada. Quando aplicada corretamente, esta maximiza a CI, reduz a mortalidade pré-desmame e, não afeta o comportamento dos animais nem o seu crescimento (Torrey et al., 2018). Por outro lado, verificou-se, em determinados estudos, a presença de caudofagia e aumento do risco de pericardites e de rejeições em matadouro, quando aplicada demasiado cedo (Cabrera et al., 2010; Muns et al., 2016).

Estes sistemas podem envolver apenas uma porca adotante ou duas porcas adotantes num sistema de cascata. No sistema de uma porca ocorre o desmame da ninhada da porca adotante a partir dos 21 dias de lactação, recebendo os leitões em excesso do novo lote de nascimento, amamentando-os até ao desmame. No sistema de duas porcas adotantes desmama-se uma ninhada de uma porca intermediária aos 28 dias, a qual vai receber leitões com 4 a 7 dias, de uma futura porca adotante, a qual recebe o excedente de leitões do novo lote de nascimentos. Infelizmente, as necessidades de amamentação não são satisfeitas aquando da criação de ninhadas heterogêneas, ocorre a interrupção do sistema de “*all-in-all-out*”, aumenta o risco de mortalidade durante todo o ciclo produtivo, não havendo diferença significativa desta entre os 2 tipos de sistema.

Uma alternativa é a utilização de substitutos de leite para amamentar os leitões em excesso e os mais fracos, os quais são deslocados entre os 3 e os 7 dias de idade para alojamentos diferentes, com sistemas de alimentação artificiais, onde se verifica um crescimento e maturidade intestinal, aos 28 dias, semelhantes ao sistema referido anteriormente. A suplementação das ninhadas com leite artificial, em leitões de idade superior, mas com baixa condição corporal, é aconselhada (Muns et al., 2016).



Figura 11- Suplementação da ninhada com leite artificial (fotografia recolhida durante o estágio)

3. TRABALHO EXPERIMENTAL

3.1 Objetivos

Este estudo experimental foi realizado entre os meses de Novembro de 2022 e de Janeiro de 2023, numa exploração comercial de suinicultura intensiva com todas as fases produtivas, no distrito de Coimbra. O foco foi a fase pré-desmame e obtiveram-se dados de porcas e leitões em maternidades com jaulas de parto, com pavimento de *s/af* parcial de betão e gradeamento plástico, com lâmpada de aquecimento na zona de repouso dos leitões.

O objetivo deste estudo foi a compreensão do impacto de determinados fatores, nomeadamente, o peso ao nascimento, a qualidade e ingestão de colostro, número de barrigas e idade de desmame, na mortalidade dos leitões e a influência destes nos leitões sobreviventes, através da análise de dados como o peso ao desmame e ganho médio diário (GMD). Perante as causas de mortalidade obtidas, também se pretendeu entender o seu impacto e reduzir a sua incidência, com posterior comparação dos resultados obtidos com a literatura.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Desenho experimental

As pesagens dos leitões foram realizadas ao nascimento e ao desmame, com o intuito de analisar a sua relação com a mortalidade pré-desmame correspondente. Estes dados foram obtidos durante o período compreendido entre Novembro de 2022 e Janeiro de 2023.

A análise de amostras de colostro para determinação da concentração de imunoglobulinas foi realizada na mesma exploração entre Dezembro de 2022 e Janeiro de 2023, com o objetivo de verificar a relação da qualidade do colostro com a mortalidade pré-desmame da ninhada correspondente.

As pesagens dos leitões, ao nascimento e passado 24 h do início do parto, foram realizadas na mesma exploração, no mesmo período, as quais permitiram o cálculo da CI de cada leitão e posterior análise da sua relação com a mortalidade da ninhada.

Para o cálculo da ingestão de colostro (segundo a equação de Theil) foi necessário adquirir outros dados como o ganho de peso e o tempo disponível de fornecimento de colostro.

Outras informações foram obtidas, nomeadamente a barriga de cada porca analisada e de cada ninhada pesada, a idade de desmame, as informações de parto das porcas e as categorias classificativas dos valores de refratometria. A partir do peso ao nascimento e ao desmame e a idade de desmame foi possível obter o GMD de cada ninhada.

