

Avaliação de três cenários para expansão de um efetivo leiteiro com um problema sanitário

Márcia de Moraes Carvalho Pinela

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Zootécnica – Produção Animal

Orientador: José Ricardo Dias Bexiga

Júri:

Presidente: Doutor Rui Manuel de Vasconcelos Horta Caldeira, Professor catedrático do(a)
Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Fernando Jorge Silvano Boinas, Professor associado com agregação do(a)
Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa;

Doutor José Ricardo Dias Bexiga, Professor auxiliar do(a) Faculdade de Medicina
Veterinária da Universidade de Lisboa, orientador.

Agradecimentos

Gostaria de expressar o meu agradecimento a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização do presente trabalho.

Em primeiro lugar, um agradecimento muito especial ao meu orientador, Doutor Ricardo Bexiga, por toda a incansabilidade, disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

À Sociedade Agro-Pecuária Palaio, em particular ao responsável Bruno Palaio e à Engenheira Paula Silva, por me receberem e permitirem realizar o presente estudo nas suas instalações, por toda a aprendizagem e pelo companheirismo.

Ao Doutor Bruno Moreira, pelo esclarecimento de variadas questões e possibilidade de avançar com o estudo.

A toda a minha família e amigos, pelo carinho, paciência e apoio incondicional.

Ao Instituto Superior de Agronomia e à Faculdade de Medicina Veterinária, incluindo todos os professores, que me acolheram ao longo deste percurso académico de 5 anos e permitiram a conclusão do mesmo.

E por fim, ao Santander Totta, pelo reconhecimento e atribuição de uma bolsa no valor das propinas do primeiro ano de mestrado.

Resumo

A expansão de um efetivo oferece uma vantagem económica ao aumentar o número de animais em produção, permitindo ao produtor alcançar economias de escala e maior competitividade no mercado. Existem diversas formas de expandir e vários fatores que contribuem ou, por outro lado, dificultam esse processo, como determinados problemas sanitários. O presente estudo teve como propósito delinear diferentes estratégias de expansão de um efetivo bovino leiteiro e estimar quais os resultados prováveis de cada uma. Neste sentido, foi desenvolvido e aplicado um modelo preditivo em 3 cenários, cada um com uma estratégia diferente de expansão, mas com o objetivo comum de alcançar as 400 vacas produtivas numa vacaria com um problema sanitário. Esta análise preditiva foi realizada para os anos 2024, 2025 e 2026, com dados recolhidos dos 3 anos anteriores (2021-2023). O primeiro cenário, no qual se considerou que todo o maneio realizado na exploração se manteria igual, demonstrou ser o único capaz de atingir e permanecer acima do objetivo ao fim dos 3 anos previstos (2024-2026), na presença do problema sanitário em causa. O segundo cenário apresentou o menor número de vacas produtivas ao fim do mesmo período de tempo, inferior ao valor pretendido, porém evidencia ser a melhor alternativa a seguir a nível sanitário e de biossegurança, com a eliminação gradual do problema. Já o terceiro cenário, que consiste numa réplica do segundo cenário, mas com a aquisição de vacas fora da exploração, apresentou um valor intermédio de animais produtivos em 2026. Contudo, parece submeter o efetivo a variados riscos, representando o cenário menos aconselhado a eleger.

Palavras-chave: expansão, economias de escala, problema sanitário, produção, vacas leiteiras

Abstract

Expanding a herd offers an economic advantage by increasing the number of animals in production, allowing the producer to achieve economies of scale and greater market competitiveness. There are several ways to expand and several factors that contribute to or, on the other hand, hinder this process, such as certain health problems. The purpose of this study was to outline different expansion strategies for a dairy cattle herd and estimate the likely results of each one. In this sense, a predictive model was developed and applied in 3 scenarios, each with a different expansion strategy, but with the common objective of reaching 400 productive cows in a dairy herd with a health problem. This predictive analysis was carried out for the years 2024, 2025 and 2026, with data collected from the previous 3 years (2021-2023). The first scenario, in which it was considered that all management carried out on the property would remain the same, proved to be the only one capable of reaching and remaining above the target at the end of the 3 predicted years (2024-2026), in the presence of the health problem in question. The second scenario presented the lowest number of productive cows at the end of the same period of time, lower than the desired value, but it proves to be the best alternative to follow in terms of health and biosecurity, with the gradual elimination of the problem. The third scenario, which consists of a replica of the second scenario, but with the acquisition of cows off the farm, presented an intermediate value of productive animals in 2026. However, it seems to subject the herd to various risks, representing the least recommended scenario to choose.

Keywords: expansion, economies of scale, health problem, production, dairy cows

Índice

Agradecimentos	II
Resumo.....	III
Abstract.....	IV
Índice de Tabelas.....	VII
Lista de Abreviaturas.....	VIII
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica	2
2.1. Expansão do efetivo	2
2.1.1. Importância da expansão do efetivo.....	2
2.1.2. Economias de escala	2
2.1.3. Vantagens e desvantagens	2
2.1.4. Formas de expandir o efetivo e fatores que influenciam a expansão	3
2.2. Desempenho reprodutivo	4
2.2.1. Idade ao primeiro parto	4
2.2.2. Intervalo entre partos	5
2.2.3. Intervalo parto-concepção.....	6
2.2.4. Taxa de submissão	6
2.2.5. Taxa de concepção.....	7
2.2.6. Número de serviços por concepção	7
2.2.7. Taxa de prenhez	8
2.2.8. Abortos.....	8
2.3. Sêmen sexado	10
2.3.1. Sêmen sexado vs sêmen convencional.....	10
2.3.2. Utilização de sêmen sexado para expansão de um efetivo	11
2.3.3. Sêmen sexado de leite e sêmen convencional de carne	12
2.4. Taxa de refugo	13
2.4.1. Refugo voluntário vs refugo involuntário.....	13

2.4.2. Influência da taxa de refugo sobre a expansão do efetivo	14
2.5. Aquisição de animais.....	15
2.5.1. Biossegurança	16
2.6. Neosporose	17
3. Objetivos.....	18
4. Materiais e Métodos.....	18
4.1. Caracterização da vacaria	18
4.1.1. Maneio reprodutivo.....	18
4.1.2. Indicadores da exploração	19
4.2. Análises para neosporose	20
4.3. Cenários para alcançar as 400 vacas produtivas.....	20
4.3.1. Cenário 1	20
4.3.2. Cenário 2	22
4.3.3. Cenário 3	24
5. Resultados.....	24
5.1. Caracterização da vacaria	24
5.2. Análises para a neosporose	28
5.3. Cenário 1.....	28
5.4. Cenário 2.....	30
5.5. Cenário 3.....	30
6. Discussão	31
7. Conclusões e Perspetivas Futuras.....	39
8. Referências Bibliográficas	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tamanho do efetivo total e dos diferentes grupos de animais	24
Tabela 2 - Indicadores produtivos	25
Tabela 3 - Indicadores reprodutivos referentes às vacas	26
Tabela 4 - Indicadores reprodutivos referentes às novilhas	27
Tabela 5 - Refugos e causas para o refugo	27
Tabela 6 - Resumo dos resultados dos diferentes cenários em 2024, 2025 e 2026.....	31

Lista de Abreviaturas

IPP – Idade ao primeiro parto

IEP – Intervalo entre partos

IPC – Intervalo entre parto-concepção

TS – Taxa de submissão

TC – Taxa de concepção

NSC – Número de serviços por concepção

TP – Taxa de prenhez

ADN – Ácido desoxirribonucleico

CCS – Contagem de células somáticas

IATF – Inseminação artificial a tempo fixo

Eprod(24) – Efetivo produtivo esperado em 2024

Vprod(23) – Número de vacas em produção no final de 2023

Vsec(23) – Número de vacas secas no final de 2023

Nov(23) – Número de novilhas para reposição de 2023

Vret(24) – Número de vacas vivas retiradas em 2024

Vmort(24) – Número de vacas mortas em 2024

Nref(24) – Número de novilhas refugadas em 2024

Eprod(25) – Efetivo produtivo esperado em 2025

Vit(23) – Número de vitelas para reposição de 2023

Vret(25) – Número de vacas vivas retiradas em 2025

Vmort(25) – Número de vacas mortas em 2025

Nref(25) – Número de novilhas refugadas em 2025

Eprod(26) – Efetivo produtivo esperado em 2026

Vit(24) – Número de vitelas para reposição de 2024

Vret(26) – Número de vacas vivas retiradas em 2026

Vmort(26) – Número de vacas mortas em 2026

Nref(26) – Número de novilhas refugadas em 2026

VitV(24) – Número de vitelas para reposição de 2024 nascidas de vacas

VitNov(24) – Número de vitelas para reposição de 2024 nascidas de novilhas testadas negativamente à neosporose

Vcomp(24) – Número de vacas compradas em 2024

I – Litros

IA – Inseminação artificial

1. Introdução

De acordo com a Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2021), até ao ano de 2030 prevê-se um aumento no consumo de gorduras e produtos de origem animal nos países com médios e altos rendimentos. Entre os diversos setores pecuários, antevê-se que seja o setor dos laticínios a expandir mais rapidamente, com um crescimento da produção global de leite de 22%. Este progresso será alcançado principalmente através de uma maior produtividade por animal e pela expansão dos efetivos leiteiros. No caso da União Europeia, devido às regulamentações ambientais rigorosas, este crescimento produtivo torna-se mais restrito e é até expectável que o número de efetivos leiteiros diminua. Segundo Lauer et al. (2018), esta tendência vai ao encontro do que se tem observado ao longo dos últimos anos, nos quais as pequenas explorações estão a desaparecer, mas em contrapartida, o número médio de animais por efetivo tem aumentado, visto que as explorações de maior dimensão que se conseguem manter ativas têm expandido os seus efetivos.

Uma das principais vantagens da expansão de um efetivo é o aumento da dimensão da exploração e, conseqüentemente, da produção, permitindo ao produtor alcançar economias de escala e maior competitividade no mercado (Macdonald et al., 2007). A economia de escala define-se como uma condição económica em que os custos por unidade de produção diminuem à medida que o nível de produção aumenta (McGee, 2014). Segundo Bailey et al. (1997), as economias de escala numa exploração leiteira não só levam a menores custos unitários de produção, como a menores investimentos por vaca e a uma maior eficiência de trabalho.

A expansão de um efetivo bovino leiteiro pode ser conseguida através de diversas formas, como pelo aumento do número de partos e recria de mais animais para futura produção, mantendo vacas na exploração cujo destino seria o abate, pela compra de animais fora da exploração (Jago & Berry, 2011) ou pela utilização de sémen sexado (Murphy et al., 2016). No entanto, o aumento do efetivo está dependente de vários fatores, que poderão atrasar o processo se não forem devidamente controlados, como a taxa de refugo (Faust et al., 2001), incidência de abortos (Keshavarzi et al., 2020), fertilidade (Murphy et al., 2016) e doenças, podendo esta última causa ser agravada no caso da aquisição de animais a terceiros (Faust et al., 2001).

No presente trabalho pretende-se demonstrar a importância da expansão de um efetivo, assim como as vantagens e desvantagens inerentes, e abordar detalhadamente alguns dos fatores que influenciam a expansão.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Expansão do efetivo

2.1.1. Importância da expansão do efetivo

Explorações de maior dimensão têm, em média, custos unitários de produção mais baixos relativamente a explorações mais pequenas. A importância da expansão de um efetivo passa exatamente pela redução desses custos através do aumento do número de animais e, conseqüentemente, da produção. Embora o tamanho do efetivo não seja o único fator a influenciar estes custos, podem garantir uma grande vantagem financeira (MacDonald, 2020). Este crescimento é essencial sobretudo para os pequenos produtores, não só pela menor dimensão das suas explorações, como pela frequência com que vendem o leite a pequenas indústrias leiteiras, cuja posição no mercado é fraca e não têm capacidade de competir com os preços praticados pelas grandes indústrias (Wroński et al., 2007).

2.1.2. Economias de escala

A redução nos custos unitários de produção é conhecida pelo conceito de economias de escala, economias estas que são desejáveis por desempenharem um papel de extrema importância no que diz respeito à rentabilidade de uma exploração, principalmente no caso de vacas leiteiras, cujo rendimento tende a ser baixo (Wroński et al., 2007).

Para compreender como funcionam as economias de escala, torna-se mais fácil dividindo os custos de produção em custos variáveis e custos fixos. Os custos variáveis são dependentes da quantidade produzida e aumentam à medida que a produção aumenta. São exemplos destes custos a alimentação, serviços de inseminação, serviços veterinários, entre outros. Em oposição, os custos fixos, tal como o nome indica, são custos que permanecem constantes independentemente da quantidade produzida, como as despesas associadas às instalações, eletricidade, impostos, etc. Aumentando o nível de produção, é possível diluir estes custos fixos e diminuir a sua representatividade no custo total, o que permite então alcançar as economias de escala (Ferreira, 2010, citado por Pinheiro, 2013).

2.1.3. Vantagens e desvantagens

Tal como referido anteriormente, uma das vantagens da expansão do efetivo é a maior rentabilidade da exploração, algo que já é comprovado desde há muito tempo e é demonstrado em vários estudos. Por exemplo, no ensaio realizado por Bailey et al. (1997), para o efetivo de maior dimensão observou-se um maior poder de compra de equipamentos e maior eficiência no que diz respeito à mão de obra, visto que as horas de trabalho por

unidade produzida de leite foram reduzidas. Os autores Wroński et al. (2007) concluíram que à medida que o número de animais aumenta, os custos anuais totais de manutenção por vaca diminuem e o rendimento obtido por vaca aumenta. Mais recentemente, Krpalkova et al. (2016) demonstraram existir maior rentabilidade e um menor valor de custos totais por litro de leite no efetivo de maior dimensão.

Num outro estudo, realizado por Oleggini et al. (2001), é possível verificar a influência do tamanho do efetivo sobre o custo em alimentação, que representa um dos custos mais dispendiosos. Com o aumento do número de vacas, o custo em alimentação teve tendência a subir, o que seria expectável por se tratar de um custo variável. Por outro lado, o rendimento sobre o custo de alimentação tendeu a aumentar, não só devido à maior produção de leite como à melhor qualidade do mesmo, visto que os efetivos maiores demonstraram ter menores valores de células somáticas, resultados estes que estão de acordo com os obtidos pelos autores Allore et al. (1997). Porém, no ensaio realizado por Krpalkova et al. (2016), tanto o teor proteico como butiroso não diferiram de forma significativa entre efetivos de diferentes tamanhos.

Entre os diversos trabalhos apresentados, é perceptível que o aumento da dimensão do efetivo poderá influenciar tanto negativamente como positivamente alguns indicadores, e que alguns reportaram conclusões contraditórias. Contudo, deve-se ter em conta que cada estudo foi realizado em diferentes condições e é importante salientar, tal como alguns autores referiram, que a maioria destas conclusões não se deve exclusivamente à expansão do efetivo de forma isolada, pois existem vários outros fatores que poderão influenciar os resultados obtidos. No entanto, as economias de escala provenientes do aumento do efetivo representam, sem dúvida, uma vantagem financeira significativa, que poderá resultar em lucros durante certos períodos nos quais as pequenas explorações sofrem prejuízos (MacDonald, 2020). Caso contrário, não se observaria um pouco por toda a Europa e Estados Unidos da América o encerramento de pequenas vacarias de leite e a expansão de vacarias de maior dimensão (Lauer et al., 2018).

