

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

BIANCA LETÍCIA BARBOSA

IMPACTO DA ORDEM DE PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE E
CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS SOBRE A REPRODUÇÃO DE VACAS
DA RAÇA HOLANDESA

PONTA GROSSA

2021

BIANCA LETÍCIA BARBOSA

**IMPACTO DA ORDEM DE PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE E
CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS SOBRE A REPRODUÇÃO DE VACAS
DA RAÇA HOLANDESA**

Dissertação apresentada como requisito parcial
à obtenção do título de mestre pelo Programa de
Pós-graduação em Zootecnia da Universidade
Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof^a Dr^a Adriana de Souza
Martins.

Coorientador: Prof. Dr. Victor Breno Pedrosa

PONTA GROSSA

2021

B238

Barbosa, Bianca Letícia

Impacto da ordem de parto, produção de leite e contagem de células somáticas sobre a reprodução de vacas da raça Holandesa / Bianca Letícia Barbosa. Ponta Grossa, 2021. 61p.; il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração – Produção animal). Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana de Souza Martins

Coorientador: Prof. Dr. Victor Breno Pedroso

1. Células somáticas - contagem. 2. Controle leiteiro 3. Multiparas. 4. Primíparas. 5. Reprodução. I. Martins, Adriana de Souza (Orient.). II. Pedroso, Victor Breno (Coorient.). III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Zootecnia. IV. T.

CDD : 636.3



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

BIANCA LETÍCIA BARBOSA

“Impacto da ordem de parto, produção de leite e contagem de células somáticas na reprodução de vacas da raça Holandesa.”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias e Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ponta Grossa, 14 de maio de 2021.

Profa. Dra. Adriana de Souza Martins – (UEPG)
Presidente

Prof. Dr. Fernando Kuss – (UTFPR)
Membro Externo

Profa. Dra. Luciana da Silva Leal Karolewski – (UEPG)
Membro Interno

Prof. Dr. Leandro Kavalcanti Lipinski – (UEPG)
Suplente



Documento assinado eletronicamente por **Adriana de Souza Martins, Vice-coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**, em 17/05/2021, às 20:18, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

13/07/2021

SEVUEPG - 0477762 - Termo



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Cavalcante Lipinski, Professor(a)**, em 19/05/2021, às 08:32, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana da Silva Leal Karolewski, Professor(a)**, em 31/05/2021, às 10:14, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 02/06/2021, às 10:49, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **0477762** e o código CRC **C9EBA9B3**.

Dedico este trabalho a Deus e Nossa Senhora, por me concederem saúde e sabedoria para seguir sempre em frente, por serem minha força e meus guias em todos os momentos. A Ti Senhor, toda honra e toda glória!

Aos meus filhos, Enzo e Letícia, tudo é por vocês!!

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus, pois sem Sua sabedoria e constante presença em minha vida, nada disso estaria sendo concretizado. Graças a Ele, mesmo diante das dificuldades, sentimentos de esperança e fé nunca me faltaram. Sem Ele nada faria sentido, pois Dele provém todo o conhecimento.

Agradeço a Nossa Senhora, minha querida mãe, Maria Santíssima, que nos momentos mais difíceis sei que me carregou no colo. Quando caí, me estendeu a mão e me levantou. Obrigada por Sua divina providência e por Seu acolhimento.

Agradeço a minha amada, bondosa e maravilhosa mãe Mauricéia, por sempre acreditar em mim, por ser meu exemplo de mãe, de mulher, de força e de fé! Obrigada por toda ajuda e por todo amor que me deu. Te amo!

Agradeço a minha família, pelo apoio e palavras de incentivo.

Ao meu companheiro de vida, Fernando, pelos conhecimentos compartilhados, pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e pela compreensão aos momentos de estresse e ausência.

Aos meus preciosos filhos, que são minha maior inspiração para persistir e superar desafios. São o maior presente que já me foi entregue e me sinto privilegiada pela dádiva da maternidade. Obrigada meus filhos por darem todo o sentido para minha vida! A vocês meu eterno amor.

Agradeço de coração minha orientadora, professora Dr.^a Adriana de Souza Martins, pela oportunidade de realizar este trabalho, pela confiança, por sempre me atender com paciência. Mesmo diante dos imprevistos e percalços durante a realização desse trabalho, constantemente me ofereceu apoio e ajuda, sempre com palavras de otimismo. Agradeço por todos os ensinamentos. Muitas pessoas são profissionais notáveis, mas poucas delas são seres humanos incríveis. Ela é uma dessas poucas pessoas e agradeço não somente por ser uma excelente profissional, mas também por ser exemplo de ser humano! Fui verdadeiramente amparada por essa mulher exemplar nos momentos mais difíceis durante essa pesquisa.

Ao meu co-orientador, professor Dr. Victor Breno Pedrosa, que foi fundamental e deu todo suporte para a realização das análises estatísticas, por ser sempre atencioso e por toda a colaboração para a realização deste trabalho.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa- UEPG e à FESCON por conceder-me afastamento parcial para a participação nas aulas no programa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, seus professores e funcionários.

À Cooperativa Agroindustrial Frísia, pela confiança e fornecimento dos dados para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço ao Zootecnista Caio Cesar Godoi, pela organização e disponibilização dos dados e planilhas, pelo tempo que dedicou e por sempre estar disposto a esclarecer dúvidas.

Aos meus queridos colegas de trabalho, Renato, Diogo e Anderson, que sempre me deram incentivo e apoio para que eu realizasse este projeto.

Aos acadêmicos de Zootecnia, Alana e Flávio, por toda colaboração na tabulação dos dados.

Por fim, à todos os que de alguma forma tornaram possível este trabalho, peço a Deus que dê a vocês muitas e grandes bênçãos.

MUITO OBRIGADA!

Deus tem um propósito para sua dor, uma razão para sua luta e uma recompensa por sua fidelidade. Não desista!

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

BARBOSA, B.L. **Impacto Da Ordem De Parto, Produção De Leite E Contagem De Células Somáticas Sobre A Reprodução De Vacas Da Raça Holandesa**. Orientadora: Adriana de Souza Martins. Ponta Grossa, 2021. Dissertação (Mestrado de Zootecnia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.

A bovinocultura leiteira constitui uma importante atividade do agronegócio no Brasil. A nutrição e a sanidade do rebanho são aspectos que afetam a eficiência reprodutiva e produtiva da exploração leiteira e interferem no desempenho das fêmeas bovinas, torna-se importante a análise dos fatores que afetam a reprodução e a produção de leite desses animais. Diante disso, objetivou-se analisar os parâmetros reprodutivos, produtivos e a contagem de células somáticas em vacas primíparas e multíparas de rebanhos leiteiros dos Campos Gerais no Paraná e correlacionar esses parâmetros utilizando-se os registros de controle leiteiro. Foram utilizados 24.011 registros de animais provenientes de 75 produtores da região entre os anos de 2017 e 2018. Analisaram-se os efeitos dos níveis de produção e parâmetros reprodutivos de vacas primíparas e multíparas para características de produção e composição do leite: litros/vaca/dia, contagem de células somáticas (CCS), teores de gordura (G), proteína (P) e nitrogênio uréico no leite (NUL), e características de reprodução: número de serviços por concepção (S/C), período de serviço (PS) e percentual de vacas prenhes. Os dados foram analisados por meio de regressão logística multivariada e a diferenciação estatística entre as classes de CCS e produção de leite considerado o nível de 5% de significância. A produção de leite (PL) e a CCS foram superiores nas vacas multíparas, assim como o PS e o S/C. O percentual de vacas prenhes foi maior quando a CCS foi inferior a 200 mil cels/mL e significativamente superior em primíparas. Não foi observado o efeito negativo da produção de leite sobre os parâmetros reprodutivos nas vacas de alta produção (acima de 40 kg/leite/dia) porém, o percentual de vacas prenhes com esse nível de produção foi significativamente superior em vacas de primeiro parto. A reprodução de vacas leiteiras especializadas não sofre efeito do nível de produção se os animais forem mantidos em condições de ambiente (nutrição, sanidade e instalações) adequadas. Vacas com CCS acima de 200 mil cels/mL apresentam reduzida eficiência reprodutiva.

Palavras-Chave: contagem de células somáticas, controle leiteiro, multíparas, primíparas, prenhez, reprodução.

ABSTRACT

BARBOSA, B.L. **Impact of Parity, Milk Production and Somatic Cell Count On Reproduction of Holstein Cows.** Advisor: Adriana de Souza Martins. Ponta Grossa, 2021. Dissertation (Master of Animal Science) – State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.

Dairy cattle farming is an important agribusiness activity in Brazil. Herd nutrition and health are aspects that affect the reproductive and productive efficiency of dairy farming and interfere in the performance of bovine females, it is important to analyze the factors that affect the reproduction and milk production of these animals. Therefore, the objective was to analyze the reproductive and productive parameters and the somatic cell count in primiparous and multiparous cows from dairy herds in Campos Gerais, Paraná, and to correlate these parameters using dairy control records. 24,011 records of animals from 75 producers in the region between 2017 and 2018 were used. The effects of production levels and reproductive parameters of primiparous and multiparous cows for milk production and composition characteristics were analyzed: liters/cow/ day, somatic cell count (SCC), fat (F), protein (P) and urea nitrogen contents in milk, and reproductive characteristics: number of services per conception (S/C), service period (PS) and percentage of pregnant cows. Data were analyzed using multivariate logistic regression and the statistical differentiation between the classes of SCC and milk production considered the 5% level of significance. Milk production (MP) and SCC were higher in multiparous cows, as well as PS and S/C. The percentage of pregnant cows was higher when the SCC was less than 200 thousand cells/mL and significantly higher in primiparae. There was no negative effect of milk production on reproductive parameters in high producing cows (above 40 kg/milk/day), however, the percentage of pregnant cows with this level of production was significantly higher in first calving cows. The reproduction of specialized dairy cows is not affected by the level of production if the animals are kept in adequate environmental conditions (nutrition, health and facilities). Cows with SCC above 200 thousand cells/mL have reduced reproductive efficiency.

Keywords: dairy control, multiparous, pregnancy, primiparous, reproduction, somatic cell count.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de vacas prenhes em função de dois intervalos de CCS:

até 200 mil cels/ml e igual ou superior a 500 mil cels/mL. **53**

Gráfico 2 - Percentual de vacas prenhes em função de dois níveis de produção de

leite: até 25 litros/vaca/dia e igual ou superior a 40 litros/vaca/dia. **55**

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Bonificações ou descontos aplicados pelo Pool Leite em função da contagem de células somáticas (CCS).....	16
TABELA 2 - Bonificação (%) por volume de leite produzido de acordo com as normas do Pool Leite	29
TABELA 3 - Médias de produção de leite, de contagem de células somáticas (CCS) e teores de gordura, proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) de vacas primíparas e multíparas na região dos Campos Gerais do Paraná.....	44
TABELA 4 - Serviços por concepção (S/C), período de serviço (PS), médias de produção de leite (PL), contagem de células somáticas (CCS), teores de gordura, proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) registrados do controle leiteiro mais próximo da inseminação artificial que resultou em prenhez positiva.	46
TABELA 5 - Médias de produção de leite (PL), de contagem de células somáticas (CCS) e teores de gordura e proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) do controle leiteiro próximo à inseminação artificial que resultou em prenhez negativa.	52

LISTA DE ABREVIATURAS

- BST - Somatotropina Bovina
- BEN – Balanço Energético Negativo
- CEM – Células Epiteliais Mamárias
- CBT – Contagem Bacteriana Total
- CCS – Contagem de Células Somáticas
- DEL – Dias em Lactação
- E2 - Estradiol
- GM – Glândula Mamária
- GnRH – Hormônio Liberador de Gonadotrofina
- IA – Inseminação Artificial
- IATF – Inseminação Artificial em Tempo Fixo
- IEP – Intervalo entre Partos
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- LH – Hormônio Luteinizante
- NK – Células Killers
- NMC – National Mastitis Council
- NUL – Nitrogênio Uréico no Leite
- PGF₂ α – Prostaglandina
- PL – Produção de Leite
- PN – Prenhez Negativa
- PP – Prenhez Positiva
- PS – Período de Serviço
- PTA – Capacidade Prevista de Transmissão
- ROS - Espécies Reativas de Oxigênio
- S/C – Serviços por Concepção

SUMÁRIO

1	REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1	INTRODUÇÃO	14
1.2	MASTITE	19
1.3	REPRODUÇÃO BOVINA	24
1.4	RELAÇÃO ENTRE MASTITE E REPRODUÇÃO	26
1.5	PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE	28
1.6	RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE E REPRODUÇÃO	30
1.7	FÊMEAS BOVINAS PRIMÍPARAS E MULTÍPARAS	31
	REFERÊNCIAS	32
2	IMPACTO DA ORDEM DE PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE E CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS SOBRE A REPRODUÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA	40
2.1	INTRODUÇÃO	40
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	41
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
2.4	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a pecuária leiteira, assim como os outros segmentos do setor agropecuário, constitui uma atividade cada vez mais competitiva. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de leite brasileira em 2018 totalizou 33,8 bilhões de litros, 1,6% maior que o ano anterior, sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial.

Em 2018 a maior produção de leite foi verificada na região Sul, com volume de 11,6 bilhões de litros no ano, responsável por 34,2% da produção nacional. Minas Gerais foi o estado maior produtor de leite do país, com produção de 8,9 bilhões de litros, seguido pelos estados do Paraná Rio e Grande do Sul, com produção de 4,4 bilhões e 4,2 bilhões de litros respectivamente. Os três estados produzem mais da metade do leite nacional (51,9%). Analisando os dados dos municípios, Castro (Paraná) ocupou a primeira posição no *ranking* nacional (280 milhões de litros), seguido por Patos de Minas (Minas Gerais) (195.828 milhões de litros) e Carambeí (Paraná) (180 milhões de litros)(IBGE , 2019).

Em 2019, a produção de leite cresceu, chegando a 34,8 bilhões de litros, um aumento de 2,7% em relação ao ano de 2018. Com um crescimento de 4,4%, a região Sudeste voltou a ser a maior produtora de leite do país, com 34,3% de participação, tomando a liderança da região Sul, que ocupava a posição desde 2014 (IBGE, 2019).

Enquanto o Sudeste responde pela maior produção individual de leite, a região dos Campos Gerais detém os índices de produtividade mais altos, produzindo anualmente 10 mil litros de leite por vaca (IBGE, 2019).

O bom desempenho da região na atividade leiteira se deve ao emprego de altas tecnologias na produção, aos aspectos técnicos organizacionais, à utilização de mão de obra especializada, à escolha do rebanho com maior produtividade e a uma forte estrutura de cooperativas (PARRÉ *et al.*, 2011). Na mesorregião Centro-Oriental do Paraná, onde se localizam os municípios de Castro, Carambeí e Ponta Grossa, encontra-se o terceiro maior laticínio do país (Unium), constituído de um grupo formado pelas cooperativas Frísia, Capal e Castrolanda. O laticínio detém duas unidades de produção de leite e derivados na região, localizadas nas cidades de Castro e Ponta Grossa. As três cooperativas respondem por 1.293 produtores, com captação diária de 2,4 milhões de litros (SIGWALT, 2020).

Entre os fatores que garantem a maior eficiência dos rebanhos leiteiros da região dos Campos Gerais estão as condições edafoclimáticas, que permitem o cultivo de forragens de alto valor nutritivo; a genética, predominantemente da raça Holandesa; o manejo; além do constante investimento em novas tecnologias.

Devido à sua importância como alimento humano, os cuidados com a composição e qualidade do leite e derivados são fundamentais para garantir a saúde dos consumidores. Neste sentido, indústrias e cooperativas vêm desenvolvendo e consolidando estratégias visando garantir a qualidade da matéria prima, como a implantação de penalizações ou bonificações aos produtores. Portanto, o monitoramento da composição e qualidade do leite na propriedade deve ser realizado periodicamente, pois servirá como parâmetro na avaliação da sanidade do rebanho, da nutrição e higiene durante a ordenha e da produção diária de leite, promovendo ganhos efetivos ao produtor e à indústria (MARTINS; PEDROSA, 2017).

O Pool Leite é uma entidade de produtores, operada pelas Cooperativas Castrolanda, Frísia e Capal da região dos Campos Gerais, que tem por objetivo mediar às relações entre produtores e indústrias da Intercooperação, organizar os processos de pagamento por volume e qualidade, e também a logística de coleta do leite nas propriedades. O modelo de remuneração adotado pelo Pool Leite é realizado conforme a qualidade do produto entregue, atribuindo um sistema de pagamento baseado em percentuais de bonificação ou de penalização, com base nos dados obtidos por meio de análises laboratoriais, reduzindo o risco de fraudes no leite e prejuízos à indústria e ao consumidor (POOL LEITE, 2019).

