

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ANA VITÓRIA DE SOUZA

**INDICADORES DE DESEMPENHO DE MULTÍPARAS E PRIMÍPARAS EM
SISTEMA DE ORDENHA ROBOTIZADA**

UBERLÂNDIA, MG

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

ANA VITÓRIA DE SOUZA

**INDICADORES DE DESEMPENHO DE MULTÍPARAS E PRIMÍPARAS EM
SISTEMA DE ORDENHA ROBOTIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a
obtenção do grau de Bacharelado em Medicina
Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária,
Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Matos Teixeira

UBERLÂNDIA, MG

2025

ANA VITÓRIA DE SOUZA

**INDICADORES DE DESEMPENHO DE MULTÍPARAS E PRIMÍPARAS EM
SISTEMA DE ORDENHA ROBOTIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a
obtenção do grau de Bacharelado em Medicina
Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária,
Universidade Federal de Uberlândia.

Uberlândia, 01 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Alex de Matos Teixeira

Dra. Ricarda Maria dos Santos

M. Ana Flávia de Paula Pereira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sua infinita bondade e por ser a força e a luz que me permitiram chegar até aqui. “Até aqui o Senhor me sustentou” (1 Samuel 7:12)

À minha mãe, Cacilda, e ao meu pai, Osmar, meus maiores exemplos e alicerces. Agradeço por todo o incentivo, apoio incondicional e por não medirem esforços para me fornecer os meios para estudar. Mesmo nos momentos mais difíceis, a torcida de vocês foi meu combustível. Este trabalho é nosso.

Aos meus irmãos, Pedro e Paulo, e às minhas cunhadas, Renata e Maiara, pelo companheirismo, amizade e por todo o apoio e carinho ao longo desta jornada.

Aos meus sobrinhos, Kaio, Sophia e Bernardo, que com sua alegria e pureza, mesmo tão pequenos, são minha maior motivação e a mais doce lembrança do que realmente importa na vida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Alex de Matos Teixeira, pela confiança depositada em meu trabalho, pela orientação segura, pelos importantes conselhos e por todo o conhecimento e experiência compartilhados. Sua paciência e dedicação foram fundamentais para a conclusão deste ciclo.

A banca examinadora, pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições que enriqueceram e qualificaram este trabalho.

À fazenda TR1 em especial aos proprietários e a toda a equipe de funcionários, por fornecerem os dados necessários para a realização desta pesquisa. Sem a colaboração de vocês, este estudo não seria possível.

Aos meus amigos, que tornaram a caminhada mais leve e divertida. Em especial, às minhas amigas Melissa e Gabriela, por uma amizade que vai muito além da universidade. Aos amigos da igreja MESA, pela força e pelo apoio em oração.

Aos colegas do Núcleo do Leite, em especial à Ana Flávia, pelo companheirismo e aprendizado. Ao Programa de Educação Tutorial (PET), pelas oportunidades de crescimento pessoal e acadêmico. E à CONAVET, pelas experiências que ampliaram meus horizontes.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar os indicadores de desempenho produtivo de vacas primíparas e multíparas em sistema de ordenha robotizada (SOR) ao longo da lactação. A pesquisa foi realizada em uma fazenda com sistema de fluxo guiado tipo *milk first*, que utilizava robôs da marca DeLaval. Foram analisados dados individuais de frequência de ordenhas, tempo de ordenha, produção de leite e consumo de concentrado, coletados diariamente ao longo de 2024 por meio do software DelPro™. Os dados foram organizados por estágio de lactação e ordem de parto. Para comparação entre primíparas e multíparas dentro de cada estágio, aplicou-se o teste t de Student para amostras independentes, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que, nos estágios iniciais da lactação, vacas multíparas apresentaram maiores médias de frequência de ordenhas, produção de leite e consumo de concentrado. Contudo, a partir dos estágios finais da lactação, primíparas superaram as multíparas nesses parâmetros, provavelmente devido à sua maior persistência de lactação. Já o tempo médio de ordenha foi consistentemente maior em multíparas, possivelmente devido ao maior volume de leite produzido por visita. Os dados reforçam que a paridade é um fator determinante nos indicadores produtivos em SOR, devendo ser considerada no manejo e nas decisões de agrupamento de animais. O estudo também destaca a importância de separar primíparas e multíparas em grupos distintos, visando otimizar o acesso ao robô e o desempenho geral do sistema.