2.1.4. Formas de expandir o efetivo e fatores que influenciam a expansão

Como referido anteriormente, existem diversas formas de expandir um efetivo. Uma dessas formas é através do aumento do número de vacas no interior da própria exploração, aumentando o número de partos e criando mais vitelas para futura produção (Jago & Berry, 2011). Contudo, problemas reprodutivos podem prejudicar este progresso, como abortos (Keshavarzi et al., 2020) e baixa fertilidade (Murphy et al., 2016). Outra maneira relativamente fácil de expandir é mantendo animais na exploração que estariam destinados ao abate (Jago & Berry, 2011), nos casos em que este não é estritamente necessário. Ou seja, trata-se de

diminuir a taxa de refugo. A utilização de sêmen sexado permite também uma rápida expansão, uma vez que aumenta substancialmente a probabilidade de nascerem fêmeas em comparação com o sêmen convencional (Murphy et al., 2016). Por fim, uma outra maneira é através da aquisição de animais a terceiros (Jago & Berry, 2011), porém o produtor corre o risco da introdução de novas doenças e/ou agentes patogénicos na exploração (Faust et al., 2001).

2.2. Desempenho reprodutivo

Até há relativamente pouco tempo, os programas de seleção genética para bovinos leiteiros tinham como objetivos quase exclusivos o aumento da produção de leite e o melhoramento das características de conformação (Weigel, 2006). Porém, tem-se assistido a uma crescente preocupação com outros indicadores, nomeadamente o desempenho reprodutivo, pois tem sido observada em vários estudos a diminuição da fertilidade correlacionada com a maior produção de leite (De Vries & Risco, 2005; Lucy, 2001).

Ainda que seja desejado para os produtores possuírem animais geneticamente superiores para a produção de leite, esta depende também de fatores ambientais que, se não forem favoráveis, impossibilitam os animais de expressar o seu máximo potencial genético, como a alimentação, manejo sanitário, condições climáticas, entre outros (Leira et al., 2018). Por outras palavras, caso as condições da exploração não sejam adequadas, para além dos animais não produzirem a quantidade de leite que produziram em condições ótimas, o desempenho reprodutivo poderá estar comprometido e resultar numa produção de leite ainda menor, menor número de partos, aumento da taxa de refugo e aumento das despesas associadas à manutenção de vacas secas e ao maior número de serviços necessários por cada conceção. Por estes motivos, a reprodução representa um dos fatores de maior importância na rentabilidade de uma exploração e deve ser seriamente considerada (Leite et al., 2001).

Alguns dos indicadores utilizados com maior frequência na avaliação do desempenho reprodutivo são a idade ao primeiro parto (IPP), intervalo entre partos (IEP), intervalo entre parto-conceção (IPC), taxa de submissão (TS), taxa de conceção (TC), número de serviços por conceção (NSC) e taxa de prenhez (TP).

2.2.1. Idade ao primeiro parto

A idade ao primeiro parto (IPP) consiste num indicador que fornece informações sobre o tempo necessário para uma novilha atingir a maturidade sexual e sobre a sua capacidade de gerar um vitelo viável (Hare et al., 2006). A idade ideal para o primeiro parto de acordo com a maioria da literatura é por volta dos 2 anos, na qual se obtém a máxima produção de leite

ao longo da vida produtiva de uma vaca e, conseqüentemente, maior rentabilidade. Tal significa que, aos 15 meses de idade, as novilhas devem entrar em reprodução e conseguir ficar gestantes (Holden & Butler, 2018).

Uma idade mais jovem ao primeiro parto permite reduzir os custos de recria (Tozer & Heinrichs, 2001) e obter um retorno financeiro mais rápido do investimento empregue numa novilha (Berry & Cromie, 2009). Além disso, seria de esperar um maior número de crias por fêmea, uma vez que se antecipa a sua vida produtiva (Berry & Cromie, 2009; Tozer & Heinrichs, 2001), contribuindo para a expansão do efetivo. Contudo, existe uma maior probabilidade de ocorrerem partos distócicos (Muir et al., 2004) e morte fetal (Steinbock et al., 2003) em nulíparas com idades muito jovens ao primeiro parto, o que, para além dos problemas reprodutivos que poderão surgir, pode prejudicar a expansão.

Considerando a influência do tamanho do efetivo sobre a IPP, no estudo realizado por Gates (2013) verificou-se que quanto maior o efetivo, menor a IPP, conforme relatado pelo United States Department of Agriculture [USDA] (2002). Segundo os mesmos autores, explorações com efetivos maiores têm acesso facilitado à mão de obra especializada, uma melhor gestão em geral e melhores recursos nutricionais para a recria de novilhas, o que explicaria a diminuição da idade ao primeiro parto com o aumento do tamanho do efetivo.

2.2.2. Intervalo entre partos

O intervalo entre partos (IEP) consiste no período entre dois partos sucessivos (Melendez & Pinedo, 2007) e reflete o tempo que uma fêmea precisa para voltar a entrar em estro e para se reproduzir novamente com sucesso (Gates, 2013).

É comum considerar cerca de um ano o intervalo ideal do ponto de vista económico, por se atingir um pico de produção anualmente, maximizando a produção de leite (Daneshmand & Shahidi, 2023). Quanto mais longo for este período, menor será o número de partos, o que dificulta a expansão do efetivo, e o número de lactações que uma vaca irá ter ao longo da sua vida produtiva (De Vries & Marcondes, 2020). No entanto, o aumento do IEP poderá ser vantajoso no sentido em que diminui o número de vezes que uma vaca precisa de ser submetida à secagem, a um novo parto e a uma nova lactação, que representam períodos críticos e estão associados a um maior risco de doenças e distúrbios metabólicos (Daneshmand & Shahidi, 2023). Assim, o tempo de recuperação após o parto seria maior, levando a uma menor necessidade de tratamentos e a uma melhor fertilidade posterior (Larsson & Berglund, 2000). Além disso, a probabilidade de abater vacas doentes iria diminuir e, como já referido, manter animais na exploração poderá ser uma forma de aumentar o efetivo.

Relativamente à influência do número de animais sobre o IEP, não parece existir consenso entre os diferentes trabalhos. A partir dos dados referidos pelo USDA (2002), com o aumento do efetivo observou-se um pequeno aumento no IEP, ao contrário do que se verificou no ensaio realizado por Gates (2013), em que este intervalo diminuiu ligeiramente.

2.2.3. Intervalo parto-concepção

O intervalo parto-concepção (IPC) consiste no período entre o parto e a concepção seguinte, no qual a vaca não se encontra gestante (Larsson & Berglund, 2000). Os melhores índices de fertilidade são conseguidos a partir dos 60 dias pós-parto (Leite et al., 2001) e, no máximo, as vacas devem conseguir ficar gestantes até 85 dias pós-parto, pois considerando uma gestação de 280 dias, possibilita alcançar os 12 meses de IEP (Pfeifer et al., 2020).

O inconveniente da reprodução ao primeiro estro que surge cerca de 50 dias após o parto é que, muitas vezes, o tempo decorrido não é o suficiente para que as vacas consigam recuperar a sua atividade reprodutiva, o que leva a uma maior necessidade de tratamentos hormonais para acelerar esse processo e para que consigam ficar gestantes na altura desejada (Larsson & Berglund, 2000).

Quanto ao tamanho do efetivo, Rajala-Schultz e Frazer (2003) verificaram que efetivos maiores apresentaram intervalos parto-concepção ligeiramente mais curtos, ao contrário do estudo de El-Tahawy (2017), em que os intervalos foram superiores para explorações com mais animais. Outros autores não observaram relação significativa entre o tamanho do efetivo e o IPC (Rethmeier et al., 2019).

2.2.4. Taxa de submissão

A taxa de submissão (TS) reflete a proporção de fêmeas que foram inseminadas/cobertas, pelo menos uma vez, no total de fêmeas que estão aptas à reprodução, a cada 21 dias (Pfeifer et al., 2020). Estes 21 dias representam, aproximadamente, um ciclo éstrico bovino, que pode variar entre 18 e 24 dias mais concretamente (Forde et al., 2011). Segundo Roche (2006), a percentagem ideal para este indicador é acima de 80%.

Uma das grandes limitações para atingir uma taxa de submissão alta é a deteção do estro (Roche, 2006). Se esta não for devidamente realizada ou, por algum motivo, os sinais de estro passarem despercebidos, as fêmeas não serão inseminadas/cobertas e toda a reprodução ficará comprometida. Devido a esta importância, devem ser feitos esforços na exploração para que o maior número de estros seja detetado (Fricke et al., 2005) ou optar por outras alternativas, como podómetros, que consistem em dispositivos eletrónicos que auxiliam

a detecção, ou programas hormonais de sincronização de estros (Almeida, 2018). Para além destas falhas, é essencial identificar corretamente as fêmeas que estão na fase de estro, caso contrário pode levar à inseminação/cobrição fora do tempo ideal (Lucy, 2001).

De acordo com Melendez e Pinedo (2007), apesar de não considerarem a taxa de submissão no seu estudo, referem que o aumento dos efetivos a que se tem assistido ao longo do tempo tem afetado a eficiência na detecção do estro, que poderá estar relacionado a uma maior dificuldade devido ao maior número de animais. Contudo, no ensaio de Jago e Berry (2011) foram os efetivos de maior dimensão que apresentaram maiores taxas de submissão.

2.2.5. Taxa de concepção

A taxa de concepção (TC) indica a percentagem de fêmeas que ficaram gestantes relativamente ao total de fêmeas que foram inseminadas ou cobertas (Pfeifer et al., 2020), a cada ciclo éstrico (Cavestany et al., 2007). Os autores Rethmeier et al. (2019), com base em seu estudo, sugerem como valores ideais percentagens superiores a 35%.

No ensaio de Rajala-Schultz e Frazer (2003) não se verificou diferenças significativas entre os pequenos e os médios efetivos, mas os de maiores dimensões apresentaram uma taxa de concepção inferior na primeira inseminação. Segundo Washburn et al. (2002), o serviço de inseminação realizado por técnicos tem vindo a aumentar, o que poderá contribuir para a heterogeneidade da capacidade de inseminação nas explorações e, conseqüentemente, para as taxas de concepção mais baixas. Por outro lado, o tamanho do efetivo não demonstrou influenciar significativamente a TC no trabalho de Rethmeier et al. (2019).

2.2.6. Número de serviços por concepção

O número de serviços por concepção (NSC) expressa o número de cobrições ou inseminações necessárias para que uma fêmea fique gestante (Bergamaschi et al., 2010). De acordo com Pfeifer et al. (2020), o número de serviços necessários por concepção deve ser inferior a 1,5.

Apesar do IEP ambicionado ser cerca de 12 meses, Larsson e Berglund (2000) verificaram no seu estudo que animais com esse período de IEP precisavam de mais inseminações até conseguirem ficar gestantes, em comparação com animais de intervalos entre partos superiores.

No que diz respeito ao tamanho do efetivo, Washburn et al. (2002) relataram que os de maiores dimensões necessitavam, de forma significativa, de um maior número de serviços por concepção, o que está em conformidade com os resultados obtidos por Rajala-Schultz e

Frazer (2003). Os mesmo autores julgam que tal resultado se deva principalmente à ineficiente detecção de estros, cuja importância foi já mencionada.

2.2.7. Taxa de prenhez

A taxa de prenhez (TP) indica a percentagem de fêmeas que ficaram gestantes no total de fêmeas aptas à reprodução, e pode ser obtida através do produto entre a taxa de submissão (TS) e a taxa de concepção (TC) (Pfeifer et al., 2020). A TP também é calculada para cada ciclo éstrico (Fricke et al., 2005) e de acordo com o estudo de Rethmeier et al. (2019), é ideal atingir valores superiores a 24%.

Para conseguir expandir o efetivo dentro da própria exploração, é essencial atingir uma elevada taxa de prenhez, que por sua vez depende de altas taxas de submissão (Cavestany et al., 2007) e de concepção (Almeida, 2018). Qualquer uma destas taxas reflete valores menos tendenciosos sobre a eficiência reprodutiva, pois outros indicadores como o intervalo parto-concepção ou o intervalo entre partos não têm em conta as fêmeas que não conseguem ficar gestantes nem as fêmeas nulíparas. Além disso, por serem calculadas a cada ciclo éstrico, são de maior utilidade no sentido em que fornecem informações com maior rapidez. No caso dos outros exemplos referidos, só se consegue obter valores ao fim de vários meses, o que dificulta e atrasa a aplicação de medidas para melhorar o desempenho reprodutivo, assim como a avaliação do sucesso dessas mesmas medidas (Rocha & Carvalheira, 2002).

Por fim, no trabalho de Jago e Berry (2011), os efetivos de maior tamanho apresentaram menores valores de taxa de prenhez no primeiro serviço. Pelo contrário, Rethmeier et al. (2019) verificaram os valores mais baixos nos efetivos de menor dimensão. Já no estudo de Lane et al. (2013), o tamanho do efetivo não demonstrou influenciar significativamente a taxa de prenhez.

Resumindo, o tamanho do efetivo é influenciado e poderá ter também influência sobre os indicadores reprodutivos apresentados. Vários autores tentam justificar estas relações, de forma a fundamentar os resultados obtidos, porém com algumas discordâncias entre eles. É importante salientar que qualquer um dos indicadores acima está dependente de outros fatores, como condições climáticas (García-Ispuerto et al., 2007), nutrição (Roche, 2006), alojamento (Esslemont & Kossaibati, 2000), para além de outros que foram sendo referidos ao longo do trabalho como doenças, morte fetal, detecção de estros, etc.

2.2.8. Abortos

O aborto é definido como a morte de um feto e a sua expulsão entre 42 e 260 dias de gestação e as suas causas podem ser de origem infecciosa ou não infecciosa. No caso de

infecção, esta pode ocorrer através de bactérias, fungos, vírus ou protozoários (Peter, 2000), e em algumas das situações pode ser prevenida através de vacinação adequada (Rafati et al., 2010). Se as causas não forem infecciosas, poderá ser por fatores nutricionais, toxinas, plantas tóxicas, medicamentos, agentes hormonais (Peter, 2000), doenças genéticas ou até stresse térmico (Rafati et al., 2010).

Por melhor que seja gerida uma exploração, o produtor deve estar ciente que, eventualmente, irão ocorrer abortos. O impacto económico de um aborto não só abrange os custos diretos, ou seja, a perda de uma gestação, como custos indiretos, incluindo os custos associados a toda a ineficiência reprodutiva, perda na produção de leite, possível abate precoce, acrescentando a necessidade de reposição das fêmeas abatidas (Keshavarzi et al., 2020; Peter, 2000), custo da alimentação, do sêmen e do trabalho despendido em todo o processo (Rafati et al., 2010). Estas consequências afetam a expansão do efetivo e levam a perdas económicas significativas (Thurmond et al., 2005). Por estes motivos, a observação e a atenção dada ao efetivo são de extrema importância, para além de que grande parte dos abortos pode passar despercebida, principalmente quando ocorrem no início da gestação. Consequentemente, quando os produtores se apercebem que uma fêmea não está gestante, poderão suspeitar que se deve a problemas de fertilidade, tratando o animal para esse efeito, sem necessidade (Peter, 2000).

De acordo com o estudo realizado por Thurmond et al. (2005), há um maior risco de aborto para fêmeas com menor IPC, menor número de gestações anteriores, maior idade à conceção, maior número de abortos anteriores e, em caso de aborto na gestação anterior, quando este ocorre após 60 dias de gestação. Os autores julgam que o menor risco de aborto à medida que o número de gestações aumenta poderá ser devido à aquisição crescente de imunidade contra abortos de origem infecciosa. Relativamente ao menor risco associado à ocorrência de aborto no parto anterior antes dos 60 dias de gestação, poderá estar relacionado com um mecanismo de defesa (por exemplo, contra um agente infeccioso ou uma deficiente recuperação do parto anterior), em que a expulsão precoce do feto aumenta a probabilidade de uma próxima eventual gestação ser bem sucedida.

No ensaio de Dechicha et al. (2020) observou-se uma maior taxa de abortos em explorações com maiores efetivos, confirmando os dados apresentados pelo USDA (2002). De acordo com os autores, tal relação poderá dever-se à maior carga microbiana e maior dificuldade de higienização consequente do maior número de animais.