As bonificações são realizadas de acordo com indicadores como: o volume de leite, capacidade de estocagem (24 ou 48 horas), flexibilidade (caracterizado como flexibilidade a propriedade permitir coletas de leite sem restrições de horários em qualquer intervalo do período (24 horas), o resfriamento e o credenciamento de boas práticas na fazenda (BPF). Além dessas, outras características microbiológicas e nutricionais do leite podem refletir em bonificações ou penalizações, como a contagem bacteriana total (CBT), contagem de células somáticas (CCS), percentual de gordura e percentual de proteína. Os produtores podem receber apenas penalizações de acordo com a presença de antibióticos e/ou inibidores, alterações na crioscopia, alizarol fora do padrão das indústrias lácteas (POOL LEITE, 2019).

As bonificações ou penalizações aplicadas pelo Pool Leite relacionadas à CCS estão apresentadas no Quadro 1.

Tabela 1 – Bonificações ou descontos aplicados pelo Pool Leite em função da contagem de células somáticas (CCS).

CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS/mL	
FAIXA	ALÍQUOTA (%)
0 à 200.000	5,00%
200.001 à 250.000	4,00%
250.001 à 275.000	3,00%
275.001 à 300.000	2,00%
300.001 à 325.000	1,00%
325.001 à 350.000	0,00%
350.001 à 400.000	-2,00%
400.001 à 500.000	-4,00%
500.001 à 600.000	-6,00%
600.001 à 700.000	-9,00%
700.001 à 800.000	-12,00%
Acima de 800.000	-15,00%

Para bonificação ou desconto de CCS é utilizada a média ponderada das análises dos últimos três meses,
A alíquota é aplicada sobre o valor do preço base.

FONTE: Pool Leite, 2019.

Uma das variáveis que mais impacta sobre as perdas econômicas da cadeia produtiva do leite é a ocorrência de mastite bovina. Segundo Zafalon *et al.* (2007), a mastite é uma das doenças mais relevantes entre os registros de fazendas leiteiras, causando grande prejuízo, devido à redução na produção e na qualidade do leite. De acordo com o National Mastitis Council (NMC) (1996), o aumento da contagem de células somáticas (CCS), indicador de mastite subclínica, implica em reduções significativas na produção de leite, sendo esta também dependente da ordem de lactação. Como exemplo, vacas com CCS de 400 mil cels/mL apresentam redução de 272 litros de leite na primeira lactação. Em multíparas, a redução é de 544 litros/lactação. Em um estudo avaliando o efeito da CCS, do estágio da lactação e da ordem de parto sobre as perdas em produção de leite, Gonçalves; Cue e Botaro (2017) verificaram que a produção de leite passou a ser afetada a partir da contagem de 12.400 cels/mL, para vacas da raça Holandesa. Sendo assim, baixos níveis de CCS podem comprometer o desempenho produtivo da vaca durante a lactação. Além dos prejuízos com o descarte do leite e custos com o tratamento da mastite, o impacto negativo na produção de leite é de grande relevância, sendo primordial o monitoramento da sanidade do rebanho.

A eficiência reprodutiva representa outro fator de grande impacto sobre a produtividade e lucratividade. Baixo índice reprodutivo reduz a produção de leite e o número de novilhas para reposição. Além disso, nos sistemas em que a reprodução é ineficiente, há

aumento no descarte involuntário, menor progresso genético, diminuição da longevidade das vacas e maiores custos com inseminações e medicamentos. A redução na produção de leite ocorre devido ao aumento do intervalo entre lactações, assim como pelo prolongamento do período seco da vaca e aumento da proporção de vacas secas no rebanho (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010).

Neste sentido, o monitoramento dos parâmetros reprodutivos (intervalo entre partos, taxa de concepção, taxa de prenhez, dias em aberto, taxa de serviço, entre outros) é fundamental para se obter elevados índices de produtividade.

Um dos indicadores utilizados para avaliar a eficiência reprodutiva do rebanho é o DEL (dias em leite), que considera o período em lactação atual de todas as vacas que estão produzindo leite na propriedade. Atrasos na concepção das vacas que ocasionem aumento do intervalo entre partos refletem no aumento DEL. De acordo com a literatura, recomenda-se que o DEL médio do rebanho seja abaixo de 150 - 170 dias. Valores acima indicam problemas reprodutivos, uma vez que haverá menor proporção de vacas no início da lactação. A perda em produção estimada é da ordem de 0,8 kg de leite por vaca a cada dez dias de DEL acima de 150 dias (RODRIGUES; GUIMARÃES; OLIVEIRA, 2012).

De acordo com a literatura, o desempenho reprodutivo da vaca também é afetado pela mastite. Estudos indicam que este pode estar associado à redução na taxa de concepção, aumento do número de dias até a primeira Inseminação Artificial (IA) e, conseqüentemente, dos dias em aberto (SCHIRICK *et al.*, 2001; LAVON *et al.*, 2011). Chebel *et al.* (2004) relataram que vacas que apresentaram mastite clínica entre a IA e a confirmação da gestação com 45 dias, tiveram 2,8 vezes maior risco de abortamento. Da mesma forma, Moore *et al.* (2005) verificaram que vacas com CCS superior a 300.000 céls/mL, apresentaram maior perda embrionária que vacas com CCS inferior a 300.000 céls/mL. No entanto, de acordo com os autores, os mecanismos pelos quais a mastite subclínica pode afetar a fertilidade de vacas leiteiras ainda não estão bem esclarecidos.

A produção de leite tem sido relacionada com a baixa eficiência reprodutiva de vacas leiteiras, uma vez que produção e reprodução são consideradas como parâmetros antagônicos, ou seja, os avanços da seleção genética direcionada para produção de leite ao longo dos anos teria levado a redução na fertilidade dos rebanhos (FONTES, 2012). Segundo Leroy *et al.* (2009), de fato tem-se observado nas últimas décadas redução na fertilidade de vacas de alta produção, decorrentes do conflito entre necessidades basais e reprodutivas. O menor desempenho reprodutivo verificado em vacas de alto potencial de produção é evidenciado pelo prolongamento do período de serviço, pelo anestro e pela baixa taxa de concepção.

Porém, determinar o fator que compromete o desempenho reprodutivo da vaca de alta produção ainda é objeto de pesquisas (EGHBALSAIED, 2011). Hipóteses foram propostas para explicar essas questões, incluindo a genética, a fisiologia, a nutrição e o manejo. Estas variáveis foram investigadas em momentos críticos da vida produtiva de vacas leiteiras (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011).

Outro fator relacionado com o desempenho produtivo e reprodutivo da vaca leiteira é a idade (número de lactações). Tanto a reprodução como a produção de leite, e a sanidade da glândula mamária, sofrem influência da ordem de lactação da vaca. Portanto, no manejo diário de vacas em lactação, é importante distinguir as fêmeas de primeiro parto (primíparas) das fêmeas com mais de um parto, denominadas múltíparas, uma vez que, devido a questões fisiológicas, suas respostas em termos produtivos e reprodutivos serão distintas. Segundo o NRC (2001), vacas primíparas consomem menos alimentos e de maneira diferente de vacas múltíparas. Além disso, as primíparas geralmente encontram-se em posição social inferior no rebanho. Por estes motivos, é muito importante separar esses animais em diferentes lotes.

Ao contrário de fêmeas primíparas, o retorno à atividade ovariana pós-parto de múltíparas é menos prejudicado, já que os animais estão adaptados aos sistemas de manejo, possuem menores exigências para o crescimento e maior capacidade de reservarem energia na forma de condição corporal (BORGES; CARVALHO; RUAS, 2009). Com relação à produção de leite, vacas múltíparas sofrem maiores perdas, como resultado dos danos acumulativos à glândula mamária por infecções intramamárias prévias, além de apresentarem infecções mais prolongadas, que resultam em maiores danos ao tecido mamário (COLDEBELLA, 2003), podendo da mesma forma, comprometer o desempenho reprodutivo.

Outra causa para problemas reprodutivos em vacas de alta produção leiteira é a elevada ingestão de matéria seca (IMS). Há uma alta correlação entre consumo de matéria seca e produção de leite e efeitos prejudiciais do alto consumo de matéria seca foram relatados. A diminuição da eficiência reprodutiva em animais com alto nível de nutrição pode ser devido a alterações nas concentrações de hormônios circulantes e pela alteração no fluxo sanguíneo no fígado. Essa alteração aguda no aumento do fluxo sanguíneo no fígado resulta em concentrações de progesterona e estradiol muito baixas em vacas leiteiras em lactação, podendo estar relacionado a fertilidade reduzida e expressão reduzida do estro (SANGSRITAVONG *et al.*, 2002).

1.2 MASTITE

A mastite representa um dos principais entraves para a bovinocultura de leite, sendo uma das mais frequentes infecções que acometem o gado leiteiro, levando a perdas econômicas e apresenta impacto significativo na produção leiteira mundial, apresentado custo anual de aproximadamente 175 milhões de euros. Estima-se que 89 milhões de euros são gastos por ano com o tratamento dos animais, enquanto ações preventivas custam em torno de 5 milhões de euros por ano (HALASA *et al.*, 2007).

Mastite é a inflamação da glândula mamária, causada por micro-organismos como bactérias e fungos. Quanto à forma de manifestação, a mastite pode ser classificada em mastite clínica ou subclínica. A mastite clínica causa inflamação a ponto de alterar o processo secretor do leite e resulta em produção de leite visivelmente alterado (com ou sem alterações na glândula mamária ou sintomas sistêmicos). A mastite subclínica resulta em migração de leucócitos para a glândula mamária, porém, sem alterações na aparência do leite, sendo geralmente detectada pelo aumento da contagem de células somáticas (PINZÓN-SÁNCHEZ; RUEGG, 2011). Embora os sinais da mastite subclínica não sejam evidentes, essa forma possui maior prevalência do que a mastite clínica. Sendo assim, atenção deve ser dada à realização periódica de testes para detectar os casos de mastite subclínica e as medidas de controle para minimizar os prejuízos causados pela redução no volume e na qualidade do leite produzido por vacas acometidas por esta forma de manifestação (SANTOS; FONSECA, 2007).

Os impactos econômicos da mastite (clínica ou subclínica) vão além dos custos com tratamentos, como perdas na produção, descarte do leite, alterações na qualidade do leite, eventual utilização de serviços veterinários e até mesmo a morte do animal. As principais consequências da mastite são a redução na produção de leite e alterações físico-químicas que comprometem a qualidade dos produtos lácteos.

A produção láctea dos quartos doentes pode ser aproximadamente 20% inferior ao valor dos quartos sadios. As perdas na produção de vacas primíparas com mastite são menores do que em vacas múltíparas doentes. Ademais, a redução na produção começa a ocorrer a partir de uma CCS de 17.000 células/mL (COLDEBELLA *et al.*, 2003).

Os efeitos da mastite sobre a composição do leite também são significativos. Há a diminuição de lactose, caseína (principal proteína do leite) e dos sólidos totais. Também é possível observar a redução de cálcio, fósforo e potássio, enquanto as concentrações de sódio e cloro aumentam (PHILPOT, 1998). As alterações nas características físico-químicas do leite

ocorrem no pH e na condutividade elétrica. Enquanto o pH torna-se mais alcalino pelo aumento na permeabilidade capilar com a passagem de constituintes do sangue para o leite, a condutividade apresenta-se aumentada no leite de vacas com mastite em função da elevação na concentração de íons Na^+ e Cl^- (MOURA *et al.*, 2017).

A primeira linha de defesa da glândula mamária (GM) é o teto, que evita a entrada de patógenos através de seu orifício, músculo esfíncter e tampão de queratina, o que dificulta a penetração de micro-organismos. A segunda linha de defesa da GM são as células que compõe a imunidade inata (ocorre nos estágios iniciais da infecção e envolve imunidade não específica) além de proteínas e enzimas. Dentre elas, incluem os neutrófilos, macrófagos, células de Killers (NK) e células epiteliais mamárias. Os macrófagos são as principais células imunes presentes no leite e na GM em lactação, com função de fagocitar bactérias e destruí-las com proteases e espécies reativas de oxigênio, além de promover o “recrutamento” de neutrófilos através de liberação de proteínas do sistema complemento, prostaglandinas, leucotrienos e citocinas que iniciam o processo inflamatório (SORDILLO; STREICHER, 2002; AITKEN *et al.*, 2009).

Nos sítios de infecção, os neutrófilos fagocitam, matam os patógenos invasores e também produzem moléculas imunomoduladoras (WINTERBOURN; KETTLE; HAMPTON, 2016). As células NK são grandes linfócitos granulares que possuem atividade citotóxica, podendo secretar várias moléculas tóxicas, como as do fator de necrose tumoral ($\text{TNF-}\alpha$), a qual pode iniciar apoptose de células alteradas além de serem capazes de matar bactérias gram-positivas e negativas evitando a infecção intramamária (EZZAT ALNAKIP *et al.*, 2014).

As células epiteliais mamárias, que estão presentes no leite devido ao processo normal de descamação epitelial da GM, atuam como células sentinelas, sinalizando a invasão de patógenos causadores da mastite, além de contribuírem para as respostas imunológicas e inflamatórias da GM (RAINARD; RIOLLET, 2006).

Mesmo em condições saudáveis, os leucócitos estão presentes na GM, e estímulos diários de manejo ou ordenha, acompanhados da remoção do leite, induzem sua migração para a GM. Se os patógenos não forem totalmente destruídos na segunda linha de defesa, eles continuam a se multiplicar, migram para ductos menores e alvéolos, provocando danos às células epiteliais mamárias através da produção de toxinas. Leucócitos circulantes migram para o local da infecção através da produção de mediadores solúveis que aumentam a permeabilidade vascular (SORDILLO, 2018).

Na medida em que a infecção persiste, o leite retido faz com que as células epiteliais mamárias retornem a um estado de repouso e os alvéolos começam a encolher. Com a liberação de substâncias produzidas pelos leucócitos, há destruição dos alvéolos que são substituídos por tecido conectivo. A destruição do tecido secretor é a terceira linha de defesa da vaca para controlar a infecção (WATTIAUX, 2009).

A vida dos mamíferos precisa de oxigênio para seu metabolismo oxidativo, que fornece energia. Durante o metabolismo oxidativo, algumas espécies reativas de oxigênio (ROS) são produzidas como um subproduto e são neutralizadas por mecanismos antioxidantes em condições fisiológicas (FUJII; IUCHI; OKADA, 2005). No entanto, durante condições patológicas, a produção de ROS aumenta significativamente, o que pode exceder a capacidade dos mecanismos de proteção e, portanto, causar danos aos tecidos. Condições como a inflamação, que visam eliminar o agente nocivo e reparar o dano ao tecido, resultam em estresse oxidativo e produção excessiva de ROS (VALACCHI *et al.*, 2018).

Durante a resposta a uma infecção intramamária, numerosos mediadores pró-inflamatórios e anti-inflamatórios são liberados pelas células de defesa para promoverem a eliminação dos patógenos. Porém, o equilíbrio entre esses mediadores determina a intensidade e o desfecho da inflamação. Se o equilíbrio não for estabelecido, os mediadores inflamatórios podem causar resposta inflamatória com possíveis sinais clínicos de mastite (TURK *et al.*, 2017). A quantidade excessiva de ROS e outros produtos do estresse oxidativo podem contribuir para a destruição de células e tecidos (RYMAN *et al.*, 2015).

Para Turk *et al.* (2017) a resposta imune inata, sendo a primeira linha de defesa após a invasão da GM por patógenos, desempenha um papel fundamental na patogênese da mastite. Durante a inflamação, principalmente no processo de fagocitose, são produzidos os ROS atuando na destruição do patógeno podendo levar ao estresse oxidativo. A relação entre a resposta inflamatória e o estresse oxidativo durante a mastite tem um papel importante durante a ocorrência da doença.

O estresse oxidativo foi considerado o principal causador de disfunções do sistema imunológico, o que prejudica a resposta inflamatória, e conseqüentemente, predispõe a numerosas doenças em vacas, como por exemplo, inflamação da glândula mamária (mastite), especialmente no período peri-parto. Outro fator importante é a formação de ROS em casos de mastite, levando a uma série de alterações e diminuição da qualidade do leite (JÓŻWIK *et al.*, 2012).

O estresse oxidativo e a produção excessiva de ROS também causam danos aos oócitos. Os casos crônicos de inflamação durante o período pós-parto podem causar o estresse

oxidativo a um certo nível que impõe danos aos oócitos em repouso e em desenvolvimento. Adicionalmente o estresse oxidativo afeta o DNA e por isso a fertilidade dos animais é diminuída. O estresse oxidativo causado pela infecção intramamária pode prejudicar diretamente os oócitos, mas também resulta no comprometimento da função das células da granulosa que termina com o desgaste indireto dos oócitos funcionais (DA BROI *et al*, 2018).