Palavras-chave: ordenha robotizada; vacas leiteiras; primíparas; multíparas.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 - Frequência de ordenhas de primíparas e multíparas em 24 horas.....	22
Gráfico 2 - Produção de leite de primíparas e multíparas nas últimas 24 horas.....	23
Gráfico 3 - Tempo médio de box de primíparas e multíparas nos últimos 7 dias	25
Gráfico 4 - Consumo de concentrado de primíparas e multíparas em 24 horas	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEL – Dias em lactação

FO – Frequência de ordenhas

HOL - Holandês

IMS – Ingestão de matéria seca

PMR – *Partial mixed ration*

SOR – Sistema de ordenha robotizada

VMS – *Voluntary Milking Systems*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1. ORDENHA ROBOTIZADA.....	9
2.1.1. Histórico e informações gerais do sistema de ordenha robotizada	9
2.1.2. Sistemas de produção e modelos de ordenha robotizada	11
2.2. INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO NOS SISTEMAS DE ORDENHA ROBOTIZADA	12
2.2.1. Frequência de ordenhas	12
2.2.2. Produção de leite	15
2.2.3. Tempo de ordenha	16
2.2.4. Consumo de concentrado em sistemas de ordenha robotizada	18
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE	19
3.2. COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	20
3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
4.1. FREQUÊNCIA DE ORDENHAS.....	21
4.2. PRODUÇÃO DE LEITE.....	23
4.3. TEMPO DE ORDENHA.....	24
4.4. CONSUMO DE CONCENTRADO.....	26
5. CONCLUSÃO	27

6. REFERÊNCIAS	28
----------------------	----

1. INTRODUÇÃO

Em virtude de questões relacionadas à sustentabilidade econômica e ambiental, mudanças no perfil dos consumidores e imposições do mercado, a pecuária leiteira no país???? vem sofrendo transformações, assim como observado em outros países. Dentre essas transformações está a tendência cada vez maior da concentração da produção bem como o aumento da produtividade e eficiência, conforme dados divulgados nos últimos censos agropecuários. Entre os anos de 2006 e 2017, houve uma redução de 13% no número de fazendas e aumento de 68% e 62% na produção total e na produtividade por vaca, respectivamente (IBGE, 2006; IBGE, 2017).

Avaliando a evolução da produção e da produtividade na pecuária leiteira nacional entre os anos de 2011 e 2021, Hott *et al.* (2023) observaram que a produção total de leite evoluiu pouco, porém a produtividade aumentou mais de 60%, refletindo o salto tecnológico vivenciado já há alguns anos pela atividade leiteira no país. Dentre as tecnologias que vêm sendo adotadas na produção de leite, muitas estão relacionadas à automação de processos, como o controle eletrônico de animais, detecção de cio, sistemas de conforto térmico, sistemas de limpeza e, mais recentemente, de automação da ordenha como os sistemas de ordenha robotizada (Botega *et al.*, 2008).

Desde o surgimento da primeira ordenha robotizada comercial em 1992, uma crescente adoção desse novo sistema vem sendo observada, diante da proposta de redução da mão de obra em conjunto com o aumento da produtividade (Koning, 2010). Além disso, essa tecnologia apresenta outros potenciais vantagens como o monitoramento diário individual e por quarto mamário em cada ordenha de todos os animais em lactação do rebanho. Diferentes indicadores-chave de desempenho têm sido elencados como importantes para o resultado e a eficiência do SOR, podendo-se citar dentre outros, a frequência de ordenhas (FO), produtividade diária por vaca e produtividade por ordenha (Castro *et al.*, 2012). Esses indicadores podem ser influenciados por fatores relacionados ao sistema (instalações, tipo de fluxo, lotação, conforto), ao manejo (nutricional e geral) e aos animais, os quais podem atuar de maneira isolada ou conjuntamente.