2.3. Sémen sexado

O sémen sexado é o resultado do sémen convencional ser submetido ao processo de sexagem, que consiste numa tecnologia de reprodução que permite distinguir e separar os espermatozoides portadores dos cromossomas X e Y. Esta diferenciação é possível devido ao maior tamanho e quantidade de DNA que o cromossoma X possui relativamente ao cromossoma Y (Johnson, 2000). Deste modo, atualmente é possível pré-determinar com cerca de 90% de confiança o sexo da descendência, mesmo antes de se proceder à inseminação artificial (Holden & Butler, 2018).

2.3.1. Sémen sexado vs sémen convencional

O sémen sexado, quando comparado com o sémen convencional, é caracterizado por conter menor concentração de espermatozoides e, alguns destes, apresentarem danos em consequência do processo de sexagem (Grant & Chamley, 2007). Além disso, os espermatozoides possuem uma menor vida útil em comparação com os do sémen convencional (Maxwell et al., 2004). Estes inconvenientes têm sido associados a menores taxas de conceção (Seidel & DeJarnette, 2022) e, conseqüentemente, a menores taxas de prenhez (Grant & Chamley, 2007). De acordo com a literatura, as taxas de conceção obtidas com sémen sexado congelado atingem cerca de 80% das taxas alcançadas com o sémen convencional (Seidel & DeJarnette, 2022), podendo chegar aos 94% no caso do sémen sexado ser utilizado fresco, pois os processos de congelamento e descongelamento também danificam os espermatozoides, diminuindo ainda mais a sua fertilidade (Hutchinson et al., 2013).

Conforme referido por alguns autores, os danos provocados aos espermatozoides são a principal razão pela qual a fertilidade do sémen sexado é menor, visto já ter sido demonstrado em alguns estudos que, apesar de se verificar uma melhoria derivada do aumento da dosagem, a sua fertilidade continua comprometida em comparação com a do sémen convencional (DeJarnette et al., 2011). Para tentar contornar este problema, o sémen sexado tem sido utilizado maioritariamente em nulíparas, por apresentarem maior fertilidade em comparação com vacas (Seidel & Schenk, 2008), e deve ser usado em fêmeas nas quais o estro foi observado, de modo a maximizar a eficiência reprodutiva (Bombardelli et al., 2016).

Outra desvantagem do sémen sexado é o seu custo superior, sendo cerca do dobro do preço do sémen convencional (Seidel & DeJarnette, 2022). Posto isto, em explorações cuja fertilidade do efetivo já seja reduzida, o aumento dos custos associados ao preço superior e ao pior desempenho reprodutivo do sémen sexado poderá não ser rentável e anular o potencial da sua utilização (Holden & Butler, 2018; Walsh et al., 2021).

Por outro lado, o sémen sexado tem sido associado à menor ocorrência de distocias, visto que ocorrem mais nascimentos de fêmeas que, de forma geral, são de menor tamanho, gerando uma menor desproporção entre a cria e a mãe (Holden & Butler, 2018). Esta conclusão foi demonstrada no ensaio de Norman et al. (2010), em que a ocorrência de distocia diminuiu em 28% para novilhas e 64% para vacas com a utilização de sémen sexado. De acordo com Seidel (2003), a utilização deste sémen pode reduzir os custos provenientes de distocias em novilhas em cerca de 20%.

2.3.2. Utilização de sémen sexado para expansão de um efetivo

O sémen sexado é utilizado principalmente em explorações leiteiras, onde se pretende obter fêmeas para reposição e/ou expansão do efetivo (Seidel & DeJarnette, 2022). Com a sua utilização, o aumento do tamanho dos efetivos poderia ser acelerado tanto a nível individual como a nível nacional (Hutchinson et al., 2013).

De acordo com De Vries et al. (2008), ao utilizar sémen convencional, praticamente toda a descendência feminina é necessária para substituição das fêmeas refugadas. Pelo contrário, o sémen sexado diminui a proporção de novilhas necessárias para reposição, o que representa uma das suas grandes vantagens, por permitir aumentar a intensidade de seleção e a taxa de ganho genético do efetivo (Walsh et al., 2021). Segundo Ettema et al. (2011), este ganho genético compensa, em parte, os custos associados à menor fertilidade do sémen sexado. Contudo, trata-se de um investimento para o futuro, uma vez que este benefício económico será obtido apenas quando as respetivas novilhas de substituição entrarem para o efetivo em produção (Walsh et al., 2021).

No ensaio realizado por Oikawa et al. (2019), as novilhas nas quais se utilizou sémen sexado foram inseminadas mais cedo, ou seja, em idades mais jovens, em comparação com novilhas inseminadas com sémen convencional, o que poderá ser resultado do uso seletivo do sémen sexado em fêmeas com melhor fertilidade e geneticamente superiores.

No entanto, é importante analisar em que condições são realizados os estudos, uma vez que a potencial vantagem do sémen sexado depende da interação entre várias componentes, como o manejo praticado na exploração (por exemplo, programa de melhoramento genético), eficiência tecnológica (processo de sexagem do sémen), indicadores produtivos e reprodutivos do efetivo (longevidade média dos animais, fertilidade, etc.), bem como do mercado (preços do leite e custos de novilhas de reposição e de vitelos cruzados) (McCulloch et al., 2013; Pahmeyer & Britz, 2020).

2.3.3. Sémen sexado de leite e sémen convencional de carne

As explorações leiteiras que utilizam sémen convencional produzem um grande excedente de vitelos leiteiros machos (Murphy et al., 2016), que são considerados como um subproduto da indústria leiteira. Além disso, têm menores ganhos de peso e pior qualidade da carne quando comparados com os seus homólogos de raças de carne (Pahmeyer & Britz, 2020), pelo que representam baixo valor económico e uma potencial preocupação em termos de bem-estar, pois esse baixo valor não incentiva a uma boa criação (Holden & Butler, 2018).

A utilização de sémen sexado permite minimizar a produção de vitelos leiteiros machos indesejados e evitar potenciais problemas de bem-estar (Holden & Butler, 2018). No entanto, a produção de vitelos machos poderá constituir uma alternativa promissora de rendimento extra para os produtores de leite. Em várias explorações leiteiras tem-se assistido ao uso combinado de sémen sexado leiteiro em novilhas e em fêmeas geneticamente superiores, e de sémen convencional de leite em fêmeas mais velhas ou sémen de carne em fêmeas de menor valor genético, das quais não se pretende obter novilhas para substituição. A utilização de sémen convencional de carne tem como finalidade produzir descendentes para que ocorra a regeneração da glândula mamária da vaca e posterior produção de leite, ao mesmo tempo que se obtém vitelos cruzados cujas produção e qualidade da carne são superiores em comparação com os vitelos leiteiros. Desta forma, é possível aumentar a vida produtiva das vacas e, em simultâneo, maximizar o valor comercial dos vitelos (Bittante et al., 2021; Seidel & DeJarnette, 2022).

Contudo, a maximização do lucro com a utilização de um ou mais tipos de sémen depende de outros fatores, como já mencionado anteriormente. Por exemplo, relacionando com o tamanho do efetivo, os autores Pahmeyer e Britz (2020) verificaram que explorações com efetivos de menor tamanho maximizaram os seus lucros ao utilizar sémen sexado para produção excedente de novilhas e posterior venda, enquanto explorações com maiores efetivos recorreram ao sémen convencional de carne para produção de vitelos cruzados para venda e utilizaram sémen sexado em novilhas para produção de fêmeas de reposição.

Resumindo, a utilização de sémen sexado pode ser uma estratégia útil tanto para a expansão do efetivo como para o aumento da taxa de ganho genético e, de forma indireta, para a produção de vitelos cruzados, maximizando os lucros da exploração. Além disso, com a evolução e a melhoria da eficiência das tecnologias atuais, poderá ser possível alcançar melhores taxas de conceção e de prenhez com o uso de sémen sexado, eliminando o diferencial em comparação com o sémen convencional, e garantir com uma confiança superior a 90% de que a descendência obtida será do sexo feminino. Por sua vez, seria possível diluir

os custos associados ao preço superior e à menor fertilidade do sêmen sexado (Seidel & DeJarnette, 2022).

2.4. Taxa de refugo

A taxa de refugo indica a percentagem de vacas retiradas do efetivo, seja para abate, venda ou devido a mortes na própria exploração (Gates, 2013). Posto isto, o termo “refugo” refere-se à saída de vacas do efetivo, independentemente do destino ou da sua condição no momento de partida, e pode ser considerado voluntário ou involuntário (Fetrow et al., 2006).

Segundo Hadley et al. (2006), com base em vários estudos anteriores, as taxas de refugo ideais estimadas variam entre 19 e 29%. No entanto, a taxa ideal varia de exploração para exploração, dependendo dos objetivos de cada uma, do número de novilhas disponíveis para substituição, da dinâmica pretendida (diminuir, manter ou aumentar o efetivo), do capital disponível, do valor da fêmea a ser refugada e até do preço do leite (Salfer, 2023).

2.4.1. Refugo voluntário vs refugo involuntário

O refugo voluntário ocorre nos casos em que o produtor, opcionalmente, decide retirar uma vaca do efetivo. Este tipo de refugo é incentivado por questões de manutenção do tamanho do efetivo ou questões económicas, como a baixa produção de leite (Langford & Stott, 2012), o que proporciona uma oportunidade para melhorar a genética e a rentabilidade da exploração (Rajala-Schultz & Frazer, 2003), uma vez que as vacas refugadas são substituídas por outras com maior potencial (Langford & Stott, 2012). A título de exemplo, verificou-se no estudo de Rajala-Schultz & Frazer (2003) uma melhoria geral no desempenho reprodutivo à medida que a taxa de refugo aumentou. Tal como referido por Hadley et al. (2006), a decisão de refugar consiste simplesmente numa comparação económica entre uma vaca e a sua possível substituta. Em geral, os animais refugados são destinados ao matadouro para posterior consumo humano ou a outras explorações leiteiras, cuja exigência de produção é menor e onde irão continuar a sua vida produtiva (Langford & Stott, 2012).

O refugo involuntário refere-se à saída de vacas em situações necessárias, como devido a graves ferimentos, doenças, infertilidade ou por morte na própria exploração (Langford & Stott, 2012), e em determinados casos é fundamental para acabar com o sofrimento de alguns animais. Porém, elevadas taxas de refugo involuntário podem ser indicativas de falta de bem estar e de ineficiente utilização de recursos (Ahlman et al., 2011). Por estes motivos, constituem uma grande preocupação nas explorações leiteiras, principalmente naquelas que desejam expandir o seu efetivo e não têm novilhas suficientes para reposição (Weigel et al., 2003).

Como já referido, o aumento da produção de leite consequente da seleção genética intensa ao longo dos anos tem sido associado a um menor desempenho reprodutivo, mas também a maiores riscos de problemas de saúde, constituindo estes os principais motivos pelos quais as vacas leiteiras são refugadas precocemente (De Vries & Marcondes, 2020; Smith et al., 2000). Em concordância estão os resultados do ensaio conduzido por Adamczyk et al. (2017) em que a infertilidade e outros problemas reprodutivos foram as principais causas de refugo involuntário, seguidas das doenças do úbere.

2.4.2. Influência da taxa de refugo sobre a expansão do efetivo

A taxa de refugo está intimamente associada à taxa de reposição (ou substituição), que indica quantas novilhas são necessárias para substituir as fêmeas refugadas, anualmente (Lunak, 2023). Os custos de reposição, definidos como os custos para manter o tamanho do efetivo constante (De Vries & Marcondes, 2020), representam uns dos mais elevados para os produtores de leite (Hadley et al., 2006), e são tanto mais altos quanto maior a taxa de refugo. Isto é, elevadas taxas de refugo encarecem os custos de reposição e diminuem o potencial lucro da exploração, seja devido ao aumento dos custos de recria de mais animais ou pela compra de animais de fora (Gates, 2013). Os custos durante a recria só são recuperados, geralmente, quando as vacas atingem a segunda lactação (Archer et al., 2013), pelo que é essencial uma transição para o efetivo leiteiro bem sucedida, de forma a que os produtores recuperem o investimento feito durante esse período.

Por outro lado, reduzir a taxa de refugo pode, potencialmente, resultar em custos de produção mais elevados, no caso de se manter no efetivo vacas de baixa produção leiteira ou com problemas de saúde e/ou reprodutivos (Tozer & Heinrichs, 2001). Segundo Seegers (2006), manter vacas com problemas no efetivo resulta num aumento mais do que proporcional das perdas económicas, mas o refugo de uma alta proporção de animais por falhas reprodutivas afeta negativamente o regime de substituição e pode resultar em escassez de novilhas, levando ao fracasso do aumento do efetivo e da produção de leite.

Posto isto, é clara a influência da taxa de refugo sobre a expansão de um efetivo e rentabilidade de uma exploração. Contudo, também foi demonstrada em alguns estudos a influência do tamanho do efetivo sobre a taxa de refugo. De acordo com o ensaio de Nor et al. (2014), os efetivos em expansão tiveram uma taxa de refugo média inferior à dos que se mantiveram estáveis, concordando com os resultados do estudo de Hadley et al. (2006), no qual durante os primeiros anos de expansão, a probabilidade de refugar vacas é reduzida. Já Weigel et al. (2003) verificaram que efetivos em expansão abatiam menos vacas por motivos de baixa produção leiteira em comparação com causas involuntárias, como o desempenho reprodutivo e mastites. Desta forma, parece haver uma relação entre a

expansão e a manutenção do maior número possível de vacas, refugando apenas quando necessário (Nor et al., 2014). Contudo, comparando efetivos de diferentes tamanhos que não se encontram em expansão, os de maior dimensão apresentam maiores taxas de refugo, de acordo com o estudo de Smith et al. (2000) e com os dados reportados pelo USDA (2002), o que poderá estar relacionado com a menor atenção que é dada a cada animal individualmente (Weigel et al., 2003). Outros autores não confirmaram nenhuma associação evidente entre a taxa de refugo e o tamanho do efetivo (Gates, 2013).

Sintetizando, a taxa de refugo é um indicador zootécnico importante numa exploração e deve ser analisada com cautela, diferenciando o refugo voluntário do involuntário. Através do progresso genético, introduzindo novilhas de maior potencial, é possível prolongar a sua vida produtiva e diminuir esta taxa. Contudo, independentemente do melhoramento genético, o refugo pode ser diminuído ao realizar um manejo adequado, garantindo o bem estar dos animais (Adamczyk et al., 2017).

2.5. Aquisição de animais

A aquisição de animais permite expandir o efetivo de forma externa, isto é, expandir através da compra de animais a terceiros e não a partir de novilhas nascidas na própria exploração. Assumindo que existem condições financeiras para tal, trata-se de uma forma relativamente fácil e rápida de expandir, o que poderá explicar os resultados obtidos nos estudos de Faust et al. (2001) e de Jago e Berry (2011). No primeiro, apenas uma pequena percentagem dos efetivos analisados aumentou o seu tamanho através da recria interna de novilhas. Já no segundo estudo verificou-se que os efetivos em expansão aumentavam o seu tamanho através da compra de animais, enquanto os que se mantinham estáveis utilizavam novilhas de substituição criadas na própria exploração.

Todavia, a aquisição e o transporte de animais de uma exploração para outra, que ocorrem frequentemente, representam um risco elevado para a propagação de doenças e de agentes patogénicos (Wells, 2000). A disseminação destes ocorre não só pelo contacto direto com os próprios animais, como indiretamente através de pessoas e objetos (Bates et al., 2001). Posto isto, a melhor forma de garantir a segurança do efetivo durante a expansão é produzindo novilhas suficientes para que o mesmo consiga crescer sem depender da compra de animais a terceiros. Além disso, este processo pode ser facilitado com a utilização de sémen sexado, que tem sido amplamente usado para produzir novilhas de substituição de forma segura, apesar das suas limitações anteriormente mencionadas (Seidel & DeJarnette, 2022). Independentemente das desvantagens, diversos produtores optam pela aquisição de animais, mas deverão aplicar práticas de biossegurança para que os riscos de introdução de novas doenças e/ou agentes patogénicos sejam minimizados.