A carga metabólica ocorrida durante o período do periparto, desde o período seco até o início da lactação, é uma fonte potencial adicional de oxidantes e ROS em vacas leiteiras, e pode ser fator predisponente para o desenvolvimento de estresse oxidativo e resposta inflamatória. A fim de prevenir o estresse oxidativo, bem como para melhorar o estado imunológico de vaca leiteiras, é muito importante que suas necessidades nutritivas estejam equilibradas (TURK *et al*, 2017).

A etiologia da mastite é complexa e multivariada tornando-se necessária a identificação dos micro-organismos que causam a infecção da GM para controle e prevenção da doença. Essa patologia pode ser causada por agentes físicos ou infecciosos como vírus, fungos, algas e, mais frequentemente, por bactérias.

As mastites causadas por estafilococos são caracterizadas como agudas. Uma das bactérias patogênicas mais prevalentes causadoras de mastite é o *S. Aureus*, considerada com baixa taxa de cura devido a sua capacidade em produzir fatores de virulência, levando a uma ineficiência da resposta imune (ANDREOTTI *et al.*, 2017).

As Corineobactérias são bactérias gram-positivas, sendo a mais importante desse gênero é a *C. bovi*, um patógeno que normalmente está presente no teto podendo causar mastite clínica e subclínica (SAAB *et al.*, 2014). Os estreptococos se apresentam sob forma de cocos gram-positivos. As espécies mais importantes desse gênero são *S. agalactiae*, *S. dysgalactiae*, *S. uberis*, *S. pyogenes*, *S. zooepidemicus* e *S. bovis*. O agente *S. agalactiae* está presente na glândula mamária de bovinos e sua transmissão ocorre pelo manejo incorreto do ordenhador e geralmente causa mastite crônica endêmica e contagiosa (LADEIRA, 2001).

Os coliformes, bactérias gram-negativas, causam mastites ambientais de difícil controle. Entre as espécies destacam-se: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes* (ACOSTA *et al.*, 2016)

A interação entre os patógenos da mastite e o sistema imunológico do hospedeiro é complexa. Os patógenos microbianos podem desenvolver várias estratégias para alterar e escapar das defesas imunológicas a fim de sobreviver. Dada à diversidade de patógenos que causam mastite, é essencial que a vaca tenha uma ampla gama de mecanismos de defesa como parte de seu arsenal imunológico. Ambas as defesas, inata e adaptativa, são necessárias para a

proteção contra a infecção. A defesa inata inclui o recrutamento de neutrófilos para a GM, a fim de facilitar a eliminação bacteriana através da fagocitose, produção de espécies reativas de oxigênio e peptídeos antibacterianos resultando em aumento da CCS (WELLNITZ; BRUCKMAIER, 2012). Se o patógeno sobreviver a essas defesas inatas, a resposta imune adaptativa é necessária para acabar com a infecção (SCHWARZ *et al.*, 2013). A resposta imune ideal é aquela que reconhece apropriadamente epítomos do patógeno invasor para iniciar mecanismos de eliminação rápidos e precisos, mantendo as consequências patológicas mínimas (THOMPSON-CRISPI *et al.*, 2014).

Souza *et al.* (2020) analisaram muitos parâmetros de respostas imunológicas no leite de vacas com características bacteriológicas e CCS distintas, procurando explorar e identificar os padrões de resposta imunológica exibidos em amostras de leite de vacas com mastite inespecífica. As amostras de leite de quartos mamários considerados saudáveis mostraram menor percentual de neutrófilos, maior percentual de monócitos/macrófagos e menor percentual de linfócitos T, do que quartos infectados. Os autores acreditam na importância da contagem diferencial de células para o diagnóstico da mastite. Eles observaram que o aumento de uma subpopulação de leucócitos (células T CD4+) está correlacionado com uma baixa disseminação bacteriana e uma maior probabilidade de cura da infecção.

Estudar vacas que têm uma resposta imune bem sucedida frente à contaminação por um patógeno melhorará a compreensão de imunidade da GM, criando oportunidade para o desenvolvimento de novos alvos que podem conferir imunidade protetora contra infecções intramamárias (SOUZA *et al.* 2020).

A qualidade dos produtos lácteos está diretamente relacionada com a qualidade da matéria-prima empregada na sua elaboração. Um aumento na atividade proteolítica causa o aparecimento de sabor amargo e adstringente no leite. O principal substrato que sofre proteólise no leite é a caseína, devido a sua alta concentração no leite e alta suscetibilidade. Quando a CCS do leite é elevada, a atividade proteolítica de origem dos leucócitos é aumentada significativamente (SAMARŽIJA; ZAMBERLIN; POGAČIĆ, 2012).

A lipólise resulta da ação de lipases naturais ou microbianas que hidrolisam os triglicerídeos de gordura liberando ácidos graxos de cadeia curta, que são os principais responsáveis pelo aparecimento de odores desagradáveis no leite. Lipases microbianas podem causar alterações na gordura do leite após o processamento térmico, uma vez que são resistentes a temperaturas de pasteurização e permanecem ativas em temperaturas muito baixas (SAMARŽIJA; ZAMBERLIN; POGAČIĆ, 2012; MOREIRA; MONTANHINI, 2014).

A indústria de laticínios busca vantagens competitivas com a redução da CCS no leite, pois o leite de vacas com mastite apresenta alterações negativas em sua composição. Essas características refletem em uma redução no rendimento industrial de produção de produtos lácteos. O pagamento por qualidade também é uma importante ferramenta de incentivo e de fomento aos produtores (SANTOS; GONÇALVES, 2018).

De acordo com o National Mastitis Council, em rebanhos que não adotam medidas de controle, cerca de 50% das vacas encontram-se infectadas, em média, em dois quartos mamários (FONSECA; SANTOS, 2000). Mais recentemente os prejuízos causados pela mastite também são relacionados aos efeitos negativos sobre o desempenho reprodutivo dos animais acometidos.

1.3 REPRODUÇÃO BOVINA

A avaliação da eficiência reprodutiva é um ponto crítico para a lucratividade do empreendimento leiteiro. O manejo reprodutivo determina a taxa de eliminação de animais (longevidade) e o número de reposições, progresso genético, duração do período seco e a maior parte de toda a vida média da produção de leite do animal (MOTA; SANTOS, 2012).

O ciclo estral da fêmea bovina tem duração de aproximadamente 21 dias e o estro ou “cio”, definido como dia zero do ciclo, tem duração de aproximadamente 18 horas. A ovulação ocorre cerca de 30 horas após o início do estro e a prenhez tem duração média de 279 a 290 dias. A primeira ovulação após o parto não é frequentemente acompanhada de comportamento estral, sendo conhecida como “cio silencioso” (PTASZYNSKAA, 2013). O período do parto até a primeira ovulação varia em função da raça do animal, nutrição, produção de leite e sanidade.

De acordo com Lamb (2009), os fatores ligados à reprodução que contribuem com as perdas econômicas na bovinocultura são o anestro pós-parto, baixas taxas de concepção no primeiro serviço, perdas embrionárias e doenças reprodutivas. O período de anestro pós-parto determina, em grande parte, se a fêmea irá manter a produção esperada de uma cria por ano. O puerpério, ou período pós-parto, se estende do parto até o retorno às condições fisiológicas de ciclicidade reprodutiva da fêmea. Nesse período ocorre a involução uterina e regeneração endometrial até o restabelecimento anatômico e fisiológico do útero (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Em bovinos leiteiros, o retorno precoce à atividade ovariana é importante para que se obtenha no rebanho o maior número de concepções no início da lactação. Assim, o período de espera voluntário é de 45 a 60 dias. Quanto antes ocorrer a primeira ovulação no pós-parto,

maior será o número de ciclos estrais durante esse período. Tanto a expressão de sinais de estro quanto a fertilidade aumentam com o número de ciclos estrais antes da primeira inseminação artificial pós-parto (SANTOS, 2005).

De acordo com Short *et al.*, (1990), o restabelecimento da função reprodutiva no pós-parto depende da involução uterina e do restabelecimento dos *feedbacks* no eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, com consequente retorno à ciclicidade. O hormônio luteinizante (LH) apresenta-se em baixas concentrações no início da atividade ovariana pós-parto (YAVAS; WALTON, 2000). Depois que as concentrações de LH são restabelecidas entre 15 e 30 dias pós-parto, as secreções de estradiol (E2), eventualmente atingem níveis que ativam a liberação de picos de hormônio liberador da gonadotrofina (GnRH), e, conseqüentemente, ampliam o pico de liberação do LH, desencadeando o processo de ovulação (VILLADIEGO *et al.*, 2016).

Fernandes *et al.* (2012) afirmaram que existe correlação entre o período de involução uterina e o retorno à ciclicidade da fêmea bovina, influenciando na fertilidade subsequente. Fêmeas sem complicações puerperais (como metrite e retenção de placenta) apresentam período de inatividade ovariana menor do que aquelas com anormalidades puerperais.

Os índices reprodutivos são utilizados como ferramentas para gerenciamento de um rebanho. Eles permitem controle efetivo do rebanho, fornecendo informações para a tomada de decisão e condução de atividades. A avaliação da eficiência reprodutiva envolve vários fatores durante a vida do animal, como: idade à puberdade, idade ao primeiro parto, gestação, intervalo entre partos, taxas de aborto, taxa de concepção, taxa de prenhez, número de doses de sêmen por concepção e dias em lactação.

O intervalo entre partos é um dos indicadores que monitora o desempenho reprodutivo do rebanho e pode ser afetado pela fertilidade do touro, da vaca e por fatores de manejo do rebanho. O período de serviço ou dias em aberto é definido como o intervalo entre o parto e a fecundação bem sucedida (RODRIGUEZ-MARTINEZ *et al.*, 2008). O número de serviços por concepção é um índice obtido pela divisão do número de inseminações artificiais pelo número de animais que conceberam. Esse índice é inversamente relacionado com a taxa de concepção, sendo assim as condições que interferem nesse parâmetro são semelhantes (BERGAMASCHI; MACHADO; BARBOSA, 2010). A taxa de concepção é obtida pela divisão do número de vacas que conceberam (prenhes), pelo número total de inseminações realizadas, em determinado período. Esse índice pode ser comprometido pela qualidade do sêmen, pela mortalidade embrionária e fetal, pelo balanço energético negativo, pelas afecções uterinas e ovarianas e pela técnica de IA.

Diante do exposto, o objetivo do controle reprodutivo do rebanho leiteiro é evitar o prolongamento do período de serviço (dias em aberto). Nutrição, distúrbios reprodutivos, desordens metabólicas, eficiência na observação do cio são alguns fatores que influenciam o período de serviço. A meta para o período serviço é de até 85 a 100 dias após o parto, para que o intervalo entre partos esteja em torno de 12 a 14 meses.

1.4 RELAÇÃO ENTRE MASTITE E REPRODUÇÃO

A mastite e a reprodução estão relacionadas com grandes perdas econômicas no rebanho. O efeito deletério da mastite sobre os índices reprodutivos já é conhecido há quase 30 anos (MOORE *et al.*, 1991), porém, estudos são necessários para a melhor compreensão sobre como a infecção intramamária pode comprometer os parâmetros reprodutivos. A influência negativa da mastite na reprodução foi observada tanto em animais da raça holandesa quanto em animais cruzados (SANTOS *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2017)

Segundo Hansen; Soto e Natzke (2004), vacas com mastite podem apresentar sinais sistêmicos como febre, aumento da permeabilidade vascular, leucocitose e aumento das frequências respiratória e cardíaca, além da maior concentração de cortisol circulante. Altas concentrações de cortisol sanguíneo podem levar a prejuízos reprodutivos, mais especificamente ao atraso (ou mesmo inibição) do pico pré-ovulatório do hormônio luteinizante (LH), ocasionando problemas à ovulação, fecundação e/ou qualidade embrionária. Com a reação inflamatória há liberação de moléculas bioativas, que podem causar injúrias ao aparelho reprodutivo. Vacas com mastite podem manifestar o aumento de interleucinas, fator de necrose tumoral α , óxido nítrico e prostaglandina (PGF 2α), que podem diminuir a fertilidade, atuando no oócito e no embrião.

Tanto a mastite clínica quanto a subclínica podem impactar negativamente sobre os parâmetros reprodutivos (HUDSON *et al.*, 2012). Estudos mostram que a ocorrência de mastite clínica antes ou após a IA pode suprimir a capacidade da fêmea em manter uma gestação (ROTH *et al.*, 2013). Santos *et al.* (2004) observaram que a mastite clínica logo após o parto apresentou relação negativa com a fertilidade de vacas, devido à elevação na temperatura corporal, causando redução na qualidade dos oócitos e menor sobrevivência embrionária. De acordo com Wolfenson; Leitner e Lavon (2015), a probabilidade de concepção é reduzida em 24%, quando há ocorrência de mastite clínica durante os 10 dias anteriores à IA.

Schrick *et al.* (2001), em um estudo avaliando a influência da mastite em vacas da raça Jersey, reportaram que vacas acometidas pela mastite, na forma clínica ou subclínica e antes do primeiro serviço pós-parto, apresentaram prolongamento do período de serviço e do intervalo entre partos. Como consequência, houve necessidade de maior número de serviços por concepção, quando os dados foram comparados aos valores de vacas sem a ocorrência de mastite.

Em um estudo com aproximadamente 1000 vacas da raça Holandesa, Ahmadzadeh *et al.* (2009) avaliaram diferenças reprodutivas em quatro grupos de vacas de acordo com a presença ou ausência de mastite clínica e outras doenças: 1) vacas com mastite clínica e outras doenças; 2) vacas apenas com mastite clínica; 3) vacas apenas com outras doenças e não com mastite clínica; 4) e vacas sem registro de mastite clínica e outras doenças. Os autores observaram que as médias de número de serviços por concepção e o período de serviço foram maiores nos grupos em que as vacas apresentaram mastite clínica em comparação ao grupo das vacas saudáveis.

Para Roth *et al.* (2013), a mastite subclínica também pode reduzir a probabilidade de concepção em função do tempo de ocorrência e de sua natureza crônica. Cerca de 30% das vacas com mastite crônica apresentam ovulação tardia, baixa concentração de estradiol, além de baixos níveis de LH e atraso em sua secreção na corrente sanguínea. Segundo os autores, o efeito negativo da mastite subclínica está relacionado com o aumento da CCS, por interferir no desenvolvimento de óocitos ovarianos.

Devido à sua importância econômica, a reprodução tem sido incluída nos programas de melhoramento genético por meio de avaliações genômicas. Esse avanço na seleção genética ocorreu no final de 2007 e começo de 2008, com a descoberta de marcadores genômicos e desenvolvimento de plataformas genômicas para identificação de animais superiores (SANTOS; VASCONCELOS, 2018).

A seleção genética baseada na informação genômica visa melhorar rapidamente várias características em vacas leiteiras (PRYCE *et al.*, 2016). Weigel; Mikshovsky e Cabrera, (2015) realizaram um estudo com vacas da raça Holandesa nos Estados Unidos. Foram coletadas amostras de tecido de 3.462 animais para testes genéticos. As amostras de tecido foram genotipadas com chips. Com a genotipagem os autores relataram uma diferença de 21 dias nos dias em aberto na primeira lactação, quando as novilhas foram classificadas por PTA (*Predicted Transmitting Ability*) genômica. Quando eles classificaram os animais pela PTA do touro, essa diferença foi de apenas 3,4 dias. Sendo assim, as previsões genômicas foram

significativamente mais precisas como preditores de desempenho reprodutivo futuro (WEIGEL; MIKSHOWSKY; CABRERA, 2015).

Pouco se sabe sobre o real impacto da mastite sobre a reprodução e até que ponto a elevação da CCS pode comprometer a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras. Poucos estudos são realizados no Brasil abordando a influência da mastite na reprodução de vacas leiteiras e quando são realizados, o número de animais é relativamente pequeno, dificultando a confiabilidade dos resultados.

1.5 PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE

Por muitos anos a produção de leite tem sido o principal objetivo da seleção em programas de melhoramento genético para gado leiteiro. Isso porque o objetivo principal do produtor é maximizar os lucros e, sendo a venda de leite a fonte principal de receita, prioriza-se a seleção dos animais do rebanho para essa característica. Porém, nas últimas décadas, outras características têm ganhado importância na seleção genética de vacas leiteiras, devido ao seu grande impacto econômico na indústria. A princípio, todas as características quantitativas (características com variação contínua, influenciadas por vários pares de genes e expressão fenotípica fortemente influenciada pelo ambiente: produção de leite, características de crescimento e reprodutivas) podem ser selecionadas genomicamente. Entretanto, para as provas genômicas, são utilizadas apenas aquelas de interesse econômico. Em gado de leite são elas: características produtivas, características reprodutivas, características de tipo/conformacionais e características adaptativas (por exemplo mastite e outras doenças) (SANTOS *et al.*, 2013).

O potencial de produção de leite de uma vaca pode variar e sofrer influência das condições ambientais e dos diferentes sistemas de produção que os animais são submetidos. Pode-se avaliar a produção de leite por meio de características que expressem quantidade e qualidade do leite produzido. Como características de qualidade, destaca-se a CCS, a composição físico-química e a composição microbiológica do leite.