No total, foram pesados 1136 leitões nascidos vivos de 67 ninhadas das quais, apenas 4 não possuíam uma genética hiperprolífica (genéticas hiperprolíficas: Danbred Arouca e Hypor; restante genética: Monta/Dalland). Das mesmas ninhadas iniciais, apenas foram desmamados e pesados 866 leitões.

Em relação aos dados de CI, obteve-se informação de 240 leitões correspondentes a 15 ninhadas e concentrações de amostras de colostro provenientes de 47 porcas.

3.2.2 Colheita de amostras e recolha de dados

As informações das porcas envolvidas neste estudo foram recolhidas, nomeadamente o seu número de barrigas, a sua história clínica e reprodutiva e as informações do parto.

A pesagem foi realizada nas primeiras 24 h de vida dos leitões, o mais próximo possível do nascimento destes. As ninhadas foram selecionadas aleatoriamente com base num horário de parto favorável em que fosse possível acompanhar todo o processo.

Os leitões foram identificados, dorsalmente, com o número correspondente à ordem de pesagem, com tinta marcadora de gado para auxiliar na anotação dos pesos e pesados numa balança digital. Para o cálculo de CI, a marcação foi semelhante, mas desta vez foi feita de acordo com a ordem de nascimento. A marcação foi repetida ao final do dia para garantir que esta permanecia legível até a próxima pesagem 24 horas após o início do parto.



Figura 12- Numeração dos leitões (fotografias recolhidas durante o estágio)

Para a aplicação da equação da CI (Theil) foi necessário anotar as horas de nascimento de cada leitão para, posteriormente, calcular o tempo disponível de fornecimento de colostro.

As amostras de colostro foram recolhidas das progenitoras das ninhadas submetidas às pesagens de CI e de outras porcas cujo horário de início de parto permitisse a recolha de amostra nas primeiras 3 horas deste. A recolha foi realizada por extração manual de vários tetos escolhidos aleatoriamente, na quantidade suficiente para a análise no refratómetro (cerca de 3 gotas). O mesmo foi utilizado para a análise de todas as amostras, nas mesmas condições de luminosidade e temperatura. Este possuía a escala de Brix, com uma amplitude entre 0 e 90%.

As pesagens de desmame foram realizadas a menos 24 horas do momento da saída dos leitões para a entrada na pré-engorda e a mesma balança foi utilizada.

As informações sobre a mortalidade pré-desmame foram anotadas nas fichas de cada porca e verificadas no dia de desmame. Esta mortalidade apenas se aplicava às mortes dos nados-vivos.

As informações de mortalidade perinatal foram anotadas, nomeadamente os nados-mortos (leitões que não respiravam) e mumificados (morte do feto durante a gestação).

Como causas de mortalidade obtivemos esmagamentos, eliminados (leitões abatidos devido a baixa probabilidade de sobrevivência), fracos (a sua vitalidade foi

diminuindo e estes acabaram por morrer), BPN (leitões com baixo peso ao nascimento), entalados (ficaram presos em algum local, sendo o mais comum, entre o comedouro e a porca), anémicos e diarreia.

3.2.3 Análise estatística

Os dados relativos às ninhadas e porcas juntamente com as pesagens realizadas, densidade do colostro das amostras recolhidas, cálculo de CI, mortalidade e suas respetivas causas de morte foram anotados num documento de Microsoft Excel®, para posteriormente serem exportados para o programa informático IBM SPSS Statistics 27®.

A análise descritiva foi realizada usando o comando *Descriptive Statistics* e aplicaram-se os seguintes testes: teste Shapiro-Wilk (se $p \geq \alpha$, a amostra seguia uma distribuição normal); coeficiente de correlação de Spearman (ρ) (se $p < \alpha$, existia uma correlação estatisticamente significativa); teste Mann-Whitney U ($p < \alpha$, havia diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos); teste Kruskal-Wallis (se $p < \alpha$, havia diferenças estatisticamente significativas entre grupos) e teste Wilcoxon Signed Rank (se $p \geq \alpha$, a mediana não diferia de forma estatística do valor de referência).