Em relação aos animais, fatores como a ordem de parição e o estágio de lactação influenciam diretamente os indicadores de desempenho, sendo aspectos comuns a qualquer sistema de produção, incluindo o SOR. Multíparas e primíparas apresentam diferenças na

produção de leite ao longo da lactação (Masía *et al.*, 2020), na frequência de ordenhas e na curva de lactação (Bogucki *et al.*, 2017), as quais também podem ser influenciadas pelo tipo de fluxo do sistema (Siewert *et al.*, 2019).

O objetivo com o trabalho foi comparar a frequência e duração de ordenhas bem como a produtividade diária por vaca e consumo de concentrado entre primíparas e multíparas nos diferentes estágios da lactação em sistema de ordenha robotizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ORDENHA ROBOTIZADA

2.1.1. Histórico e informações gerais do sistema de ordenha robotizada

Nas últimas décadas, a indústria leiteira em todo o mundo passou por intensas mudanças que resultaram em ganhos de produtividade, em virtude do aumento da produção de leite por vaca, da melhor saúde dos rebanhos e do maior conforto dos animais (Barkema *et al.*, 2015). Concomitantemente, houve também crescimento da escala de produção, o que aumentou a necessidade de mão de obra nas fazendas. Nesse sentido, a automação tem sido não apenas uma forma de reduzir essa dependência (Botega *et al.*, 2008), mas também uma estratégia capaz de possibilitar a continuidade e crescimento dos sistemas de produção na atividade leiteira nos próximos anos (Vilela *et al.*, 2017).

A primeira ordenha mecânica surgiu no século XIX e consistia na inserção de tubos metálicos que abriam o esfíncter do teto para possibilitar a extração do leite por meio da gravidade e da pressão interna na glândula mamária (Van Vleck, 1996). Apenas em 1970, as ordenhas eletrônicas passaram a ser implementadas, e em 1980 os extratores de ordenha foram inseridos (Goulart, 2014). Com toda a tecnologia usada até então, apenas os processos de limpeza de tetos e acoplamento de teteiras ainda eram obrigatoriamente feitos de forma manual, o que incentivou os trabalhos para desenvolvimento da automação dessas tarefas (Koning, 2010).

A primeira ordenha robotizada experimental foi construída na Alemanha em 1980, pelo professor e engenheiro agrônomo Karl Rabold na Universidade Hohenheim, com o objetivo de reduzir a necessidade de mão de obra (Neto e Lopes, 2014). Em 1992, a primeira ordenha robotizada foi instalada em uma fazenda comercial na Holanda (Castro *et al.*, 2012) e em 2001, na Austrália, foi adotada a primeira ordenha robotizada em sistema de pastejo (Gargiulo *et al.*,

2022). Na sequência, houve grande adesão dessa tecnologia em países como a Dinamarca, Suécia, Islândia e a própria Holanda (Barkema *et al.*, 2015).

No Brasil, a primeira ordenha robotizada foi instalada apenas no ano de 2012 na cidade de Castro-PR (Paiva *et al.*, 2015), 20 anos após o primeiro SOR comercial do mundo. Segundo Ostrensky (2023), estima-se que no país em 2023 havia aproximadamente 450 unidades de ordenha robotizada em operação, com projeção de 600 unidades para 2024 e 750 unidades para 2025. Ainda segundo esse autor, assim como em outros países, no Brasil o perfil das fazendas que adotam o SOR é majoritariamente com mão de obra familiar, com uma ou duas unidades de ordenha robotizada.