2.5.1. Biossegurança

A biossegurança é definida como um conjunto de práticas de manejo que visam prevenir a entrada de doenças e agentes patogénicos numa exploração e controlar a sua propagação no efetivo, em caso de entrada. Cada vez mais é apontada como sendo a melhor estratégia de prevenção e controlo contra doenças (Wells, 2000).

Para desenvolver um plano de biossegurança é importante começar por avaliar os riscos na exploração em questão e identificar potenciais perigos. No caso de vacarias leiteiras, cujo principal rendimento é a venda do leite, as doenças que resultam na diminuição da produção ou em refugos precoces deverão ser consideradas prioritárias (Wells, 2000). Uma das formas de aplicar a biossegurança é através da restrição do contacto entre o efetivo e animais, objetos e pessoas não pertencentes à exploração (Bates et al., 2001). Outra prática passa pela vacinação dos animais, visto que algumas doenças podem ser evitadas por este meio de imunização. É importante que a administração das vacinas seja feita corretamente por parte da pessoa responsável pela vacinação, minimizando o erro humano. Caso contrário não terão o efeito desejado sobre o organismo e tal consequência poderá explicar parte das perdas associadas a certas doenças (Faust et al., 2001).

No caso de compra, é importante ter informação sobre o histórico do animal, de forma a conhecer o seu estado de saúde atual, e da exploração de onde provém. Para além da testagem para certas doenças, testar amostras de leite ou até o próprio leite de tanque da exploração de origem dos animais adquiridos são formas de garantir a segurança do efetivo e prevenir a entrada de organismos contagiosos causadores de mastites ou doenças com impacto reprodutivo. Outra prática fundamental consiste na realização de uma quarentena ou um breve isolamento dos novos animais (USDA, 2002). Apesar de não ser uma diferença significativa, verificou-se no estudo de Faust et al. (2001) um menor número de doenças nas explorações que colocaram todos ou pelo menos alguns animais em quarentena, em comparação com aquelas que não realizaram qualquer tipo de isolamento. Inclusivamente, é provável que a diferença observada não tenha sido significativa devido ao facto de a quarentena não ter sido realizada corretamente, pois vários produtores afirmaram que o local para a quarentena consistia numa área adjacente às do efetivo da exploração, não existindo um verdadeiro isolamento.

Para além destas, muitas outras práticas devem ser implementadas para garantir o bem-estar e saúde do efetivo, como a identificação e gestão adequada de animais doentes e a delimitação correta das diferentes áreas, utilizando-as apenas nas situações para as quais foram desenvolvidas, como a quarentena, áreas de parto, armazenamento do estrume, entre outros (Wells, 2000).

De acordo com Faust et al. (2001) e Wells (2000), a biossegurança é pouco praticada nas explorações, nomeadamente durante a expansão dos efetivos, que representa uma altura de maior risco para a introdução de novas doenças e agentes patogénicos. Os produtores devem melhorar o maneio nesse sentido, até porque, para além dos benefícios para os animais, a biossegurança garante também a qualidade e a segurança dos produtos alimentares resultantes, que estão sujeitos a sofrer contaminações (Wells, 2000). A importância da biossegurança é ainda maior quando se lida com determinadas doenças para as quais ainda não existe qualquer tratamento eficaz, como é o caso da neosporose (Débare et al., 2021).

2.6. Neosporose

A neosporose é uma doença infecciosa causada por um protozoário, parasita, pertencente à espécie *Neospora caninum*, cujos hospedeiros definitivos são os canídeos e os principais hospedeiros intermediários são os bovinos (Dubey et al., 2007).

Segundo Dubey (2003), esta doença representa a principal causa de abortos em bovinos em vários países, que se traduz numa grande preocupação para as explorações leiteiras. Em caso de aborto, a maioria ocorre entre os 5 e os 6 meses de gestação. Contudo, o aborto não é garantido e os vitelos podem nascer clinicamente normais, mas cronicamente infetados. Este tipo de infeção resulta da transmissão vertical, que consiste na transmissão da doença da mãe para o feto, através da placenta. A outra forma existente de transmissão é por via horizontal, através da ingestão de tecidos infetados ou de alimentos/água contaminados (Dubey et al., 2007). É importante referir que estas são as únicas formas de transmissão e que não se trata de uma doença contagiosa, pelo que não é transmitida diretamente de um animal infetado para um animal saudável (Dubey, 2003).

Para além dos abortos nas fêmeas, outros sinais clínicos podem surgir em vitelos como resultado da infeção por *N. caninum*, como sinais neurológicos, peso abaixo do ideal, incapacidade de se levantar, entre outros (Dubey, 2003). Posto isto, a neosporose resulta em elevadas perdas económicas, como verificado anteriormente no subcapítulo de abortos.

Atualmente, não existe ainda qualquer tratamento nem vacina para prevenir a neosporose (Débare et al., 2021), o que enfatiza ainda mais a importância da biossegurança como estratégia de prevenção e controlo. Consequentemente, as formas possíveis para evitar e/ou reduzir a doença numa exploração incluem (i) minimizar a contaminação fecal da alimentação e/ou água por canídeos, (ii) remover e limpar imediatamente possíveis fontes de infeção, como fetos abortados, membranas fetais e

placentas e (iii) controlar entradas de outros animais no efetivo e refugar os que estiverem infetados com a doença (Innes et al., 2002).

3. Objetivos

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar três diferentes cenários de expansão de um efetivo e compará-los entre si, de forma a concluir qual a melhor opção a seguir numa vacaria com um problema sanitário.

Mais especificamente, pretende-se determinar em quanto tempo se consegue atingir as 400 vacas produtivas na exploração em questão, tendo em conta a taxa de abortos expectável, derivada desse problema, e as diferentes estratégias disponíveis para a expansão.

Posto isto, diversos indicadores foram recolhidos de modo a conseguir obter os melhores resultados e o mais próximos possíveis da realidade.

4. Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo, foram utilizados dados aos longo de um período de 3 anos, de 2021 a 2023, reunidos num documento feito pelo próprio produtor e o seu consultor na área de gestão do efetivo.

4.1. Caracterização da vacaria

A exploração de bovinos de leite na qual este trabalho foi desenvolvido localiza-se na Quinta do Anjo, no concelho de Palmela.

No final do ano de 2023, esta vacaria contava com 331 vacas e 344 fêmeas de reposição (vitelas e novilhas, desde o nascimento até cerca dos 2 anos, idade pretendida para que ocorra o primeiro parto), perfazendo um efetivo total de 675 fêmeas, todas da raça Holstein Friesian.

Nesse mesmo ano, a produção de leite média mensal ultrapassou os 300 mil litros, com uma contagem de células somáticas (CCS) em tanque na ordem das 195 mil células por mililitro de leite, e o número médio de lactações por vaca foi cerca de 2,5 lactações.

4.1.1. Maneio reprodutivo

Relativamente ao maneio reprodutivo, a vacaria utiliza exclusivamente o método de inseminação artificial. No caso de nulíparas, utiliza-se sémen sexado de touros da raça Holstein Friesian, enquanto para vacas primíparas e múltíparas é utilizado sémen

convencional que poderá ser proveniente de machos leiteiros ou de carne, consoante a vaca a ser inseminada. O sémen de touros de carne é utilizado em casos como abortos ou problemas de fertilidade das fêmeas, de forma a que possíveis doenças e/ou características não desejadas não sejam transmitidas à geração leiteira seguinte. Os vitelos cruzados resultantes, assim como os vitelos machos leiteiros, são vendidos com 15 dias de vida.

Esta exploração dispõe de um programa de inseminação artificial a tempo fixo (IATF) para as vacas, que por sua vez utilizam pedómetros que permitem monitorizar a sua atividade. Quanto às nulíparas, o produtor opta por não utilizar os pedómetros e a deteção de estros é feita visualmente pelos funcionários uma vez ao dia, normalmente durante o período da manhã no qual a temperatura é mais baixa, durante cerca de 30 a 40 minutos. Em algumas novilhas que demonstrem problemas de fertilidade ou cujo estro não seja detetado, são introduzidos dispositivos intravaginais, conhecidos como CIDR®, que são impregnados de progesterona e permitem controlar o ciclo éstrico.

4.1.2. Indicadores da exploração

Relativamente ao tamanho do efetivo e aos diferentes grupos de animais, consideraram-se indicadores como o número total de fêmeas, número total de vacas, percentagem de vacas em produção e em primeira lactação, percentagem de vacas secas, número de fêmeas para reposição, percentagem de fêmeas para reposição relativamente ao total de vacas, número de fêmeas para reposição com idade superior a 15 meses e percentagem de fêmeas para reposição com mais de 15 meses relativamente ao total de fêmeas para reposição. As fêmeas para reposição representam o conjunto de vitelas (até 1 ano de idade) e novilhas (entre 1 e 2 anos de idade) que estão disponíveis para substituição.

No que diz respeito aos indicadores produtivos foram tidas em conta as produções médias mensal, diária e aos 305 dias por vaca, o número médio de lactações por vaca, a contagem de células somáticas por mililitro de leite do tanque e a duração do período seco em vacas de segunda lactação e com mais de duas lactações.

Quanto à reprodução em vacas, foram analisados o intervalo entre o parto e a conceção seguinte, taxa de submissão, taxa de conceção, número de serviços por conceção, taxa de prenhez, número médio mensal de partos e taxa de abortos. Já nas novilhas consideraram-se as idades à primeira inseminação e ao primeiro parto, taxa de conceção, número de serviços por conceção, número médio mensal de partos e percentagem de novilhas com mais de 15 meses sem diagnóstico positivo de gestação. As taxas de submissão, de conceção e de prenhez foram calculadas a cada 21 dias, representando um ciclo éstrico bovino.

Para além destes, outros indicadores zootécnicos foram analisados como o número de animais refugados (somatório entre os animais vivos retirados do efetivo e animais mortos na própria exploração), mortalidade neonatal, mortalidade dos vitelos até aos 60 dias de idade e as causas que levaram ao refugo e respetivas percentagens. A mortalidade neonatal foi considerada como sendo a mortalidade dos vitelos durante as primeiras 24 horas de vida. Após este período, as mortes foram contabilizadas na mortalidade com idades inferiores a 60 dias.

4.2. Análises para neosporose

Apesar do produtor da vacaria já ter tido confirmação da presença de neosporose no efetivo por anterior pesquisa de anticorpos no leite de tanque, apenas em 2023 se procedeu à realização de testagem de animais individuais para a doença.

Para esse efeito, amostras de sangue foram recolhidas de 121 novilhas de reposição e posteriormente analisadas para pesquisa de anticorpos no laboratório de reprodução da Faculdade de Medicina Veterinária. A testagem foi realizada apenas em novilhas de substituição, pois representam a futura geração leiteira e é o grupo no qual se pode intervir com a utilização de sémen sexado, de forma a alcançar o objetivo.

4.3. Cenários para alcançar as 400 vacas produtivas

Considerando o objetivo do produtor em alcançar as 400 vacas produtivas, foram propostos 3 cenários, cada um com uma diferente estratégia de expansão, baseados num modelo preditivo. Com este modelo pretende-se estimar o número de vacas produtivas para os 3 anos seguintes – 2024, 2025 e 2026 – com base em valores e médias calculados nos últimos 3 anos para os quais se tem informação disponível – 2021, 2022 e 2023 – de modo a tentar prever se é (ou não) possível atingir essa meta e, se sim, em que momento.

4.3.1. Cenário 1

No primeiro cenário pretende-se perceber como irá decorrer a expansão do efetivo a partir do histórico da exploração, ou seja, tentar prever em que momento é possível alcançar as 400 vacas produtivas tendo em conta os indicadores dos anos anteriores e assumindo que tudo se mantém equivalente. Assim sendo, a reprodução neste cenário é feita seguindo o maneio reprodutivo habitual da exploração, como descrito anteriormente.

Posto isto, o efetivo esperado de vacas produtivas em 2024 consiste no somatório entre o número de vacas que já se encontravam em produção no final de 2023, o número de vacas secas no final de 2023 (que, entretanto, irão terminar o período de secagem e entrar

em produção) e o número de novilhas para reposição de 2023 (que irão ter o seu primeiro parto e começar a sua vida produtiva). Posteriormente, a este valor é subtraído o número de refugos. Para além do refugio, normalmente existe uma proporção de novilhas com idades superiores a 15 meses sem qualquer diagnóstico positivo de gestação, altura na qual já deveriam estar gestantes para cumprir a meta de primeiro parto aos 2 anos. Contudo, devido ao esforço do produtor em manter animais no efetivo com o objetivo de expandir, nenhuma novilha é refugada por este motivo numa fase inicial. Algumas nulíparas conseguem ficar gestantes entretanto e iniciar a sua vida produtiva, mas outras continuam sem conseguir conceber com sucesso e não poderão ser contabilizadas no efetivo de vacas produtivas. Ou seja, tal como algumas novilhas não conseguem conceber de imediato, outras mais velhas que, até à data, não tinham um diagnóstico positivo de gestação, podem conseguir ficar gestantes, o que compensa as falhas reprodutivas de outras nulíparas. Assim sendo, o balanço foi considerado nulo e os respetivos valores não foram considerados nos cálculos.

Deste modo, o cálculo traduz-se na seguinte fórmula:

$$Eprod(24) = Vprod(23) + Vsec(23) + Nov(23) - Vret(24) - Vmort(24) - Nref(24)$$

Onde:

$Eprod(24)$ – efetivo produtivo esperado em 2024

$Vprod(23)$ – número de vacas em produção no final de 2023

$Vsec(23)$ – número de vacas secas no final de 2023

$Nov(23)$ – número de novilhas para reposição de 2023

$Vret(24)$ – número de vacas vivas retiradas em 2024

$Vmort(24)$ – número de vacas mortas em 2024

$Nref(24)$ – número de novilhas refugadas em 2024

Para o efetivo produtivo esperado no ano de 2025, o raciocínio é exatamente o mesmo, mas com algumas particularidades. Devido à falta de dados do ano 2024, por ser o primeiro ano para o qual se está a aplicar o modelo preditivo, não se sabe qual o número de vacas em produção e o número de vacas secas ao final do ano. Contudo, tem-se o valor do cálculo feito para o efetivo produtivo esperado em 2024, que indica o número total de vacas produtivas esperadas nesse ano (em produção e em fase de secagem), substituindo assim os valores em falta. O mesmo problema se aplica para os refugos durante o ano de 2024, pelo que foram estimados valores de forma proporcional e percentual com base nos resultados dos anos anteriores. Já o termo referente às novilhas que neste ano já estarão incluídas no termo das

vacas, é substituído pelo número de vitelas para reposição do ano 2023, que irão, à partida, ter o primeiro parto e entrar em produção em 2025.

O cálculo é feito segundo a seguinte fórmula:

$$Eprod(25) = Eprod(24) + Vit(23) - Vret(25) - Vmort(25) - Nref(25)$$

Onde:

Eprod(25) – efetivo produtivo esperado em 2025

Eprod(24) – efetivo produtivo esperado em 2024

Vit(23) – número de vitelas para reposição de 2023

Vret(25) – número de vacas vivas retiradas em 2025

Vmort(25) – número de vacas mortas em 2025

Nref(25) – número de novilhas refugadas em 2025

Em 2026, as fêmeas de reposição que irão entrar para o efetivo de produção são as vitelas nascidas em 2024. Consequentemente, para calcular o efetivo produtivo esperado em 2026, é necessário estimar também o número de vitelas nascidas nesse ano, cujos cálculos serão posteriormente detalhados.