3.3 Resultados

Foram pesados, ao nascimento, um total de 1136 ($n=1136$) leitões, de 67 ninhadas ($n=67$), com uma média de nados-vivos de $17,37 \pm 3,926$, média de nados-mortos de $2,34 \pm 2,686$ e de mumificados de $0,45 \pm 0,801$ e dessas mesmas ninhadas, foram desmamados e pesados 866 leitões ($n=866$).

O peso médio dos leitões nados-vivos, ao nascimento, foi de $1,187 \pm 0,304$ kg, sendo o menor peso registado de 0,47 kg e o máximo de 1,57 kg, com 38,7% dos leitões a possuírem um peso inferior a 1,1 kg. O peso médio ao desmame foi de $5,029 \pm 1,157$ kg com um peso mínimo de 2,346 kg e máximo de 9,09 kg, sendo que 37,7% possui um peso inferior a 6 kg. Estes foram desmamados com uma idade média de $26,31 \pm 3,202$ dias, possuindo um GMD de $0,146 \pm 0,036$ kg.

Em relação à análise de colostro, através do refratómetro com escala de Brix, foram recolhidas 47 amostras ($n=47$), com uma densidade média de $26,99\% \pm 3,627$. Efetuou-se o cálculo de CI para um total de 240 leitões ($n=240$) de 15 ninhadas, com

valores médios de $282,859 \pm 117,091$, sendo que as ninhadas submetidas a esta análise possuíram o ganho de peso em 24 h (entre o nascimento e 24 h pós-parto) de $23,59 \pm 74,991$.

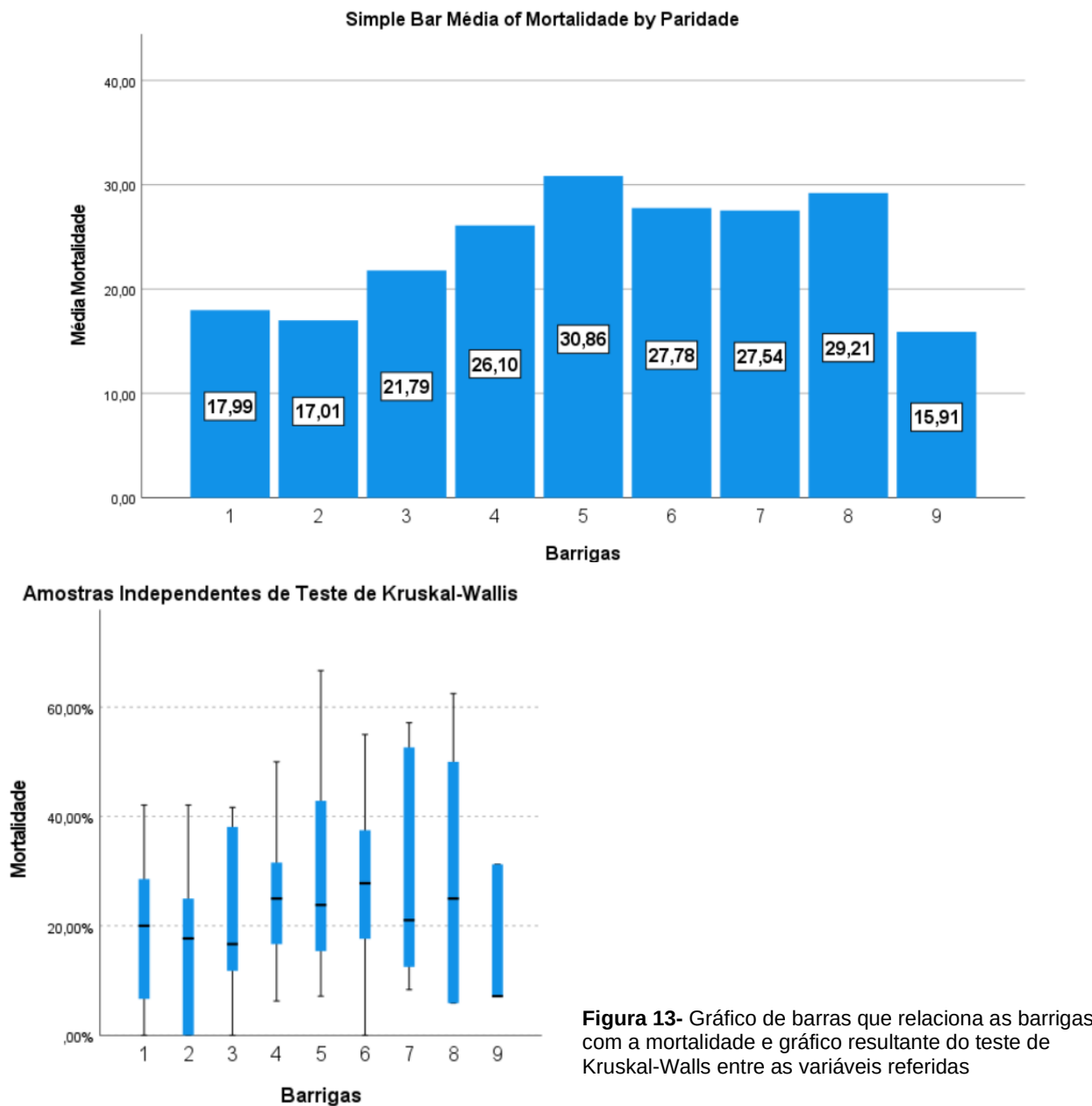
Neste estudo estiveram envolvidas um total de 98 porcas ($n=98$), sendo que a maioria possuía a genética Danbred Arouca ($n=84$). A maioria das porcas envolvidas eram de barriga 1 (15,3%), seguidas de barriga 4 (14,3%) e barrigas 2,3 e 6 (13,6% cada uma).