O SOR desenvolve as ações de uma ordenha convencional, porém, de maneira automatizada (Koning, 2010). O sistema é composto por um portão e/ou cabine de identificação que reconhece o animal que se aproxima permitindo ou não sua entrada, uma cabine de contenção, um cocho para o fornecimento de concentrado, teteiras para limpeza e para ordenha, um braço mecânico, aplicador de pré e pós-*dipping*, sistema de limpeza e um *software*. O braço mecânico é responsável por identificar a posição do úbere e dos tetos, por realizar a limpeza destes, realizar *pré-dipping*, acoplar as teteiras para a ordenha, retirá-las quando o fluxo de leite reduzir e realizar o *pós-dipping*. O SOR possui sensores específicos para a identificação de anormalidades no leite de cada um dos quartos mamários (Koning, 2010). Esse monitoramento é realizado por uma combinação de diferentes parâmetros, como por exemplo condutividade elétrica e coloração do leite (Steenefeld *et al.*, 2010; Maculan e Lopes, 2016; Jacobs e Siegford, 2012a; Olofsson *et al.*, 2024).

Segundo Rodenburg (2017b), metas satisfatórias para uma unidade de ordenha robotizada (robô) em sistema de confinamento seriam 2.000 Kg de leite/dia com 60 vacas produzindo em média 33 kg de leite/dia. A partir dos dados compilados em diferentes trabalhos pode-se verificar que a produtividade média em SOR tem sido de 32,9 kg de leite/vaca/dia (25,4 a 37,0), com uma produção diária por robô de 1.709 kg de leite/robô (1.263 a 1.931) e taxa de ocupação média de 52,0 vacas/robô (43,6 a 60,5) (Aerts *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; Deming *et al.*, 2013; France *et al.*, 2022; King *et al.*, 2016; 2017; Matson *et al.*, 2022; Rodriguez *et al.*, 2024; Siewert, Salfer e Endres, 2018; Tangorra *et al.*, 2022; Van Soest *et al.*, 2024). Em média, as fazendas brasileiras que utilizam SOR apresentam taxa de lotação de 55,8 vacas/robô, produção média diária de 31,9 kg de leite/vaca e de 1.781 kg de leite/robô (Diavão *et al.*, 2024).

2.1.2. Sistemas de produção e modelos de ordenha robotizada

Apesar de poder ser adotado tanto em sistemas de pastejo quanto em confinamento (Rodenburg, 2017a), a maioria das fazendas que adotam o SOR são sistemas de confinamento, representando mais de 99% do total na Europa e nos EUA (Gargiulo *et al.*, 2020). Em um levantamento realizado por Matson *et al.* (2021) com 197 fazendas canadenses, 91,4% das fazendas com SOR possuíam barracões do tipo *Free stall*, 5,6% barracões tipo *Compost barn* e 3,0% ambos. De maneira semelhante, as fazendas brasileiras que utilizam SOR são predominantes sistemas de confinamento, sendo 55,5% barracões do tipo *Free stall*, 37,0% barracões do tipo *Compost barn*, 3,7% ambos e 3,7% sistemas a pasto (Diavão *et al.*, 2024).

Existem dois modelos de fluxo que podem ser usados em SOR, o sistema de fluxo livre (do inglês *free flow*) ou o sistema de fluxo guiado (do inglês *guided flow*). Entre os dois sistemas há diferenças quanto ao *layout* das instalações, porém também pode haver diferenças quanto à necessidade de mão de obra, saúde e desempenho dos animais. No fluxo livre as vacas se movimentam livremente entre a área de descanso, a estação de ordenha e a pista de alimentação. Por outro lado, o fluxo guiado utiliza portões de seleção e de mão única para direcionar os animais e restringir seu retorno, forçando-os a seguir um trajeto específico. No fluxo guiado, há variações como “leite primeiro” (do inglês *milk first*), onde os animais passam pela estação de ordenha antes de acessarem a pista de alimentação, e “alimentação primeiro” (do inglês *feed first*), onde os animais têm acesso livre à pista de alimentação, mas são direcionados para a estação de ordenha antes de retornarem à área de descanso (Rodenburg, 2017b).