A produção total de leite por lactação e o pico de lactação são características que descrevem o potencial de produção da vaca. A produção de leite ajustada para 305 dias é considerada a característica mais acurada para expressar a lactação (BELLO; STEVENSON; TEMPELMAN, 2012), sendo utilizada com frequência em pesquisas com finalidade de avaliar a quantidade de leite produzido por lactação da vaca. Com base na curva de lactação, vacas com picos de produção altos terão, da mesma forma, altos valores de produção de leite

total, em razão da alta correlação entre as características (ALBARRÁN-PORTILLO; POLLOTT, 2013). Dessa forma, o pico de produção de leite está diretamente relacionado com a produção total durante a lactação. Estima-se que para cada quilograma a mais de leite no pico de lactação, a vaca irá produzir cerca de 150 a 300 kg a mais de leite durante a lactação completa (DRACKLEY, 1999).

A preocupação com a qualidade do leite em sido cada vez maior, havendo em vários países o emprego de sistemas diferenciados de pagamento. Nestes sistemas, os principais indicadores de qualidade são a CCS, contagem bacteriana total (CBT), as porcentagens de gordura e de proteína, a produção em quilo de gordura e de proteína, além daqueles relacionados com as boas práticas da fazenda, respeitando-se as normas ambientais e de bem-estar animal (WASANA *et al.*, 2015).

Atualmente, o volume de leite produzido é apenas um dos itens que compõem o pagamento ao produtor. Outros indicadores também passaram a ser contabilizados na determinação do valor final. Na região dos Campos Gerais, as Cooperativas realizam o pagamento ao produtor tanto pelo volume de leite produzido quanto pela qualidade. O Pool é um captador e vendedor de leite das três principais cooperativas da região (Castrolanda, Frísia e Capal). A função do Pool, portanto, é captar leite de forma eficiente e negociar a venda nas melhores condições possíveis. A característica crucial do sucesso do Pool ABC é seu volume de leite.

O pagamento por volume de leite realizado pelo Pool Leite é feito em função do nível de produção, conforme demonstrado no Quadro 2.

Tabela 2- Bonificação (%) por volume de leite produzido de acordo com as normas do Pool Leite.

BONIFICAÇÃO (%) POR VOLUME	
FAIXA (L)	ALÍQUOTA (%)
0,00 - 150,00	0,00%
150,01 - 250,00	1,00%
250,01 - 350,00	2,00%
350,01 - 500,00	2,25%
500,01 - 750,00	2,50%
750,01 - 1.000,00	2,75%
1.000,01 - 1.250,00	3,00%
14.000,01 - 14.500,00	11,00%
14.500,01 - 15.000,00	11,25%
15.000,01 - 15.500,00	11,50%
15.500,01 - 16.000,00	11,75%
Acima de 16.000,00	12,00%

A alíquota é aplicada sobre o valor do preço base.

FONTE: Pool Leite, 2019.

O volume de leite é o quesito de maior valor nas bonificações.

A produção e a qualidade do leite podem ser influenciadas por inúmeros fatores, tais como o manejo, a alimentação das vacas, a genética, o estresse térmico, a fase da lactação, infecções na glândula mamária e a ordem de parto.

1.6 RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE LEITE E REPRODUÇÃO

A produção de leite e a eficiência reprodutiva em bovinos leiteiros são processos interligados, cujos resultados apresentam consequências diretas sobre a rentabilidade, sendo as duas principais causas de descarte nos rebanhos. Ambos são considerados fundamentais na viabilidade econômica dos sistemas de produção de leite (LEBLANC, 2010).

A fertilidade das vacas leiteiras tem diminuído ao longo das últimas cinco décadas, porém a produção de leite por vaca tem aumentado. A produção de leite e a reprodução são consideradas como parâmetros opostos, ou seja, vacas de maior produção normalmente apresentam baixos índices reprodutivos. No entanto, pesquisas vêm mostrando que a produção de leite como fator isolado, não prejudica a eficiência reprodutiva de um rebanho, mas sim o manejo inadequado dos animais, principalmente na fase após o parto (LEBLANC, 2010; WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011). Duas questões em especial devem ser colocadas para o melhor entendimento do possível antagonismo produção x reprodução: 1º) se a capacidade de conceber realmente diminuiu ao longo do tempo devido ao aumento da produção de leite; 2º) se a gestão (capacidade humana) aumentou para conseguir gerenciar o metabolismo, a nutrição e a ambiência de vacas cada vez mais produtivas e desafiadas (LEBLANC, 2010).

A eficiência reprodutiva é um dos fatores que mais afeta a produtividade e lucratividade de um rebanho e, sendo um fator de baixa herdabilidade, é influenciada mais pelo meio ambiente do que pela herança genética. Em um estudo realizado por Peixoto; Firmiano e Crespilho (2013), foram relatadas correlações genéticas e fenotípicas de baixa a moderada entre produção e reprodução, geralmente em direção desfavorável. A nutrição e o ambiente são fatores que exercem maior influência sobre a eficiência reprodutiva. Portanto, segundo os pesquisadores, para alcançar bons resultados de desempenho reprodutivo na bovinocultura de leite é preciso priorizar os fatores genéticos, nutricionais, sanitários e ambientais.

Um dos maiores desafios dos pesquisadores é compreender os fenômenos que contribuem com a baixa fertilidade da vaca leiteira e, posteriormente, desenvolver estratégias

para melhorar as características reprodutivas (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011). A fertilidade é uma variável complexa, podendo ser mensurada por diversas características. Porém, determinar a característica que representa adequadamente o desempenho reprodutivo da vaca é difícil e ainda permanece sendo investigada (EGHBALSAIED, 2011).

Apesar dos recentes avanços nas pesquisas referentes à reprodução, o crescimento folicular e a ovulação, ainda hoje os mecanismos não foram completamente esclarecidos. Sabe-se que as gonadotrofinas são as principais responsáveis pelo crescimento e desenvolvimento do folículo antral, mas também interagem com outros metabólitos e hormônios. Fatores extraovarianos, como mudança nutricional, mediadas por hormônios metabólicos também afetam o desenvolvimento folicular e qualidade do oócito (WEBB *et al.*, 2004).

1.7 FÊMEAS BOVINAS PRIMÍPARAS E MULTÍPARAS

A atividade leiteira é afetada por fatores intrínsecos ao animal. Neste sentido, a produção de leite varia com a idade da vaca e o número de partos (ZANELA, 2015). Esta produção aumenta desde a primeira lactação até a vaca atingir sua maturidade fisiológica, para depois decrescer. À medida que o animal envelhece esse efeito está diretamente relacionado com a ordem de lactação. Resultados significativos de idade ou ordem de lactação sobre a produção de leite foram observados por Rangel *et al.* (2009).

Vacas de primeiro parto e lactação (primíparas) ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e, portanto, têm menor capacidade produtiva. Em contrapartida, vacas mais velhas, de dois ou mais partos (multíparas) têm produtividade mais elevada (SANTOS; FONSECA 2006).

Comparando a produção e a qualidade do leite entre primíparas e multíparas, Rosa *et al.* (2016) observaram que a produção de leite apresenta tendência de aumento nas multíparas com relação às primíparas. Vacas com maior número de partos apresentam maior concentração de gordura e, conseqüentemente, maior teor de sólidos totais no leite.

As práticas de manejo também interferem no desempenho produtivo de vacas com diferentes ordens de parto. Fêmeas de primeiro parto apresentam maior habilidade de expressar sua eficiência produtiva quando separadas das multíparas, mostrando que a formação de lotes nos rebanhos leiteiros se faz necessária. Vacas multíparas apresentam pico de lactação e produção maior, mas com menor persistência de lactação, quando comparadas com primíparas (ROSA *et al.*, 2019).

Como já supracitado, vacas de primeira lactação ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e, desta forma, têm menor capacidade produtiva. Por outro lado, com relação a mastite, vacas mais velhas estariam sujeitas a maior contato com agentes causadores da mastite, que causa redução na produção de leite (SANTOS; FONSECA, 2006).

Costa *et al.* (2015) observaram que, apesar de as primíparas apresentarem valores elevados de CCS em seu estudo, houve diferença da CCS entre vacas e novilhas. As vacas multíparas apresentaram valores de CCS superiores às primíparas (672.000 e 398.000 céls/mL, respectivamente). Segundo os autores esta diferença pode ser explicada, pelo menos em parte, devido ao menor tempo de permanência das primíparas no sistema de produção, fazendo com que essas sejam menos expostas aos fatores de risco para mastite. Perdas na produção de leite decorrentes do processo inflamatório que lesiona o parênquima mamário acontecem independentemente do micro-organismo presente na glândula mamária (HAND; GODKIN; KELTON, 2012).

A magnitude da redução de produção diária associada à mastite subclínica está relacionada ao estágio de lactação e à ordem de parto, apresentando-se mais expressiva ao final da lactação, independentemente da ordem de parto e significativamente maior em multíparas (COSTA, *et al.*, 2017). Santos *et al.* (2018) também verificaram que a frequência de casos de mastite (clínica ou subclínica), é maior em animais com maior número de partos e em fase final de lactação. Diversas pesquisas definem como vacas sadias aquelas com CCS menor que 200.000 células/mL, e vacas com mastite subclínica aquelas com CCS igual ou maior que 200.000 células/mL (RUEGG; PANTOJA, 2013).

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, A. C. *et al.* Mastites em ruminantes no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 565–573, 2016.
- ANDREOTTI, C. S. *et al.* Characterization of immune response in *Staphylococcus aureus* chronically infected bovine mammary glands during active involution. **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases**, v. 54, February, p. 51–60, 2017.
- AHMADZADEH, A. *et al.* Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. **Animal reproduction science**. v. 112, p. 273–282, 2009.
- AITKEN, S. L. *et al.* Evaluation of antioxidant and proinflammatory gene expression in bovine mammary tissue during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 2, p. 589–598, 2009.

ALBARRÁN-PORTILLO, B.; POLLOTT, G. E. The relationship between fertility and lactation characteristics in Holstein cows on United Kingdom commercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 635–646, 2013.

BELLO, N. M.; STEVENSON, J. S.; TEMPELMAN, R. J. Invited review: Milk production and reproductive performance: Modern interdisciplinary insights into an enduring axiom. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 10, p. 5461–5475, 2012.

BERGAMASCHI, M. A. C. M.; MACHADO, R.; BARBOSA, R. T. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2010.

BORGES, A. M.; CARVALHO, B. C.; RUAS, J. R. M. Manejo reprodutivo da vaca mestiça: estado da arte. **R. bras. Reprod. Anim.**, p. 157-162, 2009.

CHEBEL, R. C. *et al.* Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 84, n. 3-4, p. 239-255, 2004.

COLDEBELLA, A. **Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas**. 99f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

COSTA, H. N. *et al.* Comparison of two methodologies to estimate losses of milk production in crossbred Holstein× Zebu cows with sub-clinical mastitis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 3, p. 579-586, 2017.

COSTA, H. N. *et al.* Estudo longitudinal da mastite subclínica e produção de leite em um rebanho mestiço Holandês-Zebu criado em sistema semi-intensivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 6, p. 1501–1509, 2015.

COSTA, H. N. *et al.* Mastite Subclínica Baseada Em Duas Metodologias De Análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 3, p. 579–586, 2017.

DA BROI, M. G. *et al.* Oocyte oxidative DNA damage may be involved in minimal/mild endometriosis-related infertility. **Molecular reproduction and development**, v. 85, n. 2, p. 128-136, 2018.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?. **Journal of dairy science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999.

EGHBALSAIED, S. Estimation of genetic parameters for 13 female fertility indices in Holstein dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 4, p. 811–816, 2011.

EZZAT ALNAKIP, M. *et al.* The Immunology of Mammary Gland of Dairy Ruminants between Healthy and Inflammatory Conditions. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 2014, p. 1–31, 2014

FERNANDES, C. A. D. C. *et al.* Efeito de diferentes doses de cloprostenol sódico no período pós-parto de vacas de corte. **Ciencia Animal Brasileira**, v. 13, n. 3, p. 346–352, 2012.

FONTES, F. **A fertilidade dos rebanhos leiteiros está realmente diminuindo? 2012.**

Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/a-fertilidade-dos-rebanhos-leiteiros-esta-realmente-diminuindo> Acesso em: 04 jan. 2021.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos, 2000. 314p.

FUJII, J; IUUCHI, Y; OKADA, F. Fundamental roles of reactive oxygen species and protective mechanisms in the female reproductive system. **Reproductive biology and endocrinology**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2005.

GONÇALVES, J. L.; CUE, R.I; BOTARO, B.G. Milk losses associated with somatic cell counts by parity and stage of lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 101, p.1-10. 2017.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E.S.E.; **Reprodução Animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. 513p

HALASA, T. *et al.* Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. **Veterinary Quarterly**, v. 29, n. 1, p. 18–31, 2007.

HAND, K. J.; GODKIN, A.; KELTON, D. F. Milk production and somatic cell counts: A cow-level analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1358–1362, 2012.

HANSEN, P. J.; SOTO, P.; NATZKE, R. P. Mastitis and Fertility in Cattle – Possible Involvement of Inflammation or Immune Activation in Embryonic Mortality. **American Journal of Reproductive Immunology**, v. 51, p. 294–301, 2004.

HUDSON, C. D. *et al.* Associations between udder health and reproductive performance in United Kingdom dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 3683–3697, 2012.

IBGE. **PPM 2018: rebanho bovino diminui e produtividade nacional de leite ultrapassa 2 mil litros por animal ao ano 2018**. Disponível em:

<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25482-ppm-2018-rebanho-bovino-diminui-e-produtividade-nacional-de-leite-ultrapassa-2-mil-litros-por-animal-ao-ano> Acesso em: 24 jan. 2021.

IBGE. **Rebanho bovino tem leve alta em 2019, após dois anos seguidos de quedas, 2019**.

Disponível em <https://censo2021.ibge.gov.br/2012-agencia-de-noticias/noticias/29164-rebanho-bovino-tem-leve-alta-em-2019-apos-dois-anos-seguidos-de-quedas.html#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20leite%20de,em%20rela%C3%A7%C3%A3o%20ao%20ano%20anterior>. Acesso em: 24 jan. 2021.

JÓZWIK, A. *et al.* Oxidative stress in high yielding dairy cows during the transition period. **Medycyna Weterynaryjna**, v. 68, n. 8, p. 468-474, 2012.

LADEIRA, S. R. L. Mastite Bovina. In: RIET-CORREA, F. **Doenças de Ruminantes e Equinos**. 1v. 2.ed. São Paulo: Varela, p.294-305. 2001.

LAMB, G. C. Efeito da nutrição e da amamentação no anestro. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, **Anais...** Uberlândia 2009.

LAVON, Y. *et al.* Association of conception rate with pattern and level of somatic cell count elevation relative to time of insemination in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4538–4545, 2011.

LEBLANC, S. Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. **Journal of Reproduction and Development**, v. 56, n. SUPPL., p. 1–7, 2010.

LEROY, J.L.M.R. *et al.* Priorização de nutrientes em vacasleiteiras no pós-parto imediato: discrepância entre metabolismo e fertilidade? In: CURSONOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13., 2009, Uberlândia-MG, **Anais...** Uberlândia 2009

MARTINS, A. S. ; PEDROSA, V. B. **Impactos do monitoramento da qualidade do leite.** In: Maximiliane Alavarse Zambom; Mirna Adriane Syperreck; Rodrigo Cesar dosReis Tinini. (Org.). Bovinocultura de Leite Sustentável: Sustentabilidade com Competitividade: Desafios para os sistemas de produção de leite saudável e seguro. 1ed.Marechal Cândido Rondon: Centro de Ciencias Agrarias/Unioeste, v. 1, p. 1-253,2017.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Os Campos Gerais do Paraná. In: **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná.** Ponta Grossa: Editora UEPG. Cap. 1, p. 17-21, 2007.

MOORE, D. A. *et al.* Preliminary field evidence for the association of clinical mastitis with altered interestrus intervals in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 36, n. 2, p. 257–265, 1991.

MOORE, D. A. *et al.* Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 226, p. 1112–1118, 2005.

MOREIRA, N.V.; MONTANHINI, M.T.M. Contaminação do leite na ordenha por micro-organismos proteolíticos e lipolíticos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal.** v.8, n.2, p. 29 – 38, 2014.

MOTA, M. F.; SANTOS, G. T. **Eficiência reprodutiva: Como avaliar? 2012.** Disponível em : <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/eficiencia-reprodutiva-como-avaliar> Acesso em: 14 fev 2021.

MOURA, E. D. O. *et al.* Electrical conductivity and somatic cell count in zebu cow's milk. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 5, p. 3231-3240, 2017.