Das 47 amostras de colostro analisadas, 24 tinham um teor de IgG adequado (25-29% na escala de Brix), 12 amostras obtiveram a classificação Muito Bom ($\geq 30\%$), seguidas de 10 amostras Boderline (20-24%) e apenas 1 amostra Pobre ($< 20\%$).

Na mortalidade pré-desmame dos nados-vivos, obteve-se um valor médio por ninhada de $24,232\% \pm 16,446$. Verificou-se que a mortalidade média dos leitões com peso inferior ou igual a 1,1 kg ($n=440$) era de $26,875\% \pm 17,77$ e que dos restantes era de $21,803\% \pm 13,728$. Esta diferença de médias foi comprovada através do teste de Mann-Whitney, que concluiu que havia diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

A principal causa de morte, representando 60,5% da mortalidade total, foi o esmagamento, seguido de leitões fracos com 21,8% e baixo peso ao nascimento com 10,7%. As outras causas registadas, como leitões entalados, leitões fracos, diarreia e anemia apenas corresponderam, em conjunto, a 6,9% da mortalidade total.

Em relação à mortalidade e o número de barrigas, verificou-se uma maior percentagem de mortalidade média nas porcas de barriga 5 (30,86%), seguida das de barriga 8 (29,21%) e das de 6 e 7 (cerca de 28%). Esta diferença de mortalidade média entre barrigas foi confirmada através do teste Kruskal-Wallis, em que se concluiu que havia diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de barrigas.



Verificou-se que apenas as variáveis “peso ao nascimento” dos nados vivos, “nados-vivos” e a “densidade” das amostras de colostro, através da escala de Brix, estavam normalmente distribuídas.

Perante a aplicação do coeficiente de correlação de Spearman (ρ), obteve-se uma correlação estatisticamente significativa com variação em sentido oposto entre o peso ao nascimento e a mortalidade ($\rho(1136)=-0,177$, $p<0,001$), CI e a mortalidade ($\rho(240)=-0,412$, $p<0,001$) e com variação no mesmo sentido entre os nados-vivos e

a mortalidade ($p(98)=0,545$, $p<0,001$), entre o peso ao desmame e a mortalidade ($p(866)=0,082$, $p=0,016$) e a idade ao desmame e a mortalidade ($p(866)=0,251$, $p<0,001$). Não se verificou uma correlação estatisticamente significativa entre a densidade do colostro e a mortalidade ($p(47)=-0,168$, $p=0,259$), o número de barrigas e a mortalidade ($p(98)=0,150$, $p=0,141$) e o número de barrigas e a densidade do colostro ($p(47)=-0,134$, $p=0,369$).