Assim sendo, tem-se a seguinte fórmula:

$$Eprod(26) = Eprod(25) + Vit(24) - Vret(26) - Vmort(26) - Nref(26)$$

Onde:

Eprod(26) – efetivo produtivo esperado em 2026

Eprod(25) – efetivo produtivo esperado em 2025

Vit(24) – número de vitelas para reposição de 2024

Vret(26) – número de vacas vivas retiradas em 2026

Vmort(26) – número de vacas mortas em 2026

Nref(26) – número de novilhas refugadas em 2026

4.3.2. Cenário 2

No segundo cenário, para além do objetivo de atingir as 400 vacas produtivas, pretende-se eliminar a doença da exploração, pelo que serão consideradas as análises à deteção de neosporose. Para esse efeito, as novilhas cuja testagem seja positiva serão

inseminadas com sêmen convencional de touros de carne, de forma que a doença não seja transmitida à geração leiteira seguinte. Já as novilhas que testarem negativo serão inseminadas com sêmen sexado Holstein, seguindo o protocolo reprodutivo habitual da exploração.

Independentemente do resultado do teste, as novilhas que foram testadas serão postas à reprodução e entrar para o efetivo de produção, com exceção das que abortarem e não desenvolverem suficientemente a glândula mamária para produção de leite. O que distingue este cenário do anterior é o manejo reprodutivo, cujos resultados se irão refletir no ano de 2026, ou seja, 2 anos após os partos destas novilhas, em que as respectivas crias vão entrar para o efetivo de reprodução e ter o seu primeiro parto (ou não), consoante sejam vitelas de leite ou cruzadas. Por outras palavras, as novilhas negativas à neosporose serão inseminadas com sêmen sexado de leite e, conseqüentemente, irão dar origem a vitelas leiteiras que serão incluídas no efetivo de produção e a machos leiteiros para posterior venda. Já as novilhas positivas serão inseminadas com sêmen de carne e os respetivos vitelos cruzados serão posteriormente refugados.

Posto isto, os cálculos para o efetivo esperado em 2024 e 2025 são feitos da mesma forma que no cenário anterior. Para 2026 separou-se o número de partos das vacas e das novilhas, considerando no grupo das novilhas apenas aquelas que testaram negativamente à doença, que irão dar origem aos vitelos leiteiros. A este valor é necessário subtrair o número esperado de machos. Tem então a seguinte equação:

$$\text{Eprod}(26) = \text{Eprod}(25) + \text{VitV}(24) + \text{VitNov}(24) - \text{Vret}(26) - \text{Vmort}(26) - \text{Nref}(26)$$

Onde:

$\text{Eprod}(26)$ – efetivo produtivo esperado em 2026

$\text{Eprod}(25)$ – efetivo produtivo esperado em 2025

$\text{VitV}(24)$ – número de vitelas para reposição de 2024 nascidas de vacas

$\text{VitNov}(24)$ – número de vitelas para reposição de 2024 nascidas de novilhas testadas negativamente à neosporose

$\text{Vret}(26)$ – número de vacas vivas retiradas em 2026

$\text{Vmort}(26)$ – número de mortes de vacas em 2026

$\text{Nref}(26)$ – número de novilhas refugadas em 2026

4.3.3. Cenário 3

O terceiro e último cenário a analisar no presente estudo é semelhante ao cenário 2, cujos objetivos são atingir as 400 vacas produtivas e eliminar a doença da exploração, mas com a aquisição adicional de fêmeas a terceiros, de modo a tentar expandir o efetivo mais rapidamente. Uma vez que o número de vacas irá aumentar, é expectável que a taxa de refugo acompanhe esse aumento, pelo que foram calculadas as percentagens de animais refugados na exploração de forma proporcional. Por conseguinte, as fórmulas a seguir são equivalentes às do segundo cenário, com a adição do termo referente às vacas adquiridas.

$$Eprod(24) = Vprod(23) + Vsec(23) + Nov(23) + Vcomp(24) - Vret(24) - Vmort(24) - Nref(24)$$

Onde:

$Eprod(24)$ – efetivo produtivo esperado em 2024

$Vprod(23)$ – número de vacas em produção no final de 2023

$Vsec(23)$ – número de vacas secas no final de 2023

$Nov(23)$ – número de novilhas para reposição de 2023

$Vcomp(24)$ – número de vacas compradas em 2024

$Vret(24)$ – número de vacas vivas retiradas em 2024

$Vmort(24)$ – número de vacas mortas em 2024

$Nref(24)$ – número de novilhas refugadas em 2024

Assumiu-se que a compra de vacas foi realizada apenas no primeiro ano de previsão (2024), pelo que, nos anos seguintes, os cálculos são realizados exatamente da mesma forma que no cenário 2.

5. Resultados

5.1. Caracterização da vacaria

Tal como referido anteriormente, no final do ano de 2023 a vacaria contava com um total de 675 fêmeas, valor este que aumentou ao longo dos 3 anos incluídos no estudo (2021-2023), como pode ser observado na tabela 1, que contém informações relativas ao tamanho total do efetivo e de cada grupo de animais separadamente.

Tabela 1 - Tamanho do efetivo total e dos diferentes grupos de animais

Efetivo	2021	2022	2023
Total fêmeas (nº)	589	659	675
Total vacas (nº)	328	356	331
Vacas em produção (%)	88%	88%	90%
Em 1ª lactação (%)	43%	34%	29%
Vacas secas (%)	12%	12%	10%
Reposição (nº)	261	303	344
Reposição / Total vacas (%)	80%	85%	104%
Reposição > 15 meses (nº)	114	98	157
Reposição > 15 meses / Reposição (%)	44%	32%	46%
Total fêmeas – somatório entre o total de vacas e o total de fêmeas para reposição;			
Reposição – total de fêmeas (vitelas e novilhas) para reposição;			
Reposição > 15 meses – total de fêmeas para reposição com idade superior a 15 meses;			
Todos os valores apresentados são valores médios.			

A percentagem média de vacas secas manteve-se estável em 12% durante os dois primeiros anos de estudo, sofrendo posteriormente uma pequena diminuição para 10%. Deste total, quase metade das vacas encontrava-se em primeira lactação em 2021, vindo este valor a diminuir sucessivamente até 2023. Neste mesmo ano, o número de fêmeas para reposição ultrapassou o número de vacas, o que se traduz num rácio de 104% aos comparar os respetivos valores, e o número de fêmeas para reposição com idades superiores a 15 meses atingiu quase metade do efetivo total de fêmeas para tal finalidade.

Na tabela 2 encontram-se os dados recolhidos referentes aos indicadores produtivos.

Tabela 2 - Indicadores produtivos

Produção	2021	2022	2023
Produção mensal (l)	304.267	333.865	330.018
Produção diária (l)	9.996	10.981	10.847
Produção aos 305 dias por vaca (l)	11.144	11.150	10.831
Lactações por vaca (nº)	2,1	2,3	2,5
CCS/ml tanque (nº)	169.000	231.000	195.000
Período seco - 2ª lactação (dias)	49,1	49,4	50
Período seco > 2ª lactação (dias)	71,8	65,7	62,4
CCS/ml tanque – contagem de células somáticas por mililitro de leite no tanque;			
Todos os valores apresentados são valores médios.			

Verificou-se um aumento das produções médias mensal, diária e ao fim de 305 dias de 2021 para 2022, seguindo-se uma diminuição dos mesmos indicadores em 2023. O mesmo comportamento oscilatório foi observado para o valor médio de células somáticas no tanque de leite.

O número médio de lactações por vaca aumentou gradualmente ao longo dos anos, assim como a duração média do período seco à segunda lactação, ainda que pouco acentuado. Em oposição, a duração média do período seco para vacas com mais de duas lactações tem vindo a diminuir.

No que diz respeito à reprodução, os indicadores analisados para o grupo das vacas estão apresentados na tabela 3, enquanto para o grupo de novilhas encontram-se na tabela 4.

Tabela 3 - Indicadores reprodutivos referentes às vacas

Reprodução vacas	2021	2022	2023
Intervalo parto-concepção (dias)	106	103	109
Taxa de submissão (%)	60%	57%	56%
Taxa de concepção (%)	35%	31%	37%
Serviços por concepção (nº)	4,6	4,3	4,7
Taxa de prenhez (%)	21%	18%	21%
Partos mensais (nº)	18	21	17
Abortos (%)	8%	13%	10%

Todos os valores apresentados são valores médios.

O intervalo entre o parto e a concepção seguinte e o número de serviços por concepção sofreram um aumento no último ano, atingindo os valores mais elevados e, conseqüentemente, os piores, nos 3 anos em estudo. Em paralelo, a taxa de submissão apresentou também o pior resultado em 2023. Por outro lado, a taxa de concepção melhorou e demonstrou a melhor percentagem em 2023, comparativamente aos anos anteriores. Quanto à taxa prenhez, apesar da diminuição sofrida em 2022, foi recuperada e voltou a atingir o mesmo valor que alcançado em 2021. O número médio de partos mensais e a percentagem de abortos aumentaram de 2021 para 2022, seguindo-se uma diminuição em 2023 para ambos os indicadores.

Tabela 4 - Indicadores reprodutivos referentes às novilhas

Reprodução novilhas	2021	2022	2023
Idade à 1ª inseminação (meses)	14,7	15,4	16,2
Idade ao 1º parto (meses)	26,4	26,3	26,7
Taxa de concepção (%)	47%	54%	46%
Serviços por concepção (nº)	3,2	3,1	2,8
Partos mensais (nº)	12	7	7
Não positivas > 15 meses (%)	15%	17%	20%

Não positivas > 15 meses – novilhas com mais de 15 meses sem diagnóstico de gestação positivo;
 Todos os valores apresentados são valores médios.

Ao analisar o quadro em geral, é possível observar um pior desempenho reprodutivo em 2023, mais concretamente uma idade mais elevada tanto à primeira inseminação como ao primeiro parto, menor taxa de concepção, menor número médio mensal de partos e maior proporção de novilhas com mais de 15 meses sem um diagnóstico positivo de gestação. Em oposição, o número de serviços por concepção diminuiu de forma gradual.

Por fim, o número de vacas vivas e a percentagem de vacas mortas refugadas, a mortalidade neonatal e a mortalidade dos vitelos antes dos 60 dias de idade, bem como as causas que levam ao refugio e as respetivas percentagens, são apresentadas na tabela 5.

Tabela 5 - Refugos e causas para o refugio

Refugos	2021	2022	2023
Vacas vivas (nº)	8	8	8
Vacas mortas na exploração (%)	3%	4%	4%
Mortalidade neonatal (%)	4%	4%	4%
Mortalidade < 60 dias (%)	7%	5%	12%
Causas para refugio	2021	2022	2023
Produção (%)	17,5%	14,1%	27,8%
Problemas podais (%)	3,8%	2,4%	2,2%
Mastites (%)	27,5%	32,9%	17,8%
Reprodução (%)	36,2%	36,5%	35,6%
Acidente / Lesão (%)	2,5%	3,5%	3,3%
Outros (%)	12,5%	10,6%	13,3%

Mortalidade neonatal – mortalidade de vitelos durante as primeiras 24 horas de vida;
 Mortalidade < 60 dias – mortalidade de vitelos com menos de 60 dias de vida;
 Todos os valores apresentados são valores médios mensais.

O número de vacas vivas retiradas do efetivo e as percentagens de vacas mortas na exploração e de mortalidade neonatal mantiveram-se estáveis ao longo dos 3 anos, ao contrário da mortalidade dos vitelos com menos de 60 dias, em que se verificou uma diminuição e um posterior aumento considerável, apresentando o pior resultado em 2023.

Independentemente do ano, a principal causa para o refugo foi sempre a reprodução, seguindo-se as mastites, à exceção do último ano, em que a percentagem de refugos por mastites diminuiu e o segundo principal motivo foi a produção, que ocupou o terceiro lugar nos anos anteriores. As causas menos frequentes que levaram ao refugo foram os problemas podais e acidentes ou lesões.

5.2. Análises para a neosporose

Do total das 121 novilhas para reposição analisadas, 94 testaram positivo à neosporose, o que significa que cerca de 78% das novilhas testadas estão infetadas pela doença e apenas 22% não se encontram infetadas, até à data.

5.3. Cenário 1

Através dos registos fornecidos pelo produtor, foi possível saber o número de fêmeas para reposição no final do ano de 2023. As novilhas, com idades entre 1 e 2 anos, irão à partida, parir e entrar para o efetivo de produção no ano seguinte, que no caso é 2024. Relativamente às vitelas, com idades inferiores a 1 ano, só irão ter o primeiro parto e começar a sua vida produtiva em 2025. Contudo, esses registos não disponibilizam esta informação isoladamente, ou seja, é disponibilizado apenas o número total de 344 fêmeas para reposição. Assim sendo, para proceder aos cálculos do efetivo produtivo esperado nos 3 anos seguintes, assumiu-se que metade do efetivo de reposição representa novilhas e a outra metade vitelas, resultando em 172 fêmeas para cada metade.

Quanto ao refugo, é fornecido o valor correspondente à média mensal de vacas vivas retiradas do efetivo para cada ano de estudo. Como não se sabe o verdadeiro número de vacas vivas que serão removidas do efetivo até ao final de 2024, estimou-se uma média com base nos 3 anos anteriores, que resultou em 8 vacas vivas retiradas mensalmente. Para descobrir o valor anual, multiplicou-se por 12 e obteve-se uma estimativa de 96 vacas. O mesmo raciocínio foi feito para as vacas mortas na exploração, cujo resultado foi de 3,7%. Contudo, como este valor foi fornecido percentualmente e não numericamente, foi necessário multiplicá-lo pelo total de vacas, que resultou num valor final de cerca de 12 vacas mortas. Estes indicadores só estão disponíveis para as vacas, porém, é sabido que refugos também acontecem no grupo de novilhas, apesar de serem valores baixos devido ao esforço

anteriormente mencionado por parte do produtor. Conseqüentemente, assumiu-se um pequeno valor de 5% de refugo para essas fêmeas.

Posto isto, substituindo todos os indicadores pelos respectivos números, tem-se o seguinte o cálculo:

$$\text{Eprod}(24) = \text{Vprod}(23) + \text{Vsec}(23) + \text{Nov}(23) - \text{Vret}(24) - \text{Vmort}(24) - \text{Nref}(24)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(24) = 298 + 33 + 172 - 96 - 12 - 9 = 386 \text{ vacas produtivas}$$

A mesma lógica é seguida para o cálculo do efetivo produtivo esperado em 2025. Por conseguinte, foram obtidos os seguintes resultados:

$$\text{Eprod}(25) = \text{Eprod}(24) + \text{Vit}(23) - \text{Vret}(25) - \text{Vmort}(25) - \text{Nref}(25)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(25) = 386 + 172 - 112 - 14 - 9 = 423 \text{ vacas produtivas}$$

Para o último ano de previsão (2026), foi necessário estimar o número de vitelas nascidas em 2024, que por sua vez irão entrar no efetivo de produção em 2026. Primeiramente foi necessário dividir o grupo de vacas do grupo de novilhas devido às diferenças no manejo reprodutivo. Posteriormente, foi preciso determinar o número de partos ocorridos em 2024 para cada grupo. A informação disponibilizada no documento é do número médio mensal de partos, por isso foi calculada uma média de partos dos últimos 3 anos e multiplicou-se o respectivo valor por 12. No grupo das vacas é sabido que a maioria é inseminada com sêmen convencional de leite e uma pequena parte é inseminada com sêmen de carne. Desta forma, assumiu-se que 90% das vacas são inseminadas com sêmen de leite e, destas inseminações, espera-se uma média de 50% de crias fêmeas e 50% de machos, sendo que apenas as fêmeas são relevantes para o cálculo. Multiplicando então estas percentagens pelo valor de partos obtido anteriormente, espera-se uma média de 100 fêmeas nascidas de vacas em 2024. No caso das novilhas, estas são todas inseminadas com sêmen sexado de leite, em que se obtém cerca de 90% de crias fêmeas e os restantes 10% de machos. Ao multiplicar o valor de partos pelos 90% resultou em 95 fêmeas nascidas de nulíparas em 2024. Somando todas as fêmeas nascidas, tem-se um total de 195 vitelas. No entanto, nem todas sobrevivem e conseguem chegar a adultas. Descontando a mortalidade neonatal (até às 24 horas de vida) e a mortalidade até aos 60 dias de vida, que representam as fases mais críticas num viteleiro, tem-se então uma estimativa final de 171 vitelas nascidas em 2024, que irão entrar para o efetivo de produção em 2026. Dos 60 dias até cerca da altura em que se tornam novilhas, a mortalidade é insignificante e, conseqüentemente, não foi considerada nos cálculos.