Segundo Rodenburg (2017b), ambos os sistemas podem funcionar de maneira eficiente em condições ideais. Contudo, em condições não favoráveis, o sistema de fluxo livre pode apresentar redução da frequência de ordenhas e maior necessidade de intervenção para buscar vacas atrasadas, enquanto o sistema de fluxo guiado pode interferir no comportamento alimentar e aumentar o tempo de espera. Nesse sentido, Bach *et al.* (2009) observaram maior FO (2,5 x 2,2 ordenhas/vaca/dia), redução do número de vacas buscadas (4 x 29%) e maior número de ordenhas voluntárias (2,4 x 1,7 ordenhas/vaca/dia) no sistema de fluxo guiado em comparação ao livre. Em contrapartida, nesse mesmo trabalho, os autores observaram alterações no comportamento alimentar, de modo que as vacas manejadas no fluxo guiado realizaram menos refeições diárias (6,6 x 10,1 refeições/dia) e de maior duração (20,4 x 15,7 minutos).

Com base nos dados obtidos em 635 fazendas norte-americanas por um período de 4 anos, Tremblay *et al.* (2016) observaram maior produção diária de leite por vaca e por robô no sistema de fluxo livre, mas ressaltaram que na literatura não há um consenso sobre o tipo de fluxo ideal para potencializar a produção, uma vez que muitos trabalhos que avaliam os tipos de fluxo são limitados pelo tamanho das amostras.

Alguns levantamentos têm sido conduzidos em diferentes países para caracterizar os sistemas de produção que adotam SOR. Analisando fazendas canadenses, Matson *et al.* (2021) observaram que o fluxo livre foi adotado em 87,8% delas. Revisando a literatura com SOR em sistemas de confinamento, Marques *et al.* (2023) relataram que o fluxo livre foi o modelo mais frequente nos estudos conduzidos na Europa e em outros continentes, enquanto nos EUA o fluxo guiado leite primeiro foi o mais frequente, sugerindo que o modelo predominante pode ser diferente dependendo do país e região. De acordo com Diavão *et al.* (2024), 70,7% das propriedades brasileiras que utilizam SOR adotam o sistema de fluxo livre. Entretanto, em outro levantamento que também foi conduzido no país, especificamente no estado do Rio Grande do Sul, Zadinello *et al.* (2023) observaram que o fluxo mais adotado foi o guiado (58,3%), em comparação ao fluxo livre (41,7%).

2.2. INDICADORES-CHAVE DE DESEMPENHO NOS SISTEMAS DE ORDENHA ROBOTIZADA

Em geral, as principais metas para aumentar a eficiência em SOR seriam maximizar a produção diária de leite por robô, otimizar a frequência de ordenhas, minimizar a demanda de mão de obra e garantir bons indicadores de saúde e reprodução nos animais (Ostrensky, 2023). Para isso, se faz necessário monitorar diariamente diferentes indicadores-chave de desempenho que o sistema gera continuamente, demandando não apenas tempo, mas também conhecimento por parte de produtores, colaboradores e técnicos para analisar, interpretar e associar uma quantidade elevada de dados e indicadores.

Segundo Rodenburg (2017b), produção de leite/robô/dia, produção de leite/vaca/dia, frequência de ordenhas e frequência de recusa são indicadores comuns para monitoramento da performance de SOR.