Através do teste Kruskal-Wallis, verificou-se que existiam diferenças estatisticamente significativas entre o valor médio da mortalidade nas categorias de classificação do colostro. A categoria “Pobre” correspondeu a uma mortalidade média de 33,3%, seguida pela “Boderline” com 32,84%, “Adequada” com 23,78% e a “Muito Bom” com 18,16%.

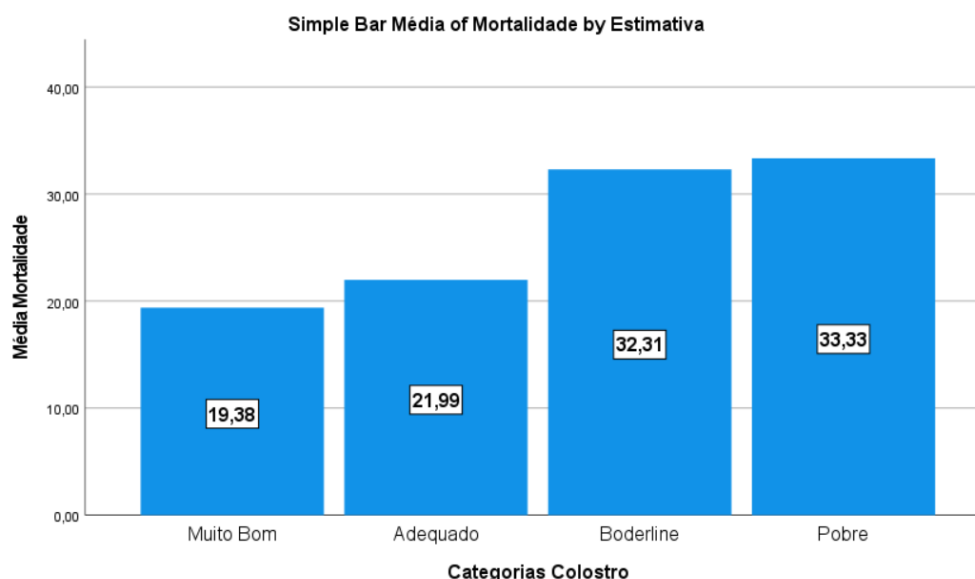


Figura 14- Gráfico de barras que relaciona as variáveis categorias de classificação de colostro baseado na “estimativa de IgG” e a “mortalidade” média

Efetuuou-se a comparação entre o valor de referência de 28 dias com a mediana da idade ao desmame do estudo (teste Wilcoxon Signed Rank) e concluiu-se que existe diferença estatisticamente significativa entre a mediana da idade ao desmame e o seu valor de referência. Ao aplicar o mesmo teste para a comparação da mediana do peso ao desmame com o valor mínimo de 7 kg, concluiu-se que a mediana diferia significativamente do valor de referência de peso ao desmame.

3.4 Discussão

Através da análise estatística verificou-se que a maioria do efetivo de porcas possuía uma genética hiperprolífica, predominantemente Danbred Arouca, com ninhadas médias de 17 leitões nascidos-vivos, valor superior ao número de tetos funcionais das porcas (14 tetos). Consequentemente, este número elevado de fetos resultava em pouco espaço intra-uterino e nutrientes insuficientes para todos, resultando no nascimento de leitões de baixo peso ($\leq 1,1$ kg). Neste estudo, o peso médio dos leitões rondava os 1,187 kg, mas cerca de 38,7% possuía um peso inferior a 1,1 kg.