Os restantes indicadores foram calculados da mesma forma que no ano anterior e chegou-se ao seguinte resultado:

$$\text{Eprod}(26) = \text{Eprod}(25) + \text{Vit}(24) - \text{Vret}(26) - \text{Vmort}(26) - \text{Nref}(26)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(26) = 423 + 171 - 123 - 16 - 9 = 446 \text{ vacas produtivas}$$

5.4. Cenário 2

No segundo cenário, conforme explicado anteriormente, os primeiros dois anos são equivalentes aos do cenário 1, pelo que os resultados obtidos são os mesmos:

$$\text{Eprod}(24) = 386 \text{ vacas produtivas}$$

$$\text{Eprod}(25) = 423 \text{ vacas produtivas}$$

Para o efetivo produtivo esperado em 2026 neste cenário, tal como no anterior, foi necessário separar o grupo de vacas do grupo de novilhas. Para o grupo de vacas seguiu-se a mesma lógica, ao contrário das nulíparas, visto que apenas as crias nascidas de novilhas negativas à neosporose serão contabilizadas. O número de novilhas testadas negativamente à doença foi de 27 novilhas. Sendo que todas são inseminadas com sêmen sexado de leite, espera-se que 90% das crias sejam fêmeas, pelo que se tem cerca de 24 vitelas nascidas de mães negativas à neosporose. Descontando as mortalidades, restam apenas 21 vitelas. Os restantes termos da equação foram calculados da mesma forma que no cenário 1.

Por conseguinte, tem-se o seguinte resultado:

$$\text{Eprod}(26) = \text{Eprod}(25) + \text{VitV}(24) + \text{VitNov}(24) - \text{Vret}(26) - \text{Vmort}(26) - \text{Nref}(26)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(26) = 423 + 77 + 21 - 123 - 16 - 9 = 373 \text{ vacas produtivas}$$

5.5. Cenário 3

Por fim, no último cenário, os cálculos são realizados exatamente da mesma forma que no cenário anterior, adicionando apenas um termo na equação correspondente ao número de vacas adquiridas para expansão do efetivo. Visto que, no final de 2023, a vacaria contava com um total de 331 vacas, assumiu-se que o produtor pretende comprar mais 70 vacas no primeiro ano (2024), de modo a atingir de imediato o objetivo de 400 vacas produtivas. Assim sendo, tem-se:

$$\text{Eprod}(24) = \text{Vprod}(23) + \text{Vsec}(23) + \text{Nov}(23) + \text{Vcomp}(24) - \text{Vret}(24) - \text{Vmort}(24) - \text{Nref}(24)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(24) = 298 + 33 + 172 + 70 - 116 - 15 - 9 = 433 \text{ vacas produtivas}$$

Posteriormente, nos anos seguintes, a lógica seguida é exatamente a mesma que no cenário 2. Os resultados obtidos foram os seguintes:

$$\text{Eprod}(25) = \text{Eprod}(24) + \text{Vit}(23) - \text{Vret}(25) - \text{Vmort}(25) - \text{Nref}(25)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(25) = 433 + 172 - 126 - 16 - 9 = 454 \text{ vacas produtivas}$$

$$\text{Eprod}(26) = \text{Eprod}(25) + \text{VitV}(24) + \text{VitNov}(24) - \text{Vret}(26) - \text{Vmort}(26) - \text{Nref}(26)$$

$$\Leftrightarrow \text{Eprod}(26) = 454 + 77 + 21 - 132 - 17 - 9 = 394 \text{ vacas produtivas}$$

Na tabela 6 apresentada em seguida, é possível verificar o compilado dos resultados obtidos para o efetivo produtivo esperado nos diferentes cenários em 2024, 2025 e 2026.

Tabela 6 - Resumo dos resultados dos diferentes cenários em 2024, 2025 e 2026

Cenários	Eprod(24) (nº vacas)	Eprod(25) (nº vacas)	Eprod(26) (nº vacas)
1	386	423	446
2	386	423	373
3	433	454	394

Eprod(24) – efetivo produtivo esperado em 2024;
Eprod(25) – efetivo produtivo esperado em 2025;
Eprod(26) – efetivo produtivo esperado em 2026.

6. Discussão

Ao encontro do objetivo principal do presente estudo em determinar qual o tempo necessário para atingir as 400 vacas produtivas seguindo diferentes estratégias de expansão, verifica-se que em todos os cenários é possível alcançar essa meta. Contudo, apenas no primeiro cenário se prevê que o efetivo produtivo se mantenha acima desse valor, sendo expectável uma diminuição abaixo das 400 vacas produtivas nos restantes. Embora se espere que o cenário 1 seja aquele com maior número de animais produtivos ao fim dos 3 anos considerados (2024-2026), não implica que seja a melhor alternativa a seguir em comparação às demais. Tudo irá depender do interesse do produtor, de como pretende lidar com a presença da neosporose na exploração e também das suas possibilidades financeiras. Posteriormente, cada um dos cenários será discutido detalhadamente.

Considerando a intenção do produtor em expandir o seu efetivo, certamente a utilização de sêmen sexado em nulíparas é um ponto de partida ideal, não só pela obtenção de maior número de vitelas, como por questões de biossegurança, sem a compra de animais de fora. Embora o presente estudo se tenha baseado num modelo preditivo, espera-se que seja possível alcançar os mesmos resultados demonstrados em outros trabalhos, como o dos autores Hutchinson et al. (2013), no qual foram simulados diferentes cenários de reprodução com fêmeas nulíparas e a fertilidade reduzida devido à utilização de sêmen sexado (tanto fresco como congelado), em comparação com o sêmen convencional, foi compensada pela

produção de maior número de novilhas, o que resultou numa expansão mais rápida do efetivo e num maior lucro ao fim de 15 anos de simulação.

De 2021 a 2023, verificou-se um aumento no número total de fêmeas, principalmente em resultado do aumento substancial do número de fêmeas para reposição, visto que o número de vacas diminuiu no último ano. Inclusive, 2023 foi o único ano no qual o número de fêmeas disponíveis para substituição ultrapassou o número de vacas, o que se traduz num rácio de 104% ao comparar os respetivos valores. Esta percentagem indica que, nesse ano, apesar da presença de neosporose, o efetivo já se encontrava em expansão.

A quantidade de vacas secas consiste num indicador de eficiência produtiva do efetivo de bastante utilidade, uma vez que permite saber o número de vacas que se encontram na fase em que não estão a produzir leite. Uma vaca seca é uma vaca que não está a contribuir para a produção de leite nem para o rendimento da exploração, conseqüentemente. Assim sendo, não se pretende ter um elevado número de vacas secas em simultâneo, não devendo ultrapassar uma percentagem de 15% (J. Bexiga, comunicação pessoal, 5 de setembro, 2024). Em nenhum dos anos se verificou a ultrapassagem deste valor, revelando que a vacaria tem realizado um bom manejo nesse sentido. Embora um maior número de partos indique melhor eficiência reprodutiva e leve a um maior número de vitelas disponíveis para a expansão, concentrar muitos partos na mesma altura irá ter influência na produtividade do efetivo. Ao encontro deste raciocínio, pretende-se igualmente que a duração do período seco não seja demasiado prolongada, respeitando, no entanto, o tempo mínimo para a recuperação da glândula mamária. A duração deste período manteve-se relativamente estável à segunda lactação e veio a diminuir para vacas com mais de duas lactações, não pondo em causa o período médio de 60 dias sugerido como sendo o ideal por vários autores (Hossein-Zadeh & Mohit, 2013; Sawa et al., 2015). No caso das nulíparas, este problema não se aplica, uma vez que estão a iniciar a sua vida reprodutiva, não contribuindo ainda para a produção de leite.

As fêmeas para substituição com idades superiores a 15 meses representaram quase metade do total de fêmeas para reposição em 2023. Recordando que se pretende que as novilhas tenham o seu primeiro parto por volta dos 2 anos, o ideal seria que essa metade ou, pelo menos, a maioria, tivesse sido inseminada e se encontrasse gestante, de forma a não atrasar a idade pretendida ao primeiro parto e, conseqüentemente, a vida produtiva desses animais. Porém, na tabela 4, é possível verificar que houve sempre uma proporção de novilhas com idades superiores a 15 meses sem um diagnóstico positivo de gestação e que este valor tem vindo a aumentar. Em paralelo, podemos observar na mesma tabela que a idade à primeira inseminação também tem aumentado. É provável que estes aumentos estejam relacionados entre si e sejam devidos a falhas na deteção de estros, visto que esta é feita

visualmente apenas uma vez por dia. Ao contrário das vacas, os podómetros não são utilizados em nulíparas nesta vacaria devido aos custos associados à sua aquisição (cerca de 100€ por animal), mas o manejo pode ser melhorado ao praticar a deteção visual idealmente mais de duas vezes diariamente, pelo menos durante 30 minutos como sugerido por Lucy (2001), ou pela introdução de detetores de monta como os das marcas Kamar® ou Estrotect®. Para além do atraso na altura ideal para a primeira inseminação, esta nem sempre é bem sucedida de imediato, o que agrava o problema, já para não falar da presença de neosporose que pode resultar em abortos. Estes motivos representam possíveis justificações para a diferença que se verifica entre a idade à primeira inseminação e idade ao primeiro parto, cujo valor é superior a 9 meses (duração de uma gestação bovina). Embora esta diferença tenha vindo a diminuir, deve-se ao aumento da idade média à primeira inseminação, o que não é o pretendido. O ideal seria diminuir a idade à qual são inseminadas pela primeira vez, assim como a idade ao primeiro parto, que esteve acima do objetivo de 24 meses em todos os anos analisados. Contudo, a idade média ao primeiro parto desta vacaria encontra-se próxima da média nacional de novilhas Holstein Friesian em 2023, cujo valor foi de 26,5 meses (Associação Nacional para o Melhoramento dos Bovinos Leiteiros [ANABLE], 2023).

Segundo as mais recentes estatísticas nacionais publicadas pela ANABLE (2023), a produção média de vacas da raça Holstein Friesian aos 305 dias foi de 10.068 litros de leite, com uma média de 2,5 lactações por vaca. O efetivo desta exploração tem apresentado valores admiráveis em termos produtivos, estando acima do valor médio nacional em 2023 com um resultado de 10.831 litros de leite aos 305 dias, que se traduz numa diferença de mais 763 litros. Quanto ao número médio de lactações por vaca, observou-se um aumento deste valor, tendo inclusive atingido a média nacional de 2,5 lactações em 2023, sendo esta uma boa evolução, visto que este indicador produtivo reflete a longevidade média do efetivo. No que diz respeito à contagem de células somáticas no tanque de leite, o valor máximo legalmente permitido é de 400 mil células somáticas por mililitro de leite (Regulamento nº 853/2004). Uma elevada contagem de células somáticas no leite é o principal indício da presença de mastites, informando o produtor não só de prováveis inflamações nas glândulas mamárias como da possibilidade de pouca higiene e qualidade do leite. Para além de um problema de bem-estar animal, representa um risco potencial para a segurança alimentar e o maior obstáculo económico numa exploração leiteira (Sharma et al., 2011). Comprovando o eficiente manejo no que toca a esta questão, a vacaria tem apresentado valores médios de células somáticas relativamente reduzidos, potencializando a valorização do leite por parte da indústria que o compra.

Os registos fornecidos pelo produtor disponibilizam apenas a taxa de submissão para o grupo de vacas. Tendo como alvo um valor superior a 80%, os resultados estão

substancialmente abaixo do ideal e têm vindo a piorar. A deteção de estros é uma das principais limitações à obtenção de uma elevada taxa de submissão, demonstrando no ensaio de Fricke et al. (2005) ser o fator com maior impacto no desempenho reprodutivo e nos retornos económicos utilizando a inseminação como método reprodutivo. Todavia, considerando que a reprodução em vacas nesta exploração é feita com recurso a podómetros e seguindo um programa de IATF, as reduzidas taxas de submissão não se devem, certamente, a falhas na deteção de estros. Por conseguinte, parece que a justificação mais aceitável para estas percentagens é a não realização da inseminação de vacas que estão aptas à reprodução, cujo motivo para tal não é compreendido.

No último ano (2023), a taxa de concepção sofreu um aumento importante para 37% e foi possível atingir o intervalo considerado ideal para este indicador reprodutivo, superior a 35%. Apesar de não especificarem no seu estudo, é provável que esta percentagem sugerida pelos autores Rethmeier et al. (2019) seja exclusivamente referente a vacas, visto que em comparação com novilhas, estas demonstram melhor fertilidade. Tal distinção pode ser comprovada no presente trabalho, em que a taxa de concepção mais baixa registada para o grupo de novilhas foi de 46%, que é bastante superior aos resultados obtidos pelo grupo de vacas. Ainda assim, em comparação com outros estudos cujos valores das taxas de concepção para novilhas superam os 60% (Hagiya et al., 2013), esta vacaria apresentou resultados relativamente inferiores. Valores reduzidos de taxa de concepção são indicativos de baixa fertilidade, tanto por parte das fêmeas como do sémen dos touros utilizados para reprodução, que por sua vez pode estar relacionado com o próprio sémen do macho ou por incorreto manuseio das palhinhas de sémen, levando à sua degradação.

No que diz respeito ao número de serviços por concepção, tanto para novilhas como para vacas, os valores estão acima do idealizado (inferior a 1,5 serviços), principalmente em vacas. Neste grupo de animais, o valor tem-se mantido constante, resultando numa média aproximada de 4,5 serviços por concepção entre 2021 e 2023. Já nas nulíparas verifica-se um valor inferior, o que é expectável tendo em conta a sua melhor fertilidade, mas que tem melhorado de forma gradual. Os valores elevados deste indicador reprodutivo podem ser devidos ao motivo mencionado anteriormente, relativamente à baixa fertilidade dos reprodutores, ou também por falhas na deteção de estros no caso das nulíparas, o que vai ao encontro do raciocínio descrito inicialmente, atrasando a idade ao primeiro parto.

Assim como a taxa de submissão, a taxa de prenhez não consta nos registos do produtor para o grupo das nulíparas. Considerando o valor ideal de mais de 24% para esta taxa, o efetivo apresentou valores inferiores ao longo dos 3 anos. Tendo em conta que a taxa de prenhez é o resultado do produto entre a taxa de submissão e a taxa de concepção, para

uma elevada taxa de prenhez é fundamental realizar um bom maneio ao nível destes últimos dois indicadores reprodutivos. Conforme referido por Roche (2006), valores elevados de taxa de submissão e de taxa de conceção são as duas componentes chave para se atingir uma boa eficiência reprodutiva. Uma vez que a taxa de submissão foi consideravelmente baixa em comparação ao valor pretendido, ainda que a taxa de conceção tenha estado dentro do intervalo desejado, é normal que a taxa de prenhez não atinja também os resultados ambicionados.

De acordo com o USDA (2002), a percentagem de abortos não deve ultrapassar os 5% das gestações confirmadas. Neste estudo, os valores foram substancialmente elevados, excedendo os 5% em todos os anos. Embora não seja o pretendido, são percentagens expectáveis tendo em conta a presença significativa da neosporose na exploração. Agravando ainda mais esta situação, os valores são referentes apenas ao grupo das vacas, ou seja, trata-se de valores elevados sem se considerar todo o efetivo, o que significa que a percentagem total de abortos deverá ser superior, considerando que praticamente 80% das novilhas testadas estão infetadas com a doença.