NASSAR, A. M.; NOGUEIRA, A. C. L.; FARINA, T. “ Redes e Estratégias Compartilhadas ” SEMINÁRIOS PENSA DE AGRONEGÓCIOS “ Redes e Estratégias Compartilhadas ”. p. 1–24, 2002.

NATIONAL MASTITIS COUNCIL. US. **Current concepts of bovine mastitis.** 4.ed. Madison: NMC, 1996.

PARRÉ, J. L. *et al.* Perfil socioeconômico de produtores de leite da região Sudoeste do Paraná: um estudo a partir de diferentes níveis de produtividade. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 9, n. 2, 2011.

PEIXOTO JUNIOR, K.C.; FIRMIANO, A.C.; CRESPILO, A.M. Relação entre reprodução e produção de bovinos de leite. **PUBVET**, Londrina, V. 7, N. 24, Ed. 247, Art. 1635, Dezembro, 2013.

PILAU A.; LOBATO J.F.P. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de vacas primíparas aos 22/24 meses de idade. **Rev. Bras. Zootec.**, 38:728-736, 2009.

PINZÓN-SÁNCHEZ, C.; RUEGG, P. L. Risk factors associated with short-term post-treatment outcomes of clinical mastitis. **Journal of dairy science**, v. 94, n. 7, p. 3397-3410, 2011.

PHILPOT, W.N. Importância da contagem de células somáticas e outros fatores que afetam a qualidade do leite. I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE. **Anais...** Curitiba – PR, p.028-035, 1998.

POOL LEITE. **Tabela de Pagamento**. 2019.

PRYCE, J. E. *et al.* Invited review: Opportunities for genetic improvement of metabolic diseases. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 9, p. 6855-6873, 2016.

PTASZYNSKAA, M. Compêndio de Reprodução Animal. **Intervet International**, p. 399, 2013. Disponível em:
<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/sanidade/livros/COMPENDIO%20DE%20REPRODUCAO%20ANIMAL.pdf> Acesso em: 15 mar. 2020.

RAINARD, P.; RIOLLET, C. Inatte immunity of the bovine mammary gland. **Veterinary Research**, v.37, p.369-400, 2006.

RANGEL, A. H. N. *et al.* Desempenho produtivo leiteiro de vacas guzerá. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 1, p. 85–89, 2009.

RODRIGUES, A. M.; GUIMARÃES, J.; OLIVEIRA, C. Rentabilidade das explorações leiteiras em Portugal-dados técnicos e económicos. **V Jornadas de Bovinicultura**, IAAS-UTAD, 30-31 Março 2012, p. 109-129, 2012.

RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. *et al.* Reproductive performance in high-producing dairy cows : Can we sustain it under current practice ? p. 1–36, 2008.

ROSA, P. P. *et al.* Qualidade do leite de vacas primíparas e multíparas de um rebanho Jersey no Sul do Rio Grande do Sul. XXVI Congresso Brasileiro de Zootecnia - ZOOTEC 2016, Santa Maria/RS. **Anais...**2016

ROSA, P. P. *et al.* Eficiência produtiva de vacas leiteiras primíparas e multíparas - Uma Revisão. **Revista Científica Rural**, v. 21, p. 406–420, 2019.

ROTH, Z. *et al.* Naturally occurring mastitis disrupts developmental competence of bovine oocytes. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6499–6505, 2013.

RUEGG, P. L.; PANTOJA, J. C. F. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v. 52, n. 2 SPEC. ISSUE 2, p. 101–117, 2013.

RYMAN, V. E.; PACKIRISWAMY, N; SORDILLO, L.M. Role of endothelial cells in bovine mammary gland health and disease. **Animal health research reviews**, v. 16, n. 2, p. 135, 2015.

SAAB, A. B. *et al.* Prevalência e etiologia da mastite bovina na região de Nova Tebas, Paraná. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n. 2, p.835-844, 2014.

SAMARŽIJA, D.; ZAMBERLIN, Š.; POGAČIĆ, T. Psychrotrophic bacteria and milk and dairy products quality. v. 62, n. 2, p. 77–95, 2012.

SANGSRITAVONG, S.; COMBS, D.K.; SARTORI, R. *et al.* High feed intake increases blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17β in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2831-42, 2002.

SANTOS, C. A. *et al.* Efeito da ordem de parto e do estágio de lactação na frequência de mastite bovina em rebanhos mestiços de Holandês e Gir. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 18–25, 2018.

SANTOS, D. J. A. *et al.* **As características de importância econômica das provas genômicas**. 2013. Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/as-caracteristicas-de-importancia-economica-das-provas-genomicas> Acesso em: 05 dez. 2020

SANTOS, J. E. *et al.* Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 80, n. 1–2, p. 31–45, 2004.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para Controle de Mastite e Melhoria da Qualidade do Leite**. 1.ed. Barueri: Editora Manole, 2006. 314p.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. 2007.

SANTOS, M. V.; GONÇALVES, J. L. Alternativas para ampliação da produtividade e da qualidade da produção agropecuária do Rio Grande do Sul: leite e grãos: **Cadernos para o Futuro 4** – n. 4. p. 41-49. Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2018.

SANTOS, R.M. **Efeito da quantidade de concentrado da dieta de vacas holandesas não-lactantes na progesterona plasmática, composição do fluido folicular e produção de prostaglandina pelo endométrio**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Jaboticabal, 2005.

SANTOS, R. M.; VASCONCELOS, L.M. **Informação genômica para aumentar a fertilidade das vacas de leite - Parte 3. 2018**. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/informacao-genomica-para-aumentar-a-fertilidade-das-vacas-de-leite-parte-3-107825n.aspx> Acesso em: 25 de fev. 2021

SCHRICK, F. N. *et al.* Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1407–1412, 2001.

SCHWARZ, D. *et al.* A new marker to evaluate udder health in dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 8, p. 5106-5119, 2013.

SHORT, R. E. *et al.* Physiological mechanism controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. **Journal of animal science**, n. September 2015, 1990.

SILVA, A. W. B. *et al.* Expression of TNF- α system members in bovine ovarian follicles and the effects of TNF- α or dexamethasone on preantral follicle survival, development and ultrastructure in vitro. **Animal Reproduction Science**, v. 182, n. November 2016, p. 56–68, 2017.

SIGWALT, M. **Participação de cooperativas reforça vice-liderança do PR na produção leiteira, 2020**. Disponível em: <https://www.mundocoop.com.br/agrocoop/participacao-de-cooperativas-reforca-vice-lideranca-do-pr-na-producao-leiteira.html> Acesso em: 06 jan. 2021.

SORDILLO, L. M. Mammary Gland Immunobiology and Resistance to Mastitis. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 34, n. 3, p. 507–523, 2018.

- SORDILLO, L. M.;STREICHER, K. L. Mammary gland immunity and mastitis susceptibility. **Jounfal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v. 7, n. 2, p. 135–46, 2002.
- SOUZA, F. N. *et al.* Immune response in nonspecific mastitis: What can it tell us?. **Journal of dairy science**, v. 103, n. 6, p. 5376-5386, 2020.
- THOMPSON-CRISPI, K. *et al.* Mastite bovina: fronteiras na imunogenética. **Frontiers in Immunology** , v. 5, p. 493, 2014.
- TURK, R. *et al.* The role of oxidative stress and inflammatory response in the pathogenesis of mastitis in dairy cows. **Mljekarstvo/Dairy**, v. 67, n. 2, 2017.
- VALACCHI, G. *et al.* OxInflammation: from subclinical condition to pathological biomarker. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 858, 2018.
- VILLADIEGO, F. A. C. *et al.* Parâmetros reprodutivos e produtivos em vacas leiteiras de manejo free stall. **Pesquisa Veterinaria Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 55–61, 2016.
- WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3–4, p. 127–138, 2011.
- WASANA, N. *et al.* Genetic relationship of productive life, production and type traits of Korean Holsteins at early lactations. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, n. 9, p. 1259–1265, 2015.
- WATTIAUX, M. A. Mastitis : The disease and its transmission. **Dairy Essentials - Lactation and Milking**. Washington: Babcock Institute for International Dairy Research and Development, 2009, p.89-92.
- WEBB, R. *et al.* Control of follicular growth : Local interactions and nutritional influences. **Journal of animal science**, v. 82, n. 63–74, p. 2299–2302, 2004.
- WEIGEL, K. A.; MIKSHOWSKY, A. A.; CABRERA, V. E. Effective use of genomics in sire selection and replacement heifer management. In: **Proc. Western Dairy Management Conference, Reno, NV**. <http://www.wdmc.org/2015/Weigel.pdf>. 2015.
- WELLNITZ, O.; BRUCKMAIER, R. M. The innate immune response of the bovine mammary gland to bacterial infection. **The veterinary journal**, v. 192, n. 2, p. 148-152, 2012.
- WINTERBOURN, C. C.; KETTLE, A. J.; HAMPTON, M. B. Reactive Oxygen Species and Neutrophil Function. **Annual Review of Biochemistry**, v. 85, n. 1, p. 765–792, 2016.
- WOLFENSON, D.; LEITNER, G.; LAVON, Y. The disruptive effects of mastitis on reproduction and fertility in dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, n. 4, p. 650–654, 2015.
- YANG, M. Y.; FORTUNE, J. E. The Capacity of Primordial Follicles in Fetal Bovine Ovaries to Initiate Growth In Vitro Develops During Mid-Gestation and Is Associated with Meiotic Arrest of Oocytes. **Biology of Reproduction**, v. 78, n. 6, p. 1153–1161, 2008.
- YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Induction of ovulation in postpartum suckled beef cows: a

review. **Theriogenology**, v. 54, n. 00, p. 1–23, 2000.

ZAFALON, L.F.; NADER FILHO, A.; OLIVEIRA, J.V. *et al.* Mastite subclínica causada por *Staphylococcus aureus*: custobenefício da antibioticoterapia de vacas em lactação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**,v.59, p.577-585, 2007.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M; VIVIAN, F. Leite instável não ácido (LINA): do campo a indústria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE. **Anais**. Curitiba: CBQL, 2015.

ZOCCAL, R. Cresce a produção das maiores fazendas. In: RENTERO, N. (ed.). **Anuário leite 2018**: indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Embrapa: 2018. p. 32-33.

2 IMPACTO DA ORDEM DE PARTO, PRODUÇÃO DE LEITE E CONTAGEM DE CÉLULAS SOMÁTICAS SOBRE A REPRODUÇÃO DE VACAS DA RAÇA HOLANDESA

2.1 INTRODUÇÃO

A atividade leiteira está presente em todos os estados brasileiros e, dentre eles, o Paraná destaca-se como o segundo maior produtor de leite do país (IBGE, 2018). Na Mesorregião Centro Oriental encontra-se a terceira maior bacia leiteira do Estado. Os municípios de Castro e Carambeí, localizados na região dos Campos Gerais, possuem rebanhos leiteiros especializados e sistemas de produção de média a grande escala, com alta tecnologia. O município de Castro conquistou o título de Capital nacional do leite em dezembro de 2017, sendo considerado referência em produção de leite, genética e produtividade, com volume produzido de 273,4 milhões de litros (ZOCCAL, 2018). Na região, destaca-se também a presença de indústrias de beneficiamento do leite e de cooperativas que se sobressaem no setor de lácteos no Brasil (BÁNKUTI *et al.*, 2017; IPARDES, 2009).

Sendo a produção de leite uma atividade de grande relevância na economia brasileira e para o estado da Paraná, torna-se importante investir na qualidade do leite e em elevada escala de produção. Diversos fatores afetam a produção e impactam economicamente na cadeia produtiva do leite, entre eles a ocorrência de mastite no rebanho.

A mastite é uma das enfermidades que mais traz prejuízos ao setor por ser uma doença que afeta a saúde do úbere, diminui a produção e a qualidade do leite, aumenta os custos de produção e provoca queda da produtividade. Estudos encontraram uma relação entre mastite e a redução da eficiência reprodutiva (SCHRICK *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2004; MOORE *et al.*, 2005).

Estudos têm demonstrado que vacas com mastite apresentam alterações na ciclicidade, maior número de serviços por concepção e também maior número de dias em aberto, comprovando que há uma associação entre a incidência de mastite a ocorrência de problemas reprodutivos (HUDSON *et al.*, 2012; SCHRICK *et al.*, 2001).

Com relação à ordem de partos, o número de partos também tem influência sobre a produção de leite e a reprodução. Vacas de primeira lactação estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e, portanto, têm menor capacidade produtiva. Por outro lado, vacas com maior número de lactações estarão sujeitas ao maior contato com agentes causadores da mastite (SANTOS; FONSECA, 2006). Vacas de primeiro

parto normalmente apresentam balanço energético negativo mais intenso do que multíparas, pois além da demanda energética e de nutrientes para a lactação, necessitam de energia para o crescimento e apresentam menor ingestão de matéria seca, o que também compromete seu desempenho reprodutivo (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011). Entretanto, animais com idade mais avançada tendem a apresentar um aumento na contagem de células somáticas (CCS). Segundo Santos e Fonseca (2006), o aumento do número de partos é considerado um fator de risco associado ao aumento da ocorrência de mastite clínica e subclínica, pois além da maior exposição aos agentes patogênicos durante a vida produtiva, os animais jovens apresentam mecanismos de resposta imune mais eficientes que os animais mais velhos.

Atenção também deve ser dada à produção de leite, visto que o melhoramento genético vem proporcionando aumentos na produtividade (litros/vaca/ano), tornando-se outro fator que afeta negativamente a eficiência reprodutiva das vacas, principalmente as de alta produção. Sendo a produção de leite afetada também pelas infecções intramamárias, Coldebella *et al.* (2004) concluíram que perdas na produção devido ao aumento de CCS são absolutas, e ainda, que começam a ocorrer a partir de CCS de 17.000 cels/mL, sendo a resposta distinta entre primíparas e multíparas.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2016), a mastite e os problemas reprodutivos são as principais razões de descarte voluntário de vacas leiteiras. Neste sentido, os custos elevados devido à ocorrência de mastite e os prejuízos causados pela baixa eficiência reprodutiva mostram a necessidade de pesquisas que avaliem o limite da relação entre CCS e reprodução, considerando, inclusive, a ordem de lactação. Estas informações permitem a adoção de medidas preventivas que busquem reduzir a incidência da doença de forma a diminuir os prejuízos ocasionados.

Considerando que a eficiência reprodutiva de vacas leiteiras sofre influência de nível de produção, da ordem de lactação e da saúde da glândula mamária, objetivou-se analisar os parâmetros reprodutivos, produtivos e a contagem de células somáticas em vacas primíparas e multíparas de rebanhos leiteiros dos Campos Gerais no Paraná e correlacionar esses parâmetros utilizando-se os registros de controle leiteiro.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado por meio de levantamento de dados de rebanhos leiteiros de 75 produtores de leite da Cooperativa Agroindustrial Frísia, totalizando 24.011 vacas em lactação, entre os anos de 2017 e 2018. Os rebanhos localizam-se em dez, dos

dezenove municípios da Região dos Campos Gerais, sendo eles Castro, Carambeí, Fernandes Pinheiro, Imbituva, Irati, Ponta Grossa, Prudentópolis, Teixeira Soares, Tibagi e Witmarsum.

Os Campos Gerais apresentam 11.761,41 km² de extensão, situado entre as coordenadas 23°45' e 26°15' de latitude sul e 49°15' e 50°45' de latitude oeste (MELO, MORO; GUIMARÃES, 2007).

O clima predominante, segundo a classificação de Köppen é Cfb na maior parte e clima Cfa na menor parte da região, com variações em função da sua localização. A temperatura média mínima é de 15° e máxima de 25°. O índice médio de precipitação anual é de 92 mm (CRUZ, 2007).

Foram analisados parâmetros produtivos, reprodutivos e de composição do leite de vacas primíparas e multíparas. As características analisadas referentes ao leite foram produção de leite/vaca/dia, contagem de células somáticas (CCS), teores de gordura, proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL). As características reprodutivas foram: serviços por concepção (número de serviços para se obter prenhez), período de serviço (PS), que compreende o período do parto até a primeira cobertura ou IA fértil; e percentual de vacas prenhes. Os parâmetros reprodutivos, produtivos e de composição do leite foram analisados em um período próximo a IA fértil da vaca (entre 10 dias antes e 10 dias depois da IA), sendo esta denominada prenhez positiva (PP). Da mesma forma, os dados foram analisados em um período em que a IA não foi positiva, ou seja, a vaca não ficou prenhe, sendo esta análise denominada prenhez negativa (PN). O diagnóstico de prenhez foi realizado em algumas fazendas por meio de palpação retal a partir de 60 dias após a realização da IA em animais que não observou-se repetição de cio, e em outras através de ultrassonografia a partir de 30 dias após a IA.