2.2.1. Frequência de ordenhas

A frequência de ordenhas é um indicador importante para avaliar a eficiência do SOR. É definida como o número de vezes que uma vaca é ordenhada ao longo de um dia e está positivamente associada à maior produção de leite por vaca (Bogucki *et al.*, 2017). Isso ocorre porque a produção de leite é determinada pelo número e pela atividade das células epiteliais secretoras na glândula mamária (Murney *et al.*, 2015a). Com o aumento da frequência de ordenhas há maior proliferação dessas células e alterações na expressão gênica, principalmente no início da lactação (Murney *et al.*, 2015b). Segundo esses autores, quando a frequência de ordenhas unilateral subiu de uma para quatro vezes no início da lactação, a produção de leite aumentou em 60%, sendo observada resposta positiva já no segundo dia. Utilizando a mesma estratégia de ordenha unilateral nos animais, Hanling *et al.* (2021) também observaram aumento na produção (29%) com o aumento na FO. Interessante ressaltar que em ambos os estudos, o aumento da FO foi aplicado por apenas 14 (dia 5 ao 19) e 20 (dia 5 ao 25) dias, respectivamente, porém com benefícios ao longo da lactação. De forma semelhante, Soberon *et al.* (2011) demonstraram que o aumento da FO nos primeiros 21 dias pós-parto resultou em um aumento de 2,2 kg/dia na produção de leite durante os primeiros sete meses de lactação, indicando maior persistência na produção ao longo da lactação.

Com base nos levantamentos realizados em fazendas com SOR em diferentes países, a FO média tem sido de $2,8 \pm 0,2$ ordenhas/vaca/dia, variando entre 2,4 e 3,0 ordenhas/vaca/dia (Aerts *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; Deming *et al.*, 2013; France *et al.*, 2022; King *et al.*, 2016; 2017; Matson *et al.*, 2022; Rodriguez *et al.*, 2024; Siewert *et al.*, 2018; Tangorra *et al.*, 2022; Van Soest *et al.*, 2024). Assim como em sistemas com ordenha convencional, o aumento da FO em SOR também tem resultado em melhoria do desempenho. O aumento de 0,1 ordenhas/vaca/dia esteve associado com aumento de 0,6 kg de leite/vaca/dia em SOR (Matson *et al.*, 2022). De maneira geral, maximizar a frequência de ordenhas potencializa a produção de leite independentemente do sistema, entretanto, diferentemente de um sistema com ordenha convencional, no SOR a constância desse índice é um grande desafio, podendo haver elevada variação entre os animais do rebanho ou entre os dias para um mesmo animal (Bach e Cabrera, 2017).

A FO em SOR pode ser influenciada por diferentes fatores relacionados ao sistema de produção como manejo nutricional, manejo e qualidade da cama, instalações, taxa de lotação do robô, entre outros, bem como aos animais como saúde dos cascos e da glândula mamária, estágio da lactação, ordem de parição (Bach e Cabrera, 2017; King *et al.*, 2016; Siewert *et al.*, 2019). Partindo do pressuposto que a capacidade de realizar ordenhas em 24 horas é

relativamente predefinida para uma unidade de ordenha robotizada, aumentar de maneira excessiva a lotação (vacas/robô) impacta negativamente na FO. Compilando dados de 75 fazendas canadenses durante 6 meses, Matson *et al.* (2022) detectaram uma redução na FO de 0,2 ordenhas/vaca/dia para o aumento de cada 10 vacas/robô, tendo como lotação média no estudo 43,6 vacas/robô (24,3 a 63,6). Apesar de a redução na FO poder afetar potencialmente qualquer vaca do rebanho, o impacto negativo pode ser mais intenso em vacas primíparas, pois devido à menor dominância social esses animais apresentam maior hesitação em tentar acessar o robô (Bogucki *et al.*, 2017). Apesar de ainda ser necessário mais estudos, o comportamento individual do animal também pode influenciar seu comportamento em SOR e, consequentemente, o desempenho e a frequência de ordenhas (Brasier *et al.*, 2024).