Estabelecendo uma comparação com o estudo de Feldpausch, apenas 15,2% dos leitões da amostra possuíam o peso $\leq 1,1$ kg, com uma mortalidade de 34,4%. Nesta exploração, apesar da percentagem de leitões de baixo peso ser maior, a taxa de mortalidade era mais baixa. Isto devia-se às ninhadas de grandes dimensões e leitões de baixo peso, com grande possibilidade da presença da síndrome de IUGR, que afetava o seu desenvolvimento, explicando o baixo peso dos leitões ao desmame (cerca de 5,029 kg), quando comparado com os valores de referência (ideal entre 7 e 8,5 kg), com 37,7% destes com peso inferior a 6 kg, quando deveria ser inferior a 10%.

Como seria expectável, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre as mortalidades médias dos leitões de baixo peso e os restantes ($>1,1$ kg), sendo maior no primeiro grupo. O valor médio de mortalidade (cerca de 24%), nesta exploração, era superior ao referido no estudo de Feldpausch. Segundo um estudo europeu, a mortalidade média das explorações europeias ronda os 18%.

A principal causa de mortalidade registada foi o esmagamento (60% da mortalidade total), seguida por leitões baixa vitalidade como seria expectável de acordo com a bibliografia.

Neste estudo, não foi observado uma correlação estatisticamente significativa entre o número de barrigas das porcas e a mortalidade, a qual também não se verificou em determinados estudos.

Obteve-se maior mortalidade na barriga 5 (30,86%), seguida da 8 (29,21%), 6 e 7 (ambas com 28%). Seria de esperar, menor mortalidade entre múltiparas (4 a

6), por possuírem maior produção de colostro e consequentemente maior imunidade passiva. Por outro lado, as porcas mais velhas possuem partos mais longos, o que aumenta o risco de hipóxia intra-uterina e apresentam uma redução de 41% dos tetos funcionais, o que poderia justificar os valores de mortalidade obtidos para as barrigas 8, 6 e 7.

Os leitões possuíam pesos muito baixos comparativamente à sua idade de desmame (26 dias). Como estes eram transferidos da maternidade para instalações adequadas, onde permaneciam durante a fase pré-engorda, esta separação antecipada é possível.

Perante a análise estatística, verificou-se uma correlação estatisticamente significativa entre o peso ao desmame e idade de desmame com a mortalidade, em que as variáveis variavam no mesmo sentido. Este resultado foi inesperado para a correlação da idade de desmame, porque teoricamente a idade ideal é de 28 dias. Logo, se o valor era menor, a mortalidade deveria ser superior, ocorrendo uma variação em sentidos opostos das variáveis. Noutra perspetiva, se a fase de amamentação fosse prolongada, fazia com que os animais estivessem mais tempo expostos aos fatores causadores de mortalidade, justificando o resultado da variação no mesmo sentido.

Em contrapartida, o aumento do peso de desmame e da mortalidade das ninhadas deve-se à diminuição do número de leitões a amamentar, o que possibilita maior ingestão de leite a cada leitão sobrevivente, promovendo o seu crescimento.

As amostras de colostro possuíam uma densidade média de 27%, classificando-se como “adequado” e, segundo a análise estatística, não se verificou uma correlação estatisticamente significativa entre a densidade e a mortalidade. Se estas variáveis estivessem relacionadas nesta exploração, seria de esperar uma menor mortalidade perante este colostro de boa qualidade.

De acordo com a análise estatística, verificou-se que as variáveis CI e mortalidade possuíam uma correlação estatisticamente significativa, variando em sentidos opostos, isto é, melhor aporte de colostro, menores valores de mortalidade. Além disto, verificou-se uma diferença de mortalidade estatisticamente significativa entre as categorias de classificação do colostro, sendo que a “Muito Bom”, estava associada a uma mortalidade mais baixa (18,16%).

Entre as variáveis “barrigas” e “densidade de colostro”, não se verificou uma correlação estatisticamente significativa.

Como foi referido anteriormente, o peso ao nascimento é um dos fatores que mais influencia a mortalidade. Neste estudo, comprovou-se que este possui uma correlação estatisticamente significativa com a mortalidade, com uma variação em sentidos opostos.