Os registros de produção e de composição do leite das vacas primíparas e multíparas foram provenientes de controles leiteiros oficiais, realizados nos rebanhos, com lactação encerrada. Os dados para esta análise foram obtidos por meio de controles leiteiros realizados dentro de um período de 10 dias antes e 10 dias depois da data da IA. Dentre as multíparas, foram admitidos os registros das vacas com até cinco lactações. Ainda, foram eliminados os dados de vacas com número inferior a sete controles leiteiros. Os registros de produção de leite próximos à prenhez positiva e negativa foram provenientes de pesagens do equipamento de ordenha das fazendas analisadas. As análises da composição do leite e de CCS foram realizadas pela Associação Paranaense dos Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), por meio do espectrofotômetro de infravermelho para a determinação dos

parâmetros de proteína, gordura e nitrogênio uréico no leite (B 2300 Combi, Bentley). A contagem de células somáticas foi determinada por citometria de fluxo (Somacount 500).

Para a análise comparativa do percentual de vacas prenhes, sem considerar a ordem de parto, foram definidos dois intervalos de classes de CCS: até 200 mil cels/mL e igual ou superior a 500 mil cels/mL. Da mesma forma, para a produção de leite, os intervalos foram: até 25 kg de leite/vaca/dia e igual ou superior a 40 kg de leite/vaca/dia. Esses intervalos foram determinados após calcularmos as médias de CCS e produção de leite dos rebanhos, buscando avaliar o percentual de vacas prenhes nos dois extremos (mínimos e máximos) de CCS e produção.

A análise estatística dos dados foi definida pela suposição usual para variáveis binárias, como para análise comparativa entre primíparas e múltiparas. Nesta análise considerou-se que as variáveis apresentaram distribuição de Bernoulli, uma vertente dos modelos lineares generalizados. Considerando que Y_i , $i = 1, 2, \dots$, em que i representa a variável mensurada, $Y_i \sim \text{Bernoulli}(\pi)$, e π foi a probabilidade de ser primípara ou múltipara. Esta função de probabilidade de Y_i pode ser representada pelo modelo:

$$P(Y_i = y_i) = \pi^{y_i}(1-\pi)^{1-y_i}, y_i = 0, 1$$

Os dados foram analisados por meio de regressão logística multivariada utilizando-se o procedimento GLIMMIX do pacote estatístico SAS (Versão 9.3) do sistema SAS para Windows, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA- 2014). As variáveis independentes consideradas foram as classes de primíparas e múltiparas, os efeitos de produção de leite/vaca/dia, CCS, teores de gordura, proteína e NUL, e as variáveis independentes consideradas no modelo foram período de serviço e serviços por concepção. Para obtenção do modelo estatístico final, as variáveis explanatórias foram sequencialmente removidas, baseado no critério estatístico de Wald, aplicando-se o valor de corte de $p > 0,2$. As variáveis explanatórias incluídas no modelo final foram consideradas para estimação de diferenciação estatística entre as classes de primíparas e múltiparas, considerado um nível de 5% de significância.

A segunda etapa de análises consistiu em substituir as variáveis dependentes por classes de CCS (até 200 mil cels/mL e igual ou superior a 500 mil cels/mL) e classes de produção de leite (até 25 kg de leite/vaca/dia e igual ou superior a 40 kg de leite/vaca/dia) e, considerar a variável reprodutiva independente de percentual de vacas prenhes. Da mesma forma, como citado acima, para obtenção do modelo estatístico final as variáveis explanatórias foram sequencialmente removidas, baseado no critério estatístico de Wald, aplicando-se o valor de corte de $p > 0,2$. Após a aplicação deste critério, as variáveis

explanatórias incluídas no modelo final foram consideradas para estimação de diferenciação estatística entre as classes de CCS e produção de leite, também considerado o nível de 5% de significância.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De um banco de dados que totalizou 24.011 vacas em lactação provenientes de rebanhos da região dos Campos Gerais do Paraná, foram registrados os dados de produção de leite, CCS e teores de gordura, proteína e NUL de 3.312 vacas primíparas e 5.305 vacas multíparas (Tabela 3). Os valores de produção de leite das vacas primíparas e multíparas deste estudo caracterizam rebanhos especializados, uma vez que foram observadas altas médias de produção de leite diária/vaca. Da mesma forma, os baixos valores de CCS de ambas as categorias animais (média de 255 mil céls/mL) indicam rebanhos de alta genética, criados em sistemas de alta tecnologia, característicos de grande parte dos municípios da região dos Campos Gerais.

Tabela 3 - Médias de produção de leite, de contagem de células somáticas (CCS) e teores de gordura, proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) de vacas primíparas e multíparas na região dos Campos Gerais do Paraná em 2017 e 2018.

Categoria	N	Produção (kg/vaca/dia)¹	CCS x 1000 céls/mL	Gordura (%)	Proteína (%)	NUL (mg/dL)
Primípara	3312	33,9 b	161,9 b	3,77	3,35 b	13,8 a
Multípara	5305	36,8 a	347,3 a	3,77	3,37 a	13,3 b

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ¹Médias de produção de leite da última lactação com número mínimo de 7 controles leiteiros na lactação. N: número de animais. Primíparas: uma lactação. Multíparas: de 2 até 5 lactações.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os valores médios de produção de leite/vaca/dia, CCS e teores de proteína, sendo superiores em vacas multíparas. Também houve diferença para a variável NUL ($P < 0,0001$), porém, vacas primíparas apresentaram valores superiores. Os teores médios de gordura do leite foram semelhantes ($P > 0,05$) entre primíparas e multíparas.

A ordem de lactação é uma importante causa de variação da produção de leite. A vaca aumenta a produção até a idade adulta e o pico ocorre aproximadamente na terceira ou quarta lactação. A partir de então a produtividade passa a declinar (NORO *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2007). Segundo Santos e Fonseca (2006), o aumento do número de partos é considerado um fator de risco associado à ocorrência de mastite clínica e subclínica, pois além

da maior exposição aos agentes patogênicos durante a vida produtiva, os animais mais velhos apresentam mecanismos de resposta imune menos eficientes que os animais mais jovens.

Villadiego *et al.* (2016) não encontraram diferenças na produção diária de leite de vacas com distintas ordens de parto. Para esses autores isto reflete, provavelmente, no programa de melhoramento genético no qual o referido rebanho foi submetido.

Resultado semelhante ao encontrado no presente estudo foi obtido por Cunha *et al.* (2008), que observaram aumento progressivo da CCS com o aumento na ordem de lactação em 5 grupos avaliados, sendo eles de vacas primíparas até vacas de 5 ou mais partos. Segundo os autores, este resultado se deve ao crescente número de células epiteliais no leite em vacas mais velhas, além da maior taxa de infecção da glândula mamária. Porém, esses mesmos autores constataram que houve redução progressiva nas porcentagens de proteína e gordura com o aumento da ordem de lactação, fato que não ocorreu no presente estudo, em que o percentual de proteína foi significativamente maior em vacas multíparas.

Apesar dos baixos valores de CCS encontrados, estes podem comprometer a produção de leite dos animais. De acordo com Coldebella *et al.*, (2004), há a ocorrência de perdas na produção de leite devido ao aumento da CCS e essas perdas começam a ocorrer a partir de uma CCS de 17.000 células/mL, sendo diferentes para primíparas e multíparas. Para Gonçalves *et al.* (2017), as perdas diárias de leite causadas por alterações na CCS eram dependentes da paridade e do estágio da lactação, e esses fatores devem ser considerados na avaliação individual do CCS. A perda de leite na lactação (kg) aumentou significativamente à medida que o CCS médio da lactação aumentou. A produção de leite começa a ser afetada por mudanças pela CCS somente após um ponto de corte, que é cerca de 2,52 (a média de todas as estimativas de aproximadamente 12.400 células / mL) para vacas Holandesas de rebanhos brasileiros. Vacas de segunda e terceira lactação tiveram maior perda de leite do que vacas primíparas.

Para Cunha *et al.* (2008) a correlação entre CCS e produção de leite foi negativa e entre CCS e porcentagens de gordura e de proteína, positivas. Os efeitos da mastite subclínica sobre a composição do leite são significativos: a lactose pode diminuir em 5 a 20%, enquanto a principal proteína do leite, a caseína, pode diminuir em 6 a 18% e os sólidos totais podem decrescer entre 3 e 12% (PHILPOT, 1998).

O monitoramento do NUL é uma ferramenta importante no manejo de rebanhos leiteiros, pois o excesso no consumo de proteína pode comprometer a eficiência reprodutiva do rebanho. Os suplementos proteicos são ingredientes caros e excessos na excreção de nitrogênio têm um impacto ambiental negativo. Os valores considerados normais de NUL

devem estar entre 10 e 14 mg/dL (ALMEIDA, 2012). Quando o NUL se encontra acima dos níveis normais, tanto a produção como a reprodução das vacas podem ser prejudicadas, pois o excesso de ureia circulante nos tecidos teria um efeito “tóxico” no útero, alterando seu pH e, conseqüentemente criando um ambiente impróprio para o desenvolvimento embrionário (ELROD; BUTLER,1993).

Tanto as primíparas quanto as multíparas apresentaram valores de NUL dentro nos níveis normais, considerando o intervalo mencionado acima. A concentração de nitrogênio uréico no leite pode ser afetada pelo número de lactações. Arunvipas *et al.* (2003) obtiveram valores de NUL mais baixos em vacas de primeira lactação, o que pode ser atribuído ao fato destes animais estarem com um metabolismo mais acelerado. Também pode ser explicado pela menor produção de leite das vacas primíparas, já que as de maior produção (vacas adultas) têm NUL mais alto, porém diluído.

Os resultados do NUL deste trabalho estão de acordo com Jonker *et al.* (1998), que observaram que vacas de primeira lactação apresentaram maiores concentrações estimadas de nitrogênio uréico no leite, assim como Doska (2010). Estes maiores valores de NUL para vacas mais jovens, também podem indicar excesso de amônia absorvida pelo rúmen em relação a menor produção de leite das vacas primíparas se comparadas às vacas mais velhas, ou seja, menor diluição do nitrogênio uréico no leite (DOSKA, 2010).

Os efeitos da relação entre produção e qualidade de leite com a reprodução foram analisados em vacas primíparas e multíparas por meio da comparação das variáveis de número de serviços por concepção (S/C), período de serviço (PS), produção de leite, CCS, teores de gordura, proteína e NUL registradas no controle leiteiro mais próximo da IA com prenhez positiva (Tabela 4).

Tabela 4– Serviços por concepção (S/C), período de serviço (PS), médias de produção de leite (PL), contagem de células somáticas (CCS), teores de gordura, proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) registrados do controle leiteiro mais próximo da inseminação artificial que resultou em prenhez positiva em vacas primíparas e multíparas na região dos Campos Gerais do Paraná em 2017 e 2018.

Categoria	N	S/C	PS (dias)	PL (kg/vaca/ dia)¹	CCS x 1000 cél/mL	Gordura (%)	Proteína (%)	NUL mg/dL
Primípara	1508	1,28 b	139	35,14 b	129 b	3,7	3,2	10,5
Multípara	1660	1,69 a	150	39,04 a	239 a	3,7	3,3	10,0

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey. ¹Médias de produção de leite da última lactação com número mínimo de 7 controles leiteiros na lactação. Primíparas: uma lactação. Multíparas: de duas até 5 lactações. Controles leiteiros realizados dentro de um período de 10 dias antes e 10 dias depois da data da IA. N: número de animais.

Entre 1.508 primíparas e 1.660 multíparas, foram observadas diferenças para as características de produção de leite/vaca/dia, CCS e número de serviços por concepção ($P < 0,0001$), sendo tais características superiores em vacas multíparas. Já as variáveis de teor de gordura e de proteína foram semelhantes ($P > 0,05$) entre as categorias, considerando tais características avaliadas no período próximo à IA fértil ou prenhez positiva.

Embora não tenha ocorrido diferença ($P = 0,082$) no PS entre ambas as categorias, observou-se tendência de aumento deste parâmetro em vacas multíparas.

O período de serviço ou dias em aberto (intervalo do parto à nova gestação) reflete indiretamente na fertilidade do rebanho, pois sua duração depende dos eventos ocorridos no puerpério e do número de serviços necessários para uma vaca se tornar gestante novamente. Quanto maior o número de serviços para a concepção, maior será o valor do PS.

O número de serviços por concepção ideal deve estar abaixo de 1,5 (PTASZYNSKAA, 2013). Neste estudo observam-se baixos valores de S/C, sendo este mais elevado em vacas multíparas quando comparado com as primíparas. Tais valores indicam alta eficiência reprodutiva dos rebanhos da região.

Resultados distintos foram encontrados por Villadiego *et al.* (2016) que, em um estudo com vacas Holandesas, observaram maior número de S/C em vacas primíparas (2,18) em comparação às multíparas (1,87). Em contraste, Bonneville-Hebert *et al.* (2011), comparando vacas de diferentes ordens de parto, afirmaram que multíparas têm chances significativamente maiores de serem vacas repetidoras de cio, e por consequência, apresentarem maiores índices de S/C e PS mais longos.

No presente estudo, independentemente da CCS ou ordem de parto, os animais apresentaram valores superiores de PS, o que indicaria um aumento no IEP. Nesse caso o PS pode ter sido influenciado principalmente por variações no manejo e nutrição aos quais as vacas são submetidas.

Não havendo diferença entre as ordens de parto, o PS médio para primíparas foi de 182,7 e para multíparas de 145,7 em uma pesquisa realizada por Villadiego *et al.* (2016). Por outro lado, Chebel *et al.* (2004) observaram menores índices reprodutivos em vacas de dois ou mais partos. Em sua pesquisa, vacas multíparas tinham probabilidade 13% menor de conceber do que vacas de um parto, o que, para os autores, foi parcialmente devido a maior incidência de doenças no pós-parto em multíparas, afetando sua fertilidade.

Em sua pesquisa, Lima *et al.* (2009) estudaram 2.200 vacas Holandesas, e observaram proporção maior de vacas prenhes primíparas do que multíparas. Para eles, isto indica que fêmeas primíparas são mais férteis do que multíparas, o que está de acordo com o

estudo de Santos; Rutigliano e Sá Filho *et al.* (2009), que relataram maior taxa de prenhez no primeiro serviço em primíparas.

Procura-se diminuir o intervalo entre partos, melhorando o desempenho reprodutivo do rebanho, para reduzir os dias médios em lactação das vacas. Isso aumentará a proporção de vacas na fase mais produtiva da curva de lactação, reduzindo assim o número de vacas com lactação avançada quando a produção é tipicamente menor. Esta estratégia torna-se ainda mais importante quando a persistência da lactação é baixa, como a observada em raças menos selecionadas de gado leiteiro (SANTOS; VASCONSELOS, 2018). Em rebanhos especializados e com alta produtividade por outro lado, principalmente naqueles que têm dificuldade de manter o período de serviço abaixo de 100 dias, é comum encontrarmos a situação inversa, ou seja, a extensão do período de lactação dos tradicionais 10 meses até 12 meses (365 dias) ou até mais.

No presente trabalho o PS foi semelhante entre as categorias avaliadas, sendo que para vacas primíparas e multíparas o PS médio foi de 139 e 150 dias, respectivamente, o que equivale a um intervalo entre partos (IEP) de 14 e 15 meses, respectivamente. Mesmo a literatura preconizando um PS de até 100 dias e IEP de 12 meses, os valores encontrados nesta pesquisa são aceitáveis, pois são provenientes de animais altamente produtivos. Uma das explicações é que normalmente os produtores buscam estratégias para aumentar a produção de leite e a persistência da lactação. Na Região dos Campos Gerais muitos produtores utilizam a somatotropina bovina (BST), que dirige os nutrientes do organismo para a glândula mamária, promovendo maiores níveis de produção e mantendo estável por mais tempo a curva do pico de lactação, prolongando a persistência da lactação. Vacas com alta persistência são capazes de produzir leite por mais de dez meses, enquanto vacas com baixa persistência normalmente produzem leite por apenas cinco a nove meses (AZEVEDO *et al.*, 2001).

Outra justificativa para um PS um pouco maior dos rebanhos, é que vacas de alta produção podem ter uma redução na expressão do estro relacionada com a menor concentração circulante de estradiol observada nesses animais (SANGSRITAVONG *et al.*, 2002). De acordo com Ahmadzadeh (2004), vacas com intervalos entre partos de 12 meses necessitam de mais inseminações para ficarem prenhes do que vacas com intervalos maiores (15 ou 18 meses), pois vacas com intervalos entre partos mais extensos conseguem recuperar a função ovariana cíclica mais facilmente.

Os resultados encontrados para produção de leite diferiram entre primíparas e multíparas, sendo a PL superior ($P < 0,05$) nas multíparas (39 kg/vaca/dia). Rosa *et al.* (2016),

não encontraram diferença na PL entre as referidas categorias. Vacas de primeira lactação ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária e, portanto, teriam menor capacidade produtiva. Por outro lado, vacas mais velhas, de duas ou mais crias, tem uma produtividade mais elevada (SANTOS; FONSECA, 2006), por terem atingido o pico de produção de leite em função da maturidade.