O número médio de vacas vivas retiradas do efetivo mensalmente tem-se mantido estável, em cerca de 8 vacas, que multiplicando por 12 meses dá um resultado de 96 vacas anualmente, o que é um valor bastante elevado. Em 2021 e 2022, a principal causa para o refugo foi a reprodução, seguida das mastites, o que está em concordância com trabalhos de outros autores (Adamczyk et al., 2017; De Vries & Marcondes, 2020; Smith et al., 2000). Em 2023 a principal causa de refugo continuou a ser a reprodução, mas o refugo devido a mastites reduziu substancialmente e desceu para terceiro lugar, sendo o segundo motivo principal de refugo a baixa produção. É provável que esta diferença esteja relacionada com o facto de que, em 2023, o efetivo entrou em fase de expansão, como explicado anteriormente. Ao possuir maior número de fêmeas para reposição, permite que haja oportunidade para refugar vacas voluntariamente devido à baixa produção de leite e de substituí-las por novilhas de maior potencial.

É importante referir que, no presente estudo, a mortalidade foi considerada como sendo um tipo de refugo involuntário, conforme consultado em vários trabalhos, mencionados na secção de revisão bibliográfica. Contudo, é sabido que não é consensual entre os autores considerar a mortalidade como um tipo de refugo e este pode ser definido como a saída apenas de vacas vivas do efetivo, tanto para venda como para matadouro.

Conforme explicado anteriormente, foi estimada uma média das mortalidades neonatal e até aos 60 dias de idade para a realização dos cálculos, nos quais somente interessava considerar as vitelas, para futura produção de leite. Porém, tais médias incluem todos os

vitelos da exploração e assumiu-se os respectivos valores como sendo referentes apenas às fêmeas. Certamente o erro associado não é de importância significativa, uma vez que as taxas de mortalidades para ambos os sexos acabam por ser muito semelhantes. Os machos permanecem menos tempo na exploração, mas são mantidos em viteiros de piores condições e bebem colostro de qualidade inferior, o que resulta em maior mortalidade num curto espaço de tempo. Por outro lado, as fêmeas são criadas em iglôs individuais com boas condições e consomem colostro de melhor qualidade, mas permanecem no efetivo, estando sujeitas a outras condicionantes e em risco durante mais tempo.

Quanto ao primeiro cenário, seguindo o manejo habitual da exploração, não se prevê que seja possível alcançar as 400 vacas produtivas em 2024. Porém, em 2025, é expectável que esse valor seja ultrapassado e continue a aumentar até 2026, chegando até cerca de 446 vacas produtivas. O objetivo é cumprido, mas tendo em conta que quase 80% das novilhas testadas são positivas à neosporose, é esperado que, a longo prazo, a quantidade de fêmeas infetadas com a doença aumente e, conseqüentemente, aumente o número de abortos. Para além dos abortos em si, estes causam outros problemas indiretamente, como o atraso da idade ao primeiro parto no caso de novilhas e atraso da sua vida produtiva (uma vez que a glândula mamária não tem tempo suficiente para se desenvolver por completo e produzir leite), maior número de serviços por concepção (El-Tarabany, 2015), maior intervalo entre partos, menor produção de leite e abates precoces (Gädicke et al., 2010). É difícil considerar todos estes inconvenientes, assim como o seu nível de gravidade, o que torna complicado garantir ao produtor que, seguindo esta alternativa, irá realmente expandir o seu efetivo e não sofrer um surto de abortos em resultado da doença, para além das grandes perdas económicas que estão associadas.

O segundo cenário, cujos dois primeiros anos são equivalentes ao do cenário anterior, seria o ideal a seguir em termos sanitários, porque a expansão do efetivo iria ocorrer internamente à exploração e crias nascidas de novilhas testadas positivamente à neosporose seriam refugadas, de forma a impedir a propagação da doença para a geração leiteira futura, pelo menos por via vertical. Optando por esta alternativa, espera-se que o número de vacas produtivas ultrapasse o objetivo em 2025, assim como no cenário anterior. Contudo, em 2026, espera-se uma grande redução no número de novilhas a entrar para o efetivo produtivo em comparação com o cenário 1, uma vez que apenas estão disponíveis para reposição as crias cujas mães testaram negativo à neosporose e, a este valor, é preciso ainda descontar a mortalidade. Enquanto no primeiro cenário considerou-se a entrada de 171 fêmeas de reposição em 2026, neste cenário esse número reduziu para 98 fêmeas, o que representa uma diminuição de, aproximadamente, 57%. A diferença no número estimado de novilhas a entrar em produção em 2026 leva a que o efetivo produtivo esperado nesse ano fique abaixo

da meta das 400 vacas. Porém, ao aplicar este novo manejo, é esperado que a doença seja eliminada gradualmente e, a longo prazo, possa até deixar de existir na exploração. É também expectável que o número de abortos diminua de forma substancial e, conseqüentemente, os problemas reprodutivos e altos custos associados. Assim sendo, a probabilidade de atingir novamente as 400 vacas produtivas é elevada, mas apenas a longo a prazo, com uma expansão a decorrer de forma mais lenta em comparação com os restantes cenários. Contudo, para que tal seja possível, é necessário aplicar corretamente as devidas medidas de biossegurança, uma vez que nada garante que animais negativos à neosporose, apesar de não terem sido infetados por via vertical, não possam ser infetados por via horizontal em qualquer outro momento da sua vida.

É importante referir que, neste cenário, das 27 novilhas que testaram negativamente à neosporose, assumiu-se que cada uma deu origem a um vitelo e, posteriormente, foram estimados e subtraídos o número de vitelos machos e a mortalidade total. Esta condição foi assumida, não descontando qualquer outro valor representativo de abortos resultantes de outras causas que não a neosporose, porque a quantidade de novilhas restantes após a exclusão das testadas positivamente à doença é, por si só, já bastante reduzida, e porque se estima que a taxa de abortos não resultante da neosporose seja ínfima, pelo que não foi considerada. Além disso, a neosporose afeta a viabilidade dos vitelos e contribui para o aumento da mortalidade. Neste sentido, a mortalidade considerada nos cálculos neste cenário deveria ser menor, visto que estamos apenas a contabilizar vitelas negativas à doença, o que não foi feito e, de certo modo, acaba por compensar a falta de um valor atribuído à taxa de abortos por outras causas.

O terceiro cenário, ao contrário dos anteriores, permite que a meta de 400 vacas produtivas seja alcançada, e até ultrapassada, imediatamente no primeiro ano de previsão (2024). Todavia, este alcance é resultado da compra de animais fora da exploração. Considerou-se que as fêmeas adquiridas são vacas primíparas já em fase de lactação, por já terem passado pelas fases críticas pré e pós-parto, diminuindo o risco de potenciais problemas e os custos associados. No final do ano de 2023, a exploração contava com um total de 331 vacas, pelo que se assumiu um investimento em 70 vacas, de maneira a atingir de imediato os 400 animais produtivos no primeiro ano. Contabilizando o número esperado de novilhas de reposição a entrar para o efetivo produtivo em 2024, não seria necessário adquirir 70 vacas e sim menos, porém, para que haja uma margem de tolerância em caso de algo não correr bem e também de modo a facilitar os cálculos, considerou-se esta quantidade. Apesar da compra de animais, prevê-se que o declínio de vacas em 2026 (seguindo o mesmo raciocínio do cenário 2) resulte em menos de 400 produtivas, embora seja um valor muito próximo (396 vacas). Uma solução para este problema seria o investimento em mais vacas

ou, visto que se trata de uma previsão, adquirir mais animais apenas se, efetivamente, o número de vacas ficar abaixo do objetivo.

A grande desvantagem deste cenário está na compra de animais a terceiros, que resulta no risco acrescido de entrada de novas doenças e/ou agentes patogénicos na exploração. No estudo de Faust et al. (2001), todos os produtores que participaram no ensaio afirmam que a expansão dos seus efetivos comprometeu nitidamente a biossegurança dos mesmos. Além disso, verificou-se uma tendência para uma maior diversidade de doenças naqueles que introduziram animais de fontes e com históricos desconhecidos. Ou seja, parece existir uma relação entre a expansão de um efetivo através da aquisição de animais de fora e o aparecimento de doenças, que por sua vez está associado a um elevado risco de refugo (Faust et al., 2001). Tais resultados estão em concordância com os obtidos por Nor et al. (2014), em que elevadas taxas de refugo estavam associadas, entre outros motivos, a explorações que compravam mais animais por ano. Além deste risco, é preciso considerar o valor do investimento necessário. Atualmente, o valor de uma vaca primípara ronda os 2500€, o que, no total, resultaria num investimento inicial de 175.000€. A este valor é adicionado o custo das análises feitas aos animais de fora, pelo menos para despiste da neosporose, pois sendo a eliminação da doença um dos objetivos deste cenário, não faria sentido adquirir vacas sem descartar a possibilidade de estarem infetadas. Embora possam ser excelentes produtoras de leite e pagar todo o investimento gasto, o perigo a que o efetivo está sujeito em termos sanitários pode resultar em elevadas perdas, tanto de animais como económicas. Ou seja, apesar da rápida expansão, é preciso refletir cuidadosamente sobre todos os prós e contras e aplicar medidas de biossegurança adequadas. Pela complexidade de considerar todos estes fatores, torna-se mais difícil estimar o número de vacas produtivas esperadas.

A falta de vários dados e a necessidade de assumir certos valores não reais, embora se tenha procurado serem os mais próximos possíveis da realidade, dificultou bastante os cálculos e potencialmente aumentou o erro associado aos mesmos. O facto de nem todas as novilhas para reposição terem sido testadas para a neosporose também contribuiu para a menor precisão dos resultados. Outros fatores externos como o preço do leite, das vacas primíparas, das análises à neosporose, etc., que podem influenciar a expansão do efetivo como comprovado na revisão bibliográfica, não foram considerados, podendo alterar a dinâmica dos cenários e diferir na decisão tomada. Outra limitação neste estudo foi a falta de outros trabalhos da mesma natureza, por se tratar de um estudo com condições muito específicas, que permitissem ter um termo de comparação com os resultados obtidos.

Por esta altura na qual o presente estudo está a ser finalizado (outubro de 2024), o produtor já tomou uma decisão e optou por seguir o primeiro cenário, mantendo o maneio que

tem sido realizado aos longo dos anos anteriores. Através dos registos fornecidos para o ano atual, nos quais se tem informação disponível até ao mês de abril, verifica-se uma semelhança de valores entre a realidade e o modelo preditivo aplicado. De acordo com esses registos, a vacaria contava com um total de 368 vacas produtivas em abril, que não se encontra muito distante do esperado no primeiro cenário, que são cerca de 386 vacas, o que traduz numa diferença de 4,7%, aproximadamente. Tendo em conta esta pequena discrepância de valores, existe uma grande possibilidade de o modelo ter sido bem desenvolvido e de apresentar resultados próximos da realidade, apesar das diversas limitações.

7. Conclusões e Perspetivas Futuras

Em suma, apesar do cenário 1 ter sido o eleito pelo produtor, o cenário 2 parecer ser a melhor estratégia de expansão a seguir devido à eliminação gradual da doença e aos menores gastos financeiros potenciais, seja pelo investimento em mais vacas ou por problemas reprodutivos, doenças, entre outras causas. Embora não se preveja que, em 2026, o efetivo possua as 400 vacas produtivas conforme o objetivo, é provável que este valor seja alcançado a longo prazo, seguindo assim o melhor cenário a nível sanitário e de biossegurança.

Os objetivos do presente estudo foram atingidos e, tendo em conta a proximidade dos resultados com a informação disponível para 2024, o modelo preditivo aplicado parece ser válido. Apesar de se tratar de uma exploração específica com um problema específico, este trabalho poderá ser um ponto de partida para delinear um modelo preditivo de maior complexidade e com resultados mais precisos, e ajudar outros produtores com o mesmo problema sanitário de modo a conhecerem diferentes estratégias de expansão e até de que forma poderão tentar eliminar a doença, visto que se trata de uma das principais causas de aborto e porque, atualmente, ainda não existe tratamento ou prevenção vacinal.

Seria interessante num estudo futuro analisar os mesmos indicadores aqui apresentados e o número de vacas produtivas no efetivo, de forma a comparar os resultados entre os 2 trabalhos e a verdadeira viabilidade do modelo preditivo.

8. Referências Bibliográficas

- Adamczyk, K., Makulska, J., Jagusiak, W., & Weęglarz, A. (2017). Associations between strain, herd size, age at first calving, culling reason and lifetime performance characteristics in Holstein-Friesian cows. *Animal*, 11(2), 327-334.
- Ahlman, T., Berglund, B., Rydhmer, L., & Strandberg, E. (2011). Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. *Journal of Dairy Science*, 94(3), 1568-1575.
- Allore, H. G., Oltenacu, P. A., & Erb, H. N. (1997). Effects of Season, Herd Size, and Geographic Region on the Composition and Quality of Milk in the Northeast. *Journal of Dairy Science*, 80(11), 3040-3049.
- Almeida, I. A. M. (2018). *Utilização de um programa de sincronização da ovulação para melhorar a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras*. Tese de Mestrado em Engenharia Zootécnica – Produção Animal. Instituto Superior de Agronomia – Universidade de Lisboa.
- ANABLE - Associação Nacional para o Melhoramento dos Bovinos Leiteiros. (2024). PUBLICAÇÃO DE RESULTADOS - 2023. Aveiro: ANABLE.
- Archer, S. C., Mc Coy, F., Wapenaar, W., & Green, M. J. (2013). Association between somatic cell count early in the first lactation and the longevity of Irish dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(5), 2939-2950.
- Bailey, K., Hardin, D., Spain, J., Garrett, J., Hoehne, J., Randle, R., Ricketts, R., Steevens, B., & Zulovich, J. (1997). An Economic Simulation Study of Large-Scale Dairy Units in the Midwest. *Journal of Dairy Science*, 80(1), 205-214.
- Bates, T. W., Thurmond, M. C., & Carpenter, T. E. (2001). Direct and indirect contact rates among beef, dairy, goat, sheep, and swine herds in three California counties, with reference to control of potential foot-and-mouth disease transmission. *American Journal of Veterinary Research*, 62(7), 1121-1129.
- Bergamaschi, M., Machado, R., & Barbosa, R. (2010). Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. *Circular Técnica*, 64. Acedido em 15 de agosto, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>.
- Berry, D. P., & Cromie, A. R. (2009). Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein-Friesian dairy cows. *Livestock Science*, 123(1), 44-54.

- Bittante, G., Negrini, R., Bergamaschi, M., Ni, Q., Patel, N., Toledo-Alvarado, H., & Cecchinato, A. (2021). Purebreeding with sexed semen and crossbreeding with semen from double-muscled sires to improve beef production from dairy herds: Live and slaughter performances of crossbred calves. *Journal of Dairy Science*, *104*(3), 3210-3220.
- Bombardelli, G. D., Soares, H. F., & Chebel, R. C. (2016). Time of insemination relative to reaching activity threshold is associated with pregnancy risk when using sex-sorted semen for lactating Jersey cows. *Theriogenology*, *85*(3), 533-539.
- Cavestany, D., Betancour, H., Blanc, J. E., Lemaire, C., Slavica, J., Moreira, F., Piaggio, J., & Risco, C. (2007). Reproductive efficiency in grazing lactating dairy cows under a programmed reproductive management system. *Australian Veterinary Journal*, *85*(4), 141-147.
- Daneshmand, R., & Shahidi, S. (2023). A review and analysis on fertility and milk production in commercial dairy farms with customized lactation length during the last ten years. *International Journal of new findings in Health and Educational Sciences*, *1*(3), 20-37.
- De Vries, A., & Marcondes, M. I. (2020). Review: Overview of factors affecting productive lifespan of dairy cows. *Animal*, *14*(S1), s155-s164.
- De Vries, A., Overton, M., Fetrow, J., Leslie, K., Eicker, S., & Rogers, G. (2008). Exploring the Impact of Sexed Semen on the Structure of the Dairy Industry. *Journal of Dairy Science*, *91*(2), 847-856.
- De Vries, A., & Risco, C. A. (2005). Trends and Seasonality of Reproductive Performance in Florida and Georgia Dairy Herds from 1976 to 2002. *Journal of Dairy Science*, *88*(9), 3155-3165.
- Débare, H., Moiré, N., Ducournau, C., Schmidt, J., Laakmann, J. D., Schwarz, R. T., Dimier-Poisson, I., & Debierre-Grockiego, F. (2021). *Neospora caninum* glycosylphosphatidylinositols used as adjuvants modulate cellular immune responses induced in vitro by a nanoparticle-based vaccine. *Cytokine*, *144*, 155575.
- Dechicha, A. S., Moula, N., Gharbi, I., Baazize-Ammi, D., Akloul, K. & Guetarni, D. (2020). Abortions in cattle and sheep herds in Algeria, descriptive study and risk factors. *Agricultura*, *113*(1-2), 201-213.
- DeJarnette, J. M., Leach, M. A., Nebel, R. L., Marshall, C. E., McCleary, C. R., & Moreno, J. F. (2011). Effects of sex-sorting and sperm dosage on conception rates of Holstein heifers: Is comparable fertility of sex-sorted and conventional semen plausible?. *Journal of Dairy Science*, *94*(7), 3477-3483.