A variável “nados-vivos”, que corresponde ao tamanho da ninhada, também possui uma correlação estatisticamente significativa com a mortalidade, variando no mesmo sentido, o que está em concordância com a realidade, porque um aumento do tamanho das ninhadas, implica uma diminuição de pesos ao nascimento, falha no aporte de colostro e amamentação e, conseqüentemente, um aumento da mortalidade.

3.5 Conclusão

A fase pré-desmame influencia todo o ciclo produtivo, porque é neste momento que os leitões adquirem a imunidade para evitar doença ou minimizar o seu impacto e um leitão com um bom aporte de colostro e posterior amamentação, terá maiores probabilidades de sobrevivência.

Falhas na fase de amamentação, causam um aumento da mortalidade e os leitões sobreviventes, que avançam para as etapas seguintes, vão ser menos resistentes, isto é, condição corporal e reservas imunitárias mais baixas culminando no aparecimento de diversas doenças e, conseqüentemente, no aumento do recurso à metafilaxia, incluindo a antibioterapia.

Esta exploração possuía uma elevada taxa de mortalidade, a qual podia ser reduzida se mais recursos fossem disponibilizados na fase de amamentação, nomeadamente, a atualização e melhoria das maternidades, instalação de *farm-control* devidamente funcional, melhoramento de manejo, principalmente a contratação de pessoal especializado.

Um plano visando o aumento do rendimento desta exploração deveria consistir nas seguintes vertentes: (1) manuseamento correto dos animais visando a diminuição do seu stress; (2) conhecimento e aplicação cuidada das técnicas de fornecimento de colostro para assegurar a imunidade passiva e uma nutrição

correta; (3) melhoria das instalações para maximizar o bem-estar dos animais, satisfazendo minimamente as suas necessidades ambientais e comportamentais. Resumindo, eram necessários investimentos para que, a longo prazo, houvesse um aumento da rentabilidade da exploração.

REFERÊNCIAS

- AHDB. (2023). *Group farrowing systems* | AHDB. <https://ahdb.org.uk/knowledge-library/group-farrowing-systems>
- Barceló, J. (2010, September 2). *Qual é a melhor idade para desmamar? (I de II) - Artigos - 3tres3, A página do porco*. 3tres3.Com. https://www.3tres3.com.pt/artigos/qual-e-a-melhor-idade-para-desmamar-i-de-ii_1135/
- Casanova, C. (2009). *Piglet colostrum intake - Articles - pig333, pig to pork community*. Pig333.Com. https://www.pig333.com/articles/piglet-colostrum-intake_7231/
- DGAV. (2021). *Manual BEA Suínos*.
- Feldpausch, J. A., Jourquin, J., Bergstrom, J. R., Borgen, J. L., Bokenkroger, C. D., Davis, D. L., Gonzalez, J. M., Nelssen, J. L., Puls, C. L., Trout, W. E., & Ritter, M. J. (2019). Birth weight threshold for identifying piglets at risk for preweaning mortality. *Translational Animal Science*, 3(2), 633–640. <https://doi.org/10.1093/tas/txz076>
- Ferrari, C. v., Sbardella, P. E., Bernardi, M. L., Coutinho, M. L., Vaz, I. S., Wentz, I., & Bortolozzo, F. P. (2014). Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*, 114(3–4), 259–266. <https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2014.02.013>
- Free Farrowing. (2021). *Why Free Farrowing?* https://freefarrow.wpengine.com/?page_id=6
- Galina Pantoja, L., Peters, B. M., Krantz, S. A., Holtkamp, D. J., & Wang, C. (2016). Production tool Reference values for immunocrit ratios to assess maternal antibody uptake in 1-day-old piglets. *J Swine Health Prod*, 24(1), 36–41. <http://www.aasv.org/shap.html>.