Altos níveis de produção de leite foram observados próximo à concepção (prenhez positiva), com médias entre primíparas e multíparas de 37,1 kg/vaca/dia.

A produção de leite próxima à IA que resultou em prenhez positiva foi significativamente maior em multíparas. A produção de leite é, tradicionalmente, a característica mais considerada em um programa de seleção de bovinos leiteiros, entretanto, o aumento dessa produção está relacionado com o declínio da eficiência reprodutiva, provavelmente em razão do maior estresse fisiológico sofrido pelos animais de maior produtividade, pouco adaptados ao clima tropical e subtropical (SILVA *et al.* 1998). Desta forma, o aumento da produtividade dos rebanhos leiteiros causado pelo melhoramento genético teve como consequências mudanças não somente na fisiologia, mas no metabolismo e regulação hormonal da vaca, visando manter os altos níveis de produção de leite. Com isso, os requerimentos nutricionais para a síntese de leite e de tecidos corporais passaram a ser maiores. Este aumento dos requerimentos nutricionais pode afetar os índices reprodutivos caso o consumo de alimentos pelo animal não seja suficiente. Vacas de alta produção de leite exigem maior ingestão de matéria seca e maior aporte de energia (BORGES; CARVALHO; RUAS, 2009).

De acordo com Eghbalsaied (2011), os registros de vacas de alto potencial de produção e baixa eficiência reprodutiva são evidenciados pelo aumento do período de serviço, pelo anestro e pela baixa taxa de concepção. Porém, determinar o fator que explique o comprometimento da reprodução da vaca de alta produção de leite continua sendo objeto de pesquisas.

Mesmo que a infertilidade tenha sido por muitos anos associada à alta produção de leite, este fato é multifatorial e não pode ser atribuído apenas à produção de leite. Melhorias em fazendas leiteiras incluem práticas de manejo adequadas, nutrição aprimorada e seleção genética intensa. Como resultado, a produção média de leite aumentou, mas associada a essa produção mais elevada, a eficiência reprodutiva das vacas sofreu um declínio dramático (López-Gatiús, 2003).

López-Gatiús; Santolaria e Almeida (2005) ao avaliarem os efeitos do manejo e dos fatores de produção sobre a fertilidade, confirmaram que o número de lactações, de

inseminações, estação do ano, mão de obra (inseminador) ou o touro estão relacionados com a fertilidade, porém, a produção de leite não comprometeu a fertilidade das fêmeas bovinas. Embora tenham investigado apenas três rebanhos, seus resultados sugerem que os requisitos de manejo para vacas de alta produção têm efeitos benéficos sobre a fertilidade. Eles observaram que vacas de alta produção, mesmo com produção média de leite no momento da IA acima de 40kg, a fertilidade foi preservada.

Em seu estudo, López-Gatius *et al.* (2006) tornaram possível vincular a alta produção de leite de vacas à alta fertilidade, uma vez que as vacas que se tornaram prenhes antes dos 90 dias pós-parto foram as que apresentaram maiores produções de leite 50 dias após o parto.

A CCS analisada próximo à prenhez positiva das vacas foi significativamente maior no grupo das vacas multíparas em relação às primíparas (239 mil x 129 mil céls/mL) pelo maior tempo de exposição aos agentes causadores de mastite e pelo maior número de células de descamação do epitélio encontradas no leite de vacas mais velhas (FONSECA; SANTOS, 2000). Em contraste com o presente trabalho, Costa *et al.* (2017), estudando a perda de produção de leite de vacas baseada na CCS, identificaram maior prevalência de mastite subclínica entre as primíparas, principalmente nos primeiros 50 dias de lactação. No presente trabalho o valor de CCS para primíparas não caracteriza mastite subclínica. O valor de referência para o diagnóstico de mastite subclínica é a CCS acima 200.000 céls/mL, indicando que o úbere não está sadio. Sendo assim, para o grupo das vacas multíparas o valor de CCS indica início de mastite subclínica para estas fêmeas.

Fuenzalida; Fricke e Ruegg (2015), estudaram a associação da ocorrência de mastite clínica e subclínica com a prenhez no primeiro serviço de vacas da raça Holandesa, e observaram que ambas foram associadas à redução de prenhez por IA no primeiro serviço quando comparadas com vacas sadias. Da mesma forma, Salar *et al.* (2019) avaliaram a relação da mastite e reprodução e relataram que vacas com mastite clínica no início da lactação tiveram um prolongamento dos dias em aberto e do período de serviço, bem como um aumento no número de serviços por concepção, concluindo que a ocorrência de mastite no início da lactação das vacas pode ter um impacto adverso de longo prazo na fertilidade.

Dahl *et al.* (2018), avaliando os efeitos da mastite clínica e subclínica sobre as perdas de gestação em primíparas, não verificaram efeito da mastite subclínica. Segundo os autores esta forma de mastite pode não promover uma resposta inflamatória suficiente para prejudicar o crescimento folicular e a qualidade do oócito.

Ao analisar a relação entre mastite, índices reprodutivos e qualidade do leite entre um grupo de vacas, dividido pelo tempo de mastite clínica e subclínica, de modo a avaliar se a

duração contribui com o aumento dos índices analisados, Schrick *et al.* (2001) mostraram aumento nos dias em aberto e nos serviços por concepção, apenas para mastite clínica, e não para subclínica, quando a infecção intramamária ocorreu depois da IA. Os autores destacam que, mesmo a ciência avançando na construção de ferramentas e modelos de manejos do rebanho que permitam a melhor prevenção da mastite, tais avanços não são capazes de permitir sua mitigação de maneira satisfatória, gerando prejuízos à saúde do rebanho e ao produtor.

No presente trabalho a CCS de ambas as categorias se apresentou baixa nos dias próximos à IA que resultou em prenhez positiva. Isso indica que este item não prejudicou a prenhez. Da mesma forma, estes parâmetros não prejudicaram a produção de leite, que se manteve alta tanto nas primíparas quanto nas multíparas.

Não houve diferença entre os teores de gordura e proteína entre vacas primíparas e multíparas. Os teores estão dentro dos valores esperados na relação gordura/proteína: 1,16 para primíparas e 1,12 para multíparas. Teores de gordura inferiores ao de proteína (abaixo de 0,3%) ou uma relação inferior a 1,0 ou superior a 1,5 (dependendo da raça e de outros fatores) podem indicar doenças metabólicas no rebanho, como acidose rumina (baixa relação gordura/proteína) ou cetose (alta relação gordura/proteína). Ambos comprometem o desempenho produtivo de vacas em lactação.

Analisando o período próximo à prenhez positiva, não foi observada diferença dos valores de NUL entre primíparas e multíparas. Tanto altas quanto baixas concentrações de NUL podem indicar problemas nutricionais nos rebanhos leiteiros. Níveis elevados de proteína na dieta determinam maior liberação de amônia no rúmen, o que pode elevar as concentrações de nitrogênio uréico no leite, afetando a eficiência reprodutiva (ALMEIDA, 2012). Os valores de NUL no presente trabalho estão abaixo daqueles que causam problemas reprodutivos. Os níveis de NUL acima de 14 mg/dL demonstram uma redução acentuada de pH uterino gerando modificações nas secreções uterinas, comprometendo a qualidade e o desenvolvimento embrionário, pois a ureia pode interceder em uma ou mais etapas relativas à gestação, prejudicando a eficiência reprodutiva (ALMEIDA, 2012).

Os dados médios de produção e composição do leite do controle leiteiro mais próximo da IA que não resultou em prenhez (prenhez negativa) encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias de produção de leite (PL), de contagem de células somáticas (CCS) e teores de gordura e proteína e nitrogênio uréico no leite (NUL) do controle leiteiro próximo à inseminação artificial que resultou em prenhez negativa em vacas primíparas e multíparas na região dos Campos Gerais do Paraná em 2017 e 2018.

Categoria	N	PL (kg/vaca/dia)	CCS x 1000 cél/mL	Gordura (%)	Proteína (%)	NUL
Primípara	1.920	35,7 b	147 b	3,76	3,25 a	11,63
Multípara	3.545	40,5 a	250 a	3,71	3,20 b	11,93

Médias seguidas de letras diferentes na coluna, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ¹Médias de produção de leite da última lactação com número mínimo de 7 controles leiteiros na lactação. Primíparas: uma lactação. Multíparas: de duas até 5 lactações. N: número de animais.

Dentre os parâmetros analisados em 1.920 primíparas e 3.545 multíparas, observou-se influência da ordem de parto nas médias de produção de leite/vaca/dia, CCS e teores de proteína ($P < 0,0001$). Para teores de gordura e NUL não houve diferença ($P > 0,05$) entre as categorias.

As vacas de primeiro parto apresentaram produção média diária inferior em comparação às multíparas, e mesmo não havendo diferença ($P > 0,05$) nos teores de gordura entre as categorias estudadas, observa-se tendência de aumento em vacas primíparas. Já o percentual de proteína foi significativamente superior nesse mesmo grupo, provavelmente devido à menor produção de leite de vacas primíparas, aumentando a concentração dos nutrientes. Campos *et al.* (2006) em seu trabalho, verificaram que o teor de gordura foi menor quando a produção aumentou.

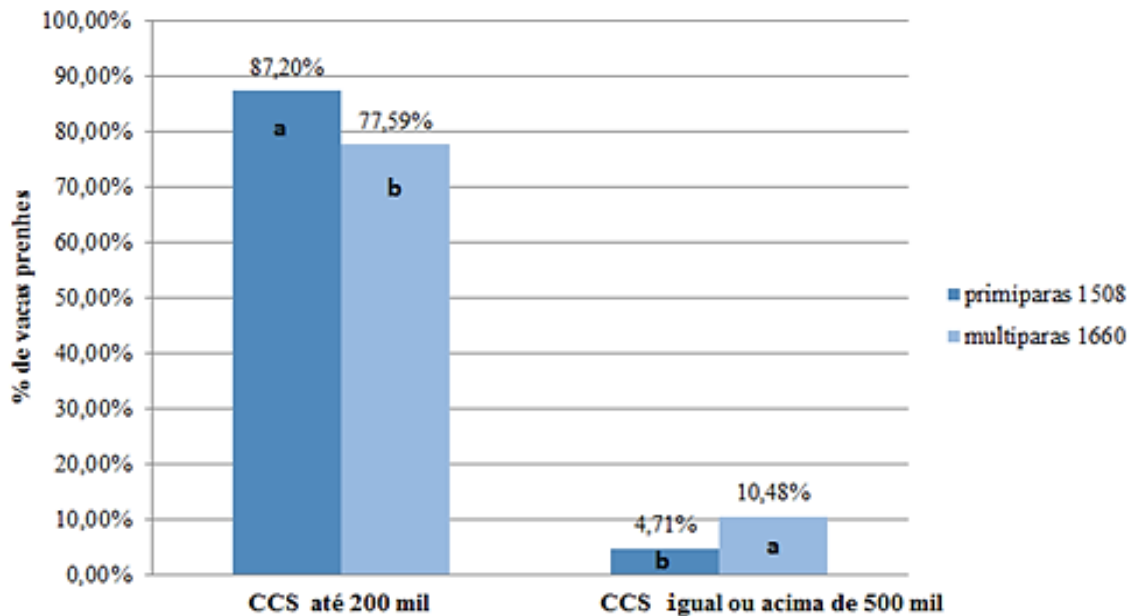
Os teores de gordura e proteína registrados nos dias próximos à IA que resultaram tanto em prenhez positiva quanto negativa foram semelhantes. Estes componentes do leite não estão relacionados com o desempenho reprodutivo dos animais.

Os valores médios de CCS, quando analisados próximos da IA com prenhez negativa, foram baixos. Sendo assim, outros fatores que não a CCS podem estar comprometendo a eficiência reprodutiva do rebanho. Embora a CCS seja uma característica válida para a avaliação do estado inflamatório da glândula mamária, ela não fornece informações sobre cada tipo de população de células. Isto porque as células que compõem a CCS do leite de vacas são compostas por leucócitos, linfócitos e macrófagos que refletem a resposta inflamatória do animal (STOCCO *et al.*, 2020). No entanto, quanto a esses tipos de células, alguns estudos demonstraram que as células de origem epitelial podem chegar a 25% do total de CCS, e 75% seriam células de defesa (HARMON, 1994; SHARMA; SINGH; BHADWAL, 2011). Neste sentido, a variação na proporção de células epiteliais poderia determinar real impacto da CCS sobre a mastite e, conseqüentemente, sobre a produção. Este

cenário seria mais evidente em vacas mais velhas, que apresentam maior descamação do epitélio (STOCCO *et al.*, 2020).

O percentual de vacas primíparas e múltíparas prenhes em função do intervalo de CCS pode ser verificado no gráfico 1.

Gráfico 1 - Percentual de vacas prenhes (primíparas e múltíparas) em função de dois intervalos de CCS: até 200 mil cels/ml e igual ou superior a 500 mil cels/mL, em vacas primíparas e múltíparas na região dos Campos Gerais do Paraná em 2017 e 2018.



Fonte: A autora.

A ordem de parto influenciou ($P < 0,05$) os parâmetros reprodutivos das vacas leiteiras. Tanto o percentual de vacas prenhes com CCS até 200 mil, como o percentual de vacas prenhes com CCS igual ou acima de 500 mil cels/mL apresentaram diferença estatística entre primíparas e múltíparas. Dentre as vacas com CCS de até 200 mil cels/mL, o maior percentual de prenhez foi observado em vacas primíparas (87,2%). No entanto, o oposto ocorreu entre as vacas com CCS igual ou superior a 500 mil cels/mL, havendo maior percentual de vacas múltíparas prenhes em relação às primíparas. Com isso verificou-se que a ocorrência de mastite, principal fator para o aumento da CCS, teve impacto negativo sobre a reprodução das vacas. Quando o nível de CCS foi inferior a 200 mil céls/mL, sendo este considerado como normal para glândulas mamárias sadias, o percentual de prenhez foi alto para ambas as categorias, porém, este parâmetro foi inferior nas fêmeas múltíparas. Por outro lado, quando a CCS foi alta (acima de 500 mil céls/mL) as primíparas tiveram seu desempenho reprodutivo mais comprometido que múltíparas.

O aumento de CCS geralmente está associado a uma inflamação na GM que provoca o aumento das células de defesa em busca de combater um patógeno invasor. Porém, também pode haver um acréscimo na CCS devido ao aumento das células epiteliais de descamação, principalmente em multíparas e dependendo do tempo de lactação. As células epiteliais mamárias (CEM) estão presentes no leite devido ao processo de descamação epitelial e são predominantes em glândulas mamárias não infectadas (CARNEIRO; DOMINGUES; VAZ, 2009). No final da lactação, ocorre maior descamação natural do epitélio da GM principalmente pelas lesões causadas por patógenos adquiridos ao longo da lactação e pela queda na produção, que diminui a necessidade de células secretoras de leite. Outro fator que também é responsável pelo aumento das células de descamação é a idade do animal. Isso significa que, quanto mais velho, maior será a descamação do epitélio glandular (MAIA, 2009; OLIVEIRA, 2014).

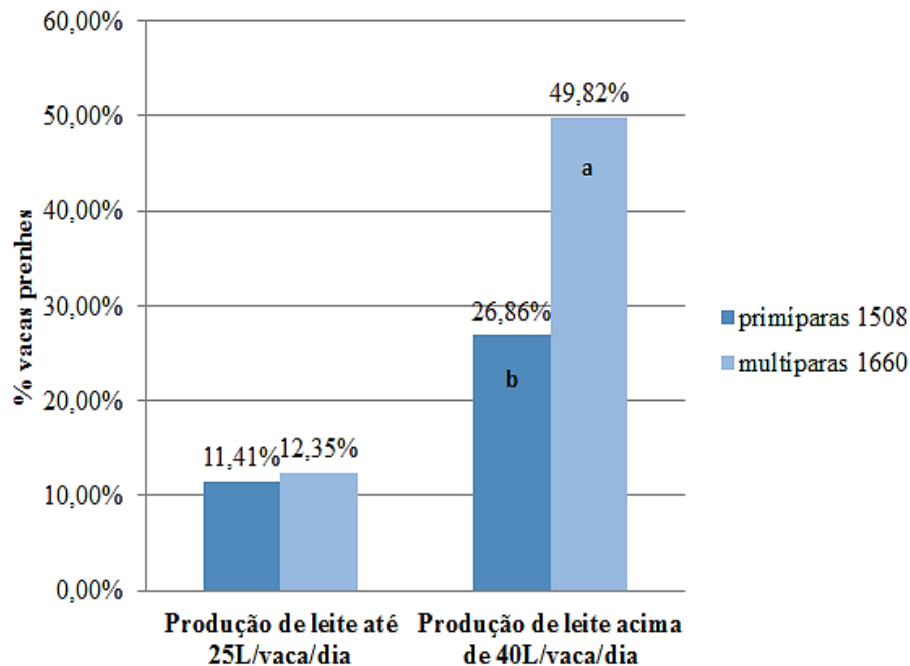
Neto (2011) relatou que em animais saudáveis, a proporção de células epiteliais pode estar entre 65% a 80% do total de células, e que esse número cai para 50% em animais com mastite crônica e pode alcançar proporções ainda menores em casos mais graves.