- Dubey, J. P. (2003). Review of *Neospora caninum* and neosporosis in animals. *The Korean Journal of Parasitology*, 41(1), 1-16.
- Dubey, J. P., Schares, G., & Ortega-Mora, L. M. (2007). Epidemiology and Control of Neosporosis and *Neospora caninum*. *Clinical Microbiology Reviews*, 20(2), 323-367.
- El-Tahawy, A. S. (2017). Effect of herd size on the productive, reproductive, and economic efficiency of Holstein dairy cows. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 55(1), 21-27.
- El-Tarabany, M. S. (2015). Impact of stillbirth and abortion on the subsequent fertility and productivity of Holstein, Brown Swiss and their crosses in subtropics. *Tropical Animal Health and Production*, 47(7), 1351-1356.
- Esslemont, R. J., & Kossaibati, M. A. (2000). The use of databases to manage fertility. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 725-741.
- Ettema, J. F., Østergaard, S., & Sørensen, M. K. (2011). Effect of including genetic progress in milk yield on evaluating the use of sexed semen and other reproduction strategies in a dairy herd. *Animal*, 5(12), 1887-1897.
- Faust, M. A., Kinsel, M. L., & Kirkpatrick, M. A. (2001). Characterizing Biosecurity, Health, and Culling During Dairy Herd Expansions. *Journal of Dairy Science*, 84(4), 955-965.
- Fetrow, J., Nordlund, K. V., & Norman, H. D. (2006). *Invited review*: Culling: Nomenclature, Definitions, and Recommendations. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 1896-1905.
- Forde, N., Beltman, M. E., Lonergan, P., Diskin, M., Roche, J. F., & Crowe, M. A. (2011). Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124(3-4), 163-169.
- Fricke, P. M., Stewart, S., Rapnicki, P., Eicker, S., & Overton, M. W. (2005). Pregnant vs. Open: Getting Cows Pregnant and the Money it Makes. *Proceedings of 7th Western Dairy Management Conference*. (pp. 9-11).
- Gädicke, P., Vidal, R., & Monti, G. (2010). Economic effect of bovine abortion syndrome in commercial dairy herds in Southern Chile. *Preventive Veterinary Medicine*, 97(1), 9-19.
- García-Ispuerto, I., López-Gatius, F., Bech-Sabat, G., Santolaria, P., Yániz, J. L., Nogareda, C., De Rensis, F., & López-Béjar, M. (2007). Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in northeastern Spain. *Theriogenology*, 67(8), 1379-1385.
- Gates, M. C. (2013). Evaluating the reproductive performance of British beef and dairy herds using national cattle movement records. *Veterinary Record*, 173(20), 499-499.

- Grant, V. J., & Chamley, L. W. (2007). Sex-Sorted Sperm and Fertility: An Alternative View. *Biology of Reproduction*, 76(2), 184-188.
- Hadley, G. L., Wolf, C. A., & Harsh, S. B. (2006). Dairy Cattle Culling Patterns, Explanations, and Implications. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2286-2296.
- Hagiya, K., Terawaki, Y., Yamazaki, T., Nagamine, Y., Itoh, F., Yamaguchi, S., Abe, H., Gotoh, Y., Kawahara, T., Masuda, Y., & Suzuki, M. (2013). Relationships between conception rate in Holstein heifers and cows and milk yield at various stages of lactation. *Animal*, 7(9), 1423-1428.
- Hare, E., Norman, H. D., & Wright, J. R. (2006). Trends in Calving Ages and Calving Intervals for Dairy Cattle Breeds in the United States. *Journal of Dairy Science*, 89(1), 365-370.
- Holden, S. A., & Butler, S. T. (2018). Review: Applications and benefits of sexed semen in dairy and beef herds. *Animal*, 12(S1), s97-s103.
- Hosseini-Zadeh N. G., & Mohit, A. (2013). Effect of dry period length on the subsequent production and reproduction in Holstein cows. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(1), 100-108.
- Hutchinson, I. A., Shalloo, L., & Butler, S. T. (2013). Expanding the dairy herd in pasture-based systems: The role for sexed semen use on virgin heifers. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 1312-1322.
- Innes, E. A., Andrianarivo, A. G., Björkman, C., Williams, D. J. L., & Conrad, P. A. (2002). Immune responses to *Neospora caninum* and prospects for vaccination. *Trends in Parasitology*, 18(11), 497-504.
- Jago, J. G., & Berry, D. P. (2011). Associations between herd size, rate of expansion and production, breeding policy and reproduction in spring-calving dairy herds. *Animal*, 5(10), 1626-1633.
- Johnson, L. A. (2000). Sexing mammalian sperm for production of offspring: the state-of-the-art. *Animal Reproduction Science*, 60-61, 93-107.
- Keshavarzi, H., Sadeghi-Sefidmazgi, A., Ghorbani, G. R., Kowsar, R., Razmkabir, M., & Amer, P. (2020). Effect of abortion on milk production, health, and reproductive performance of Holstein dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 217, 106458.
- Krpalkova, L., Cabrera, V. E., Kvapilík, J., & Burdych, J. (2016). Dairy farm profit according to the herd size, milk yield, and number of cows per worker. *Agricultural Economics/Zemědělská Ekonomika*, 62(5), 225-234.

- Lane, E. A., Crowe, M. A., Beltman, M. E., & More, S. J. (2013). The influence of cow and management factors on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 141(1-2), 34-41.
- Langford, F. M., & Stott, A. W. (2012). Culled early or culled late: economic decisions and risks to welfare in dairy cows. *Animal Welfare*, 21(S1), 41-55.
- Larsson, B., & Berglund, B. (2000). Reproductive Performance in Cows with Extended Calving Interval. *Reproduction in Domestic Animals*, 35(6), 277-279.
- Lauer, M., Hansen, J. K., Lamers, P., & Thrän, D. (2018). Making money from waste: The economic viability of producing biogas and biomethane in the Idaho dairy industry. *Applied Energy*, 222, 621-636.
- Leira, M. H., Botelho, H. A., Santos, H. C. A. S., Barreto, B. B., Botelho, J. H. V., & Pessoa, G. O. (2018). Fatores que alteram a produção e a qualidade do leite: Revisão. *Pubvet*, 12(5), 1-13.
- Leite, T. E., Moraes, J. C. F., & Pimentel, C. A. (2001). Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras. *Ciência Rural*, 31(3), 467-472.
- Lucy, M. C. (2001). Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? *Journal of Dairy Science*, 84(6), 1277-1293.
- Lunak, M. (2023). *Economic Benefits of Rightsizing the Farm Dairy Replacements*. Acedido em 18 de junho, 2024. Disponível em <https://extension.psu.edu/>.
- MacDonald, J. M., Donoghue, E. J. O., McBride, W. D., Nehring, R. F., Sandretto, C. L., & Mosheim, R. (2007). *Profits, Costs, and the Changing Structure of Dairy Farming*. Acedido em 3 de julho, 2024. Disponível em <https://www.ers.usda.gov/>.
- MacDonald, J. M. (2020). *Scale Economies Provide Advantages to Large Dairy Farms*. Acedido em 4 de julho, 2024. Disponível em <https://www.ers.usda.gov/>.
- Maxwell, W. M. C., Evans, G., Hollinshead, F. K., Bathgate, R., De Graaf, S. P., Eriksson, B. M., Gillan, L., Morton, K. M., & O'Brien, J. K. (2004). Integration of sperm sexing technology into the ART toolbox. *Animal Reproduction Science*, 82-83, 79-95.
- McCulloch, K., Hoag, D. L. K., Parsons, J., Lacy, M., Seidel, G. E., & Wailes, W. (2013). Factors affecting economics of using sexed semen in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6366-6377.
- McGee, J. (2014). *Wiley Encyclopedia of Management: Economies of Scale*. (3.^a edição). Cary Cooper. ISBN 978-1-119-97251-8.

- Melendez, P., & Pinedo, P. (2007). The Association Between Reproductive Performance and Milk Yield in Chilean Holstein Cattle. *Journal of Dairy Science*, 90(1), 184-192.
- Muir, B. L., Fatehi, J., & Schaeffer, L. R. (2004). Genetic Relationships Between Persistency and Reproductive Performance in First-Lactation Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 87(9), 3029-3037.
- Murphy, C., Shalloo, L., Hutchinson, I. A., & Butler, S. T. (2016). Expanding the dairy herd in pasture-based systems: The role of sexed semen within alternative breeding strategies. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6680-6692.
- Nor, N. M., Steeneveld, W., & Hogeveen, H. (2014). The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. *Journal of Dairy Research*, 81(1), 1-8.
- Norman, H. D., Hutchison, J. L., & Miller, R. H. (2010). Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3880-3890.
- Oikawa, K., Yamazaki, T., Yamaguchi, S., Abe, H., Bai, H., Takahashi, M., & Kawahara, M. (2019). Effects of use of conventional and sexed semen on the conception rate in heifers: A comparison study. *Theriogenology*, 135, 33-37.
- Oleggini, G. H., Ely, L. O., & Smith, J. W. (2001). Effect of Region and Herd Size on Dairy Herd Performance Parameters. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1044-1050.
- Organisation for Economic Co-operation and Development & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030*. Paris: FAO. 978-92-5-134608-2.
- Pahmeyer, C., & Britz, W. (2020). Economic opportunities of using crossbreeding and sexing in Holstein dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 103(9), 8218-8230.
- Peter, A. T. (2000). Abortions in Dairy Cows: New Insights and Economic impact. *Advances in Dairy Technology*, 12, 233-244.
- Pfeifer, L. F. M., Andrade, E. R., & de Carvalho, D. L. (2020). *Pecuária leiteira na Amazônia: Manejo reprodutivo*. Brasília: Embrapa. 978-65-86056-57-0.
- Pinheiro, M. A. M. (2013). *Avaliação de Custos em Explorações de Bovinos de Leite*. Tese de Mestrado em Medicina Veterinária. Faculdade de Medicina Veterinária - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

- Rafati, N., Mehrabani-Yeganeh, H., & Hanson, T. E. (2010). Risk factors for abortion in dairy cows from commercial Holstein dairy herds in the Tehran region. *Preventive Veterinary Medicine, 96*(3-4), 170-178.
- Rajala-Schultz, P. J., & Frazer, G. S. (2003). Reproductive performance in Ohio dairy herds in the 1990s. *Animal Reproduction Science, 76*(3-4), 127-142.
- Regulamento nº 853/2004 de 29 de abril. *Jornal Oficial da União Europeia*. Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia.
- Rethmeier, J., Wenzlau, M., Wagner, M., Wiedemann, S., & Bachmann, L. (2019). Fertility parameters in German dairy herds: Associations with milk yield and herd size. *Czech Journal of Animal Science, 64*(11), 459-464.
- Rocha, A., & Carvalheira, J. (2002). Parâmetros reprodutivos e eficiência de inseminadores em explorações de bovinos de leite, em Portugal [Reproductive parameters and efficiency of inseminators in dairy farms, in Portugal]. *Congresso de Ciências Veterinárias*. (pp. 129-138). Oeiras.
- Roche, J. F. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science, 96*(3-4), 282-296.
- Salfer, J. (2023). *What is the best replacement rate for your dairy?*. Acedido em 13 de julho, 2024. Disponível em <https://extension.umn.edu/>.
- Sawa, A., Krężel-Czopek, S., & Bogucki, M. (2015). Dry Period Length as Related to Milk Yield and SCC During the First Month of Subsequent Lactation. *Annals of Animal Science, 15*(1), 155-163.
- Seegers, H. (2006). Economics of the reproductive performance of dairy herds. *World Buiatrics Congress*. (pp. 292-302). Nice.
- Seidel, G. E. (2003). Economics of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology, 59*(2), 585-598.
- Seidel, G. E., & DeJarnette, J. M. (2022). Applications and world-wide use of sexed semen in cattle. *Animal Reproduction Science, 246*, 106841.
- Seidel, G. E., & Schenk, J. L. (2008). Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Animal Reproduction Science, 105*(1-2), 129-138.
- Sharma, N., Singh, N. K., & Bhadwal, M. S. (2011). Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 24*(3), 429-438.

- Smith, J. W., Ely, L. O., & Chapa, A. M. (2000). Effect of Region, Herd Size, and Milk Production on Reasons Cows Leave the Herd. *Journal of Dairy Science*, 83(12), 2980-2987.
- Steinbock, L., Näsholm, A., Berglund, B., Johansson, K., & Philipsson, J. (2003). Genetic effects on stillbirth and calving difficulty in Swedish Holsteins at first and second calving. *Journal of Dairy Science*, 86(6), 2228-2235.
- Thurmond, M. C., Branscum, A. J., Johnson, W. O., Bedrick, E. J., & Hanson, T. E. (2005). Predicting the probability of abortion in dairy cows: a hierarchical Bayesian logistic-survival model using sequential pregnancy data. *Preventive Veterinary Medicine*, 68(2-4), 223-239.
- Tozer, P. R., & Heinrichs, A. J. (2001). What Affects the Costs of Raising Replacement Dairy Heifers: A Multiple-Component Analysis. *Journal of Dairy Science*, 84(8), 1836-1844.
- United States Department of Agriculture. (2002). *Dairy 2002: Part I: Reference of Dairy Health and Management in the United States, 2002*. Acedido em 28 de maio, 2024. Disponível em <https://www.usda.gov/>.
- Walsh, D. P., Fahey, A. G., Mulligan, F. J., & Wallace, M. (2021). Effects of herd fertility on the economics of sexed semen in a high-producing, pasture-based dairy production system. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 3181-3196.
- Washburn, S. P., Silvia, W. J., Brown, C. H., McDaniel, B. T., & McAllister, A. J. (2002). Trends in Reproductive Performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI Herds. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 244-251.
- Weigel, K. A. (2006). Prospects for improving reproductive performance through genetic selection. *Animal Reproduction Science*, 96(3-4), 323-330.
- Weigel, K. A., Palmer, R. W., & Caraviello, D. Z. (2003). Investigation of Factors Affecting Voluntary and Involuntary Culling in Expanding Dairy Herds in Wisconsin using Survival Analysis. *Journal of Dairy Science*, 86(4), 1482-1486.
- Wells, S. J. (2000). Biosecurity on Dairy Operations: Hazards and Risks. *Journal of Dairy Science*, 83(10), 2380-2386.
- Wroński, M., Cichocki, M., Borkowska, K., & Redmer, J. (2007). Milk Production Efficiency as Dependent on the Scale of Production and Cow Management Systems on Dairy Farms. *Polish Journal of Natural Science*, 22(1), 50-60.