- Gu, Z., Xin, H., Wang, C., Shi, Z., Liu, Z., Yang, F., Lin, B., Wang, C., & Li, B. (2010). Effects of neoprene mat on diarrhea, mortality and foreleg abrasion of pre-weaning piglets. *Preventive Veterinary Medicine*, 95(1–2), 16–22.
<https://doi.org/10.1016/J.PREVETMED.2010.03.011>
- Haley, M. (2022, December 20). *USDA ERS - Sector at a Glance*. USDA.
<https://www.ers.usda.gov/topics/animal-products/hogs-pork/sector-at-a-glance/>
- Hasan, S. M. K., Junnikkala, S., Valros, A., Peltoniemi, O., & Oliviero, C. (2016). Validation of Brix refractometer to estimate colostrum immunoglobulin G content and composition in the sow. *Animal*, 10(10), 1728–1733.
<https://doi.org/10.1017/S1751731116000896>
- Mainau, E., Temple, D., & Manteca, X. (2015). *PRE-WEANING MORTALITY IN PIGLETS*.
www.fawec.org
- Ministério da Agricultura Desenvolvimento Rural e Pescas. (2003). Decreto-Lei n.º 135/2003, de 28 de junho. *Diário Da República n.º 147/2003, Série I-A de 2003-06-28*, 3719–3724.
- Muns, R., Nuntapaitoon, M., & Tummaruk, P. (2016). Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. In *Livestock Science* (Vol. 184, pp. 46–57). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.025>
- Oliviero, C. (2022). Offspring of hyper prolific sows: Immunity, birthweight, and heterogeneous litters. *Molecular Reproduction and Development*.
<https://doi.org/10.1002/MRD.23572>
- Pedersen, B. K. (2008, December 8). *Dimensões e desenho da unidade de maternidade - Artigos - 3tres3, A página do porco*.
https://www.3tres3.com.pt/artigos/dimens%C3%B5es-e-desenho-da-unidade-de-maternidade_739/
- Pork checkoff and The National Pork Board. (2023). *Life Cycle of a Market Pig - Pork Checkoff*. Porkcheckoff.Org. <https://porkcheckoff.org/pork-branding/facts-statistics/life-cycle-of-a-market-pig/>

- Revermann, R., Winckler, C., Fuerst-Waltl, B., Leeb, C., & Pfeiffer, C. (2018). *Assessment of viability of new born piglets using an adjusted APGAR score*.
<https://doi.org/10.5513/JCEA01/19.4.2332>
- Romans, E. F. (2022, April 11). *Sistemas alternativos a jaulas de parto. Quais estão disponíveis? - Artigos - 3tres3, A página do porco*.
https://www.3tres3.com.pt/artigos/sistemas-alternativos-a-jaulas-de-parto-quais-est%C3%A3o-disponiveis_15142/
- Romero, L. S. (2014, January 2). *Systems for split-nursing on the farm - Articles - pig333, pig to pork community*. Pig333.Com.
https://www.pig333.com/articles/systems-for-split-nursing-on-the-farm_7997/
- Suicultura Industrial. (2020). *Estudos da Embrapa*.
- Theil, P. K. (2017). *Estimation of colostrum and milk production in sows* (Vol. 47).
- Torrey, S., di Giminiani, P., Ann Brown, J., Calderón Díaz, J. A., Díaz, C. J., Manzanilla, G. E., García Manzanilla, E., Diana, A., & Boyle, L. A. (2018). Cross-Fostering Implications for Pig Mortality, Welfare and Performance. *Frontiers in Veterinary Science* | *Www.Frontiersin.Org*, 1, 123.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00123>
- van Ginneken, C., Ayuso, M., van Bockstal, L., & van Cruchten, S. (2022). Preweaning performance in intrauterine growth-restricted piglets: Characteristics and interventions. In *Molecular Reproduction and Development*. John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/mrd.23614>
- Villanueva-García, D., Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Olmos-Hernández, A., Mora-Medina, P., Salmerón, C., Gómez, J., Boscato, L., Gutiérrez-Pérez, O., Cruz, V., Reyes, B., & González-Lozano, M. (2021). Hypothermia in newly born piglets: Mechanisms of thermoregulation and pathophysiology of death. *J Anim Behav Biometeorol*, 9, 2101.
<https://doi.org/10.31893/jabb.21001>
- Wechsler, B., & Weber, R. (2007). Loose farrowing systems: challenges and solutions. *Animal Welfare*, 16(3), 295–307.
<https://doi.org/10.1017/S0962728600027111>