Resultado semelhante foi encontrado no estudo de Mellado *et al.* (2018) que buscaram identificar a associação entre a mastite, claudicação e cetose no desempenho reprodutivo de vacas holandesas, com alta produção em ambientes quentes. Os autores verificaram que as vacas com mastite clínica tiveram taxas de prenhez menores quando comparadas às vacas saudáveis.

Santos *et al.* (2004) investigaram os efeitos da mastite no desempenho lactacional e reprodutivo de um grupo de vacas da raça Holandesa de alta produção e identificaram relação entre a mastite e redução da produção de leite, bem como menores taxas de concepção. Os autores identificaram associação positiva entre a mastite e o aumento dos índices de abortos.

O percentual de vacas primíparas e multíparas prenhes em função do intervalo de produção de leite pode ser verificado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Percentual de vacas prenhes (primíparas e multíparas) em função de dois níveis de produção de leite: até 25 litros/vaca/dia e igual ou superior a 40 litros/vaca/dia, em vacas primíparas e multíparas na região dos Campos Gerais do Paraná em 2017 e 2018.



Fonte: A autora.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre o percentual de vacas primíparas e multíparas prenhes com produção até 25L/vaca/dia. Entretanto foi observada diferença ($P < 0,05$) na taxa de prenhez entre as vacas primíparas e multíparas com produção igual ou superior a 40L/vaca/dia. Verificou-se que vacas multíparas apresentam melhor desempenho reprodutivo mesmo com altas produções de leite diária, em comparação com primíparas. É importante lembrar que vacas de primeiro parto ainda estão em fase de crescimento corporal e desenvolvimento da glândula mamária, e, portanto, vacas multíparas possuem menores exigências para crescimento e os nutrientes podem ser direcionados principalmente para os processos de manutenção, produção e reprodução.

A diferença entre o percentual de prenhez de vacas primíparas e multíparas de alta produção ocorre pois o número de partições tem influência na taxa de prenhez. O intervalo pós-parto geralmente é mais longo em vacas primíparas do que em multíparas, pois a ordem de parto interfere na duração do período de anestro das vacas, com maior incidência em vacas de primeiro parto (YAVAS; WALTON, 2000). A diferença na taxa de prenhez entre estas categorias é provavelmente devido a diferenças no estado de energia nessas categorias, sendo que o balanço energético negativo (BEN) tende a ser mais acentuado em primíparas, que além do baixo consumo de matéria seca e alta produção, ainda têm que utilizar suas reservas de nutrientes para completar o seu desenvolvimento corporal. A manutenção do metabolismo basal, atividade e crescimento, possuem prioridade sobre as reservas energéticas, prenhez,

lactação e ciclo estral (SHORT *et al.*, 1990). Por isso, estratégias para sincronizar o estro para superar os desafios vivenciados com primíparas e também induzir o início do ciclo estral em fêmeas em anestro são fatores importantes. Os hormônios são utilizados para induzir ciclicidade e antecipar a primeira ovulação pós-parto a fim de melhorar o desempenho reprodutivo dessa categoria e consequente produtividade do rebanho (MENEGHETTI; VASCONCELOS, 2008).

A situação mais comum em rebanhos de alta produção é a anovulação de folículos com tamanho ideal (16 a 24 mm), fazendo com que não haja ciclo reprodutivo (WILTBANK *et al.*, 2008). A incidência de vacas primíparas acíclicas em rebanhos de alta produção fica em torno de 54,1% aos 50 dias após o parto, e multíparas 31,5% (CHEBEL *et al.*, 2006). Aos 70 dias pós-parto, a incidência de aciclicidade é de 29% e 27,9% para primíparas e multíparas, respectivamente (LOPEZ *et al.*, 2005). Protocolos hormonais de IATF podem ser uma forma de auxiliar o desenvolvimento do folículo. Essa diferença entre idades e lactações pode ser devido a competição por alimentos entre as categorias, manejo nutricional, níveis de produção, entre outros (WILTBANK *et al.*, 2008).

Outros fatores relacionados a manejo do rebanho podem estar relacionados com o maior percentual de prenhez em multíparas, como já citado a separação de categorias para que não haja competição por alimentos no cocho devido à dominância de vacas mais velhas; a não utilização de protocolos hormonais em vacas de primeiro parto; a maior utilização de sêmen sexado em vacas primíparas; e o maior desafio em que as vacas primíparas são submetidas no pós-parto, pois, muitas vezes, fêmeas de primeiro parto são menos acometidas por doenças metabólicas e reprodutivas no puerpério e, devido a isso, os cuidados com essa categoria pode acabar sendo negligenciado. Em geral, a taxa de concepção com uso de sêmen sexado é em torno de 50% a 60% da observada na utilização do sêmen convencional (BARUSELLI *et al.*, 2007).

2.4 CONCLUSÃO

A reprodução das vacas que compõem esses rebanhos não é afetada negativamente pela alta produção de leite. A ocorrência de mastite pode comprometer a fertilidade de vacas em lactação, porém, neste estudo os valores médios de CCS foram baixos, indicando que outros fatores podem reduzir a eficiência reprodutiva dos rebanhos.

Vacas primíparas sofrem mais o efeito da CCS sobre a reprodução em relação às multíparas, sendo observado maior percentual de prenhez em primíparas com CCS até 200mil cels/mL

Vacas de dois ou mais partos apresentam melhor desempenho reprodutivo mesmo com altas produções de leite diária em comparação com vacas de primeiro parto, pois a taxa de prenhez dos animais com produção igual ou superior a 40L/vaca/dia foi maior em multíparas (49,82%).

REFERÊNCIAS

- AHMADZADEH, A. et al. Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of Holstein cows. **Animal reproduction science**, v. 112, n. 3-4, p. 273-282, 2009.
- ALMEIDA, R. **Nitrogênio ureico no leite como ferramenta para ajuste de dietas - Parte I**. 2012. Disponível em: <https://www.revistaleiteintegral.com.br/noticia/nitrogenio-ureico-no-leite-como-ferramenta-para-ajuste-de-dietas---parte-i> Acesso em: 25 fev. 2021.
- ANDRADE, L. M. *et al.* Efeitos genéticos e de ambiente sobre a produção de leite e a contagem de células somáticas em vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 343-349, 2007..
- ARUNVIPAS, P. *et al.* The effect of non-nutritional factors on milk urea nitrogen levels in dairy cows in Prince Edward Island, Canada. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 59, n. 1-2, p. 83-93, 2003.
- AZEVÊDO, D. M. M. R. *et al.* Eficiência reprodutiva em bovinos de leite. **Revista Científica de Produção Animal**, PiauÍ, v.3, n.2, p.48-61, 2001.
- BÁNKUTI, F. I. *et al.* Spatial dynamics: a new “milk corridor” in Paraná State, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 38, n. 2, p. 2107-2118, 2017.
- BARUSELLI, PS. *et al.* Sêmen sexado: inseminação artificial e transferência de embriões. **Ver. Bras. Reprod. Anim.** v.31, n.3, p.374-381, 2007.
- BONNEVILLE-HÉBERT, A. *et al.* Effect of reproductive disorders and parity on repeat breeder status and culling of dairy cows in Quebec. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 75, n. 2, p. 147–151, 2011.
- BORGES, A. M.; CARVALHO, B. C.; RUAS, J. R. M. Manejo reprodutivo da vaca mestiça: estado da arte. **R. bras. Reprod. Anim.**, p. 157-162, 2009.
- BORGES, Á.M. *et al.* Reprodução de vacas mestiças: potencialidade e desafios. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, v.39, p.155-163, 2015.
- CAMPOS, R. *et al.* Indicadores do ambiente ruminal e suas relações com a composição do leite e células somáticas em diferentes períodos da primeira fase da lactação em vacas de alta produção. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 525–530, 2006.

CARNEIRO, D. M. V. F.; DOMINGUES, P. F.; VAZ, A. K. Imunidade inata da glândula mamária bovina: resposta à infecção. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1934-1943, 2009.

CHEBEL, R. C. *et al.* Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 84, n. 3-4, p. 239-255, 2004.

CHEBEL, R. C. *et al.* Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4205-4219, 2006.

COLDEBELLA, A. *et al.* Somatic cells count and milk yield in confined Holstein cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 623-634, 2004.

COSTA, H. N. *et al.* Mastite Subclínica Baseada Em Duas Metodologias De Análise. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 3, p. 579–586, 2017.

CRUZ, G. C. F. da. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG. Cap. 5, p.59-72, 2007.

CUNHA, R. P. L. *et al.* Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 60, n. 1, p. 19-24. 2008.

DAHL, M. O. *et al.* Epidemiologic and economic analyses of pregnancy loss attributable to mastitis in primiparous Holstein cows. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 11, p. 10142-10150, 2018.

DOSKA, M. C. Nitrogenio ureíco no leite e seu impacto na produção e reprodução de rebanhos leiteiros do Paraná. p. 63, 2010.

EGHBALSAIED, S. Estimation of genetic parameters for 13 female fertility indices in Holstein dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, n. 4, p. 811–816, 2011.

ELROD, C. C.; BUTLER, W. R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal of animal science**, v. 71, n. 3, p. 694–701, 1993.

FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos, 2000. 314p.

FUENZALIDA, M. J.; FRICKE, P. M.; RUEGG, P. L. The association between occurrence and severity of subclinical and clinical mastitis on pregnancies per artificial insemination at first service of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, p. 1–15, 2015.

GONÇALVES, J. L. *et al.* **Mastite subclínica reduz produção e altera composição do leite: comparação entre quartos contralaterais**. In: Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal, p. 228-249. 2016.

GONÇALVES, J. L.; CUE, R.I; BOTARO, B.G. Milk losses associated with somatic cell counts by parity and stage of lactation. **J. Dairy Sci.**, v. 101, p.1-10. 2017.

HARMON, R. J. SYMPOSIUM : MASTITIS AND GENETIC EVALUATION FOR SOMATIC CELL COUNT Physiology of Mastitis and Factors Affecting. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2103–2112, 1994.

HUDSON, C. D. *et al.* Associations between udder health and reproductive performance in United Kingdom dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 7, p. 3683–3697, 2012.

IPARDES - Instituto paranaense de desenvolvimento econômico e social. Caracterização Socioeconômica da Atividade Leiteira no Paraná. **Sumário executivo**. Curitiba: IparDES, pp. 29, 2009.

IBGE. **PPM 2018: rebanho bovino diminui e produtividade nacional de leite ultrapassa 2 mil litros por animal ao ano 2018**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25482-ppm-2018-rebanho-bovino-diminui-e-produtividade-nacional-de-leite-ultrapassa-2-mil-litros-por-animal-ao-ano> Acesso em: 15 mar. 2021.

JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Using Milk Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and Utilization Efficiency in Lactating Dairy Cows 1. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 10, p. 2681–2692, 1998.

LEITE, T. E.; MORAES, J. C. F.; PIMENTEL, C. A. Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas leiteiras. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 467-472, 2001.

LIMA, F. S. *et al.* Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 11, p. 5456–5466, 2009.

LOPEZ, H. *et al.* Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2783-2793, 2005.

LÓPEZ-GATIUS, F. Is fertility declining in dairy cattle?: a retrospective study in northeastern Spain. **Theriogenology**, v. 60, n. 1, p. 89-99, 2003.

LÓPEZ-GATIUS, F. *et al.* Screening for high fertility in high-producing dairy cows. **Theriogenology**, v. 65, n. 8, p. 1678-1689, 2006.

LÓPEZ-GATIUS, F.; SANTOLARIA, P.; ALMERÍA, S. Neospora caninum infection does not affect the fertility of dairy cows in herds with high incidence of Neospora-associated abortions. **Journal of Veterinary Medicine, Series B**, v. 52, n. 1, p. 51-53, 2005.

MAIA, P. V. **Influência Do Estágio De Lactação Na Ocorrência De Mastite**. 2009. Disponível em: < <https://ruralcentro.com.br/analises/influencia-do-estagio-de-lactacao-na-ocorrencia-de-mastite-4830>> Acesso em 15 fev. 2021.

MELLADO, M. *et al.* The effects of periparturient events, mastitis, lameness and ketosis on reproductive performance of Holstein cows in a hot environment. **Austral journal of veterinary sciences**, v. 50, n. 1, p. 1-8, 2018.

MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. Os Campos Gerais do Paraná. In: **Patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, Cap. 1, p. 17-21, 2007.

MENEGHETTI, M.; VASCONCELOS, J. L. M. Mês de parição, condição corporal e

resposta a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 60, p.786-793, 2008.

MOORE, D. A. *et al.* Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 226, p. 1112–1118, 2005.

Neto, M. P, **Avaliação de métodos de análises para determinação da contagem de células somáticas no leite cru, mantido em tanque de resfriamento**. Dissertação de mestrado ed., Macaíba, RN: UFRN, 2011.

NORO, G. *et al.* Fatores ambientais que afetam a produção e a composição do leite em rebanhos assistidos por cooperativas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.1129-1135, 2006.

OLIVEIRA, A. C. **Entenda melhor como avaliar a CCS no seu rebanho**. 2014. Disponível em: <https://www.fundacaoroge.org.br/blog/entenda-melhor-como-avaliar-a-ccs-no-seu-rebanho> Acesso em 15 fev. 2021.

PHILPOT, W.N. Importância da contagem de células somáticas e outros fatores que afetam a qualidade do leite. I SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE. **Anais...** Curitiba – PR, p.028-035, 1998.

PTASZYNSKAA, M. Compêndio de Reprodução Animal. **Intervet International bv**, p. 399, 2013.

ROSA, P. P. *et al.* Qualidade do leite de vacas primíparas e múltiparas de um rebanho Jersey no Sul do Rio Grande do Sul. XXVI Congresso Brasileiro de Zootecnia - ZOOTEK 2016, Santa Maria/RS. **Anais...**2016

SALAR, S. *et al.* Negative effects of occurrence of clinical mastitis from calving to end of the voluntary waiting period on reproduction in Holstein cows. **Turkish journal of veterinary and animal sciences**, v. 43, n. 5, p. 670-675, 2019.

SANGSRITAVONG, S. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 85, 2831–2842

SANTOS, J. E.P. *et al.* Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 80, p. 31-45, 2004

SANTOS, J. E. P.; RUTIGLIANO, H. M.; SÁ FILHO M. F. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. **Animal reproduction science**, v. 110, n. 3-4, p. 207-221, 2009.

SANTOS, M.V.; FONSECA, L.F.L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite**. Barueri: Manole, 314p., 2006.

SANTOS, R.M. ; VASCONCELOS, J. L. M. **Manejo de vacas primíparas visando aumentar a eficiência reprodutiva futura**. Publicação on-line, 2008. Disponível em:< <https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/manejo-de-vacas-primiparas-visando-aumentar-a-eficiencia-reprodutiva-futura-47751n.aspx>> Acesso em: 16 nov. 2019.

SANTOS, R. M.; VASCONCELOS, . L.M. **Informação genômica para aumentar a fertilidade das vacas de leite - Parte 3.** 2018. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/informacao-genomica-para-aumentar-a-fertilidade-das-vacas-de-leite-parte-3-107825n.aspx> Acesso em: 03 jun. 2020.

SCHRICK, F. N. *et al.* Influence of subclinical mastitis during early lactation on reproductive parameters. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1407–1412, 2001.

SHARMA, N.; SINGH, N. K.; BHADWAL, M. S. Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 3, p. 429-438, 2011.

SHORT, R. E. *et al.* Physiological mechanism controlling anestrus and fertility in postpartum beef cattle. **Journal of animal science**, n. September 2015, 1990.

SILVA, L. O. C. *et al.* Genetic trends in Zebu (*Bos indicus*) breeds in Brazil. In: **Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production**. University of New England, Armidale, Australia, 1998.

STOCCO, G. *et al.* Differential Somatic Cell Count as a Novel Indicator of Milk Quality in Dairy Cows. p. 1–15, 2020.

VILLADIEGO, F. A. C. *et al.* Parâmetros reprodutivos e produtivos em vacas leiteiras de manejo free stall. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 55–61, 2016.

WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3–4, p. 127–138, 2011.

WILTBANK, M.C. *et al.* Management and treatment of dairy cows that are not cycling or have follicular cysts. **Cattle Practice**, v.16, p.1, 2008.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Induction of ovulation in pospartum suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v. 54, n. 00, p. 1–23, 2000.

ZOCCAL, R. Cresce a produção das maiores fazendas. In: RENTERO, N. (ed.). **Anuário leite 2018: indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro**. Embrapa: 2018. p. 32-33.