O início da primeira lactação e subsequente habituação com a rotina de ordenhas representa uma fase desafiadora na vida produtiva de vacas leiteiras (Munoz-Boettcher *et al.*, 2025). Segundo Bogucki *et al.* (2017), independentemente do nível de produção, vacas primíparas apresentaram FO inferior à de multíparas em SOR. Aproximadamente 49% das primíparas apresentaram FO entre 2,4 e 2,8 ordenhas/dia, enquanto 44% das multíparas realizaram mais de 2,8 ordenhas/dia. De maneira contrária, Speroni *et al.* (2006) reportaram maior FO em primíparas (2,8) em comparação às multíparas (2,3). Avaliando dados de quase 2,9 milhões de ordenhas individuais oriundas de 40 fazendas americanas, Siewert *et al.* (2019) observaram que primíparas apresentaram FO menor, semelhante e superior às multíparas até 178 dias, de 178 a 208 e após 208 dias de lactação, respectivamente. Henriksen *et al.* (2019) observaram FO menor para primíparas no início (5 a 14 dias) e no meio (15 a 240 dias) da lactação, com valores semelhantes aos das multíparas no final. Apesar de haver efeito da paridade sobre a FO, nem sempre há um padrão consistente, podendo variar com o tipo de fluxo e com o estágio da lactação.

Em relação à influência do estágio de lactação sobre a FO, de maneira geral, parece ser semelhante ao observado na curva de lactação, havendo uma primeira fase crescente após o parto até atingir um pico, seguido por uma fase decrescente (Nixon *et al.*, 2009; Siewert *et al.*, 2019). Siewert *et al.* (2019) observaram que primíparas apresentaram máxima FO entre 119 e 148 dias de lactação (2,8 ordenhas/dia) no fluxo livre e entre 59 e 88 dias de lactação (2,7 ordenhas/dia) no fluxo guiado, enquanto para multíparas os picos ocorreram entre 15 e 21 dias tanto no fluxo livre (3,2 ordenhas/dia) quanto no guiado (2,7 ordenhas/dia). Neste estudo, os picos da FO não ocorreram nos mesmos momentos em que os animais atingiram o pico da produção de leite, independentemente da paridade. Nos SOR os animais podem ter ordenhas

voluntárias, quando procuram a unidade de ordenha sem intervenção humana, ou ordenhas involuntárias, quando alguma pessoa conduz determinado animal até a ordenha. Outros estudos também observaram que a FO tende a ser maior no início da lactação, reduzindo progressivamente com o avançar da lactação, padrão que acompanha a redução na produção e no estímulo dos animais em visitar ao robô de forma voluntária (Maculan e Lopes, 2016; Córdova *et al.*, 2018, Kuczaj *et al.*, 2020).

Henriksen *et al.*, (2019) evidenciaram que no início da lactação 21% das ordenhas eram involuntárias, enquanto no final da lactação esse número reduziu para 7%. É importante ressaltar que no SOR, o *software* permite que se trabalhe com diferentes intervalos entre ordenhas e quantidades mínimas de leite predito para que seja dada permissão de ordenha para cada animal. Esses parâmetros de controle podem influenciar os resultados de FO, principalmente naqueles estudos que envolveram levantamento de dados de fazendas comerciais.

2.2.2. Produção de leite

Assim como em sistemas de ordenha convencional, no SOR a produção individual de leite é um fator importante para o sucesso do sistema, além de servir como um indicador para avaliar a saúde animal, a eficiência nutricional e para tomada de decisões (Van Soest *et al.*, 2024). Conforme já citado anteriormente, uma métrica para SOR em sistemas de confinamento seria atingir 2.000 Kg de leite/robô/dia, o que seria obtido com uma lotação de 60 vacas/robô produzindo em média de 33 kg de leite/dia. Considerando que aumentar a lotação do robô impacta negativamente na FO, aumentar a produção diária de leite por robô depende fortemente da produtividade individual dos animais.

Compilando resultados de estudos conduzidos em diferentes países, a produção média de leite em SOR foi de $32,6 \pm 3,9$ kg de leite/vaca/dia, variando entre 25,4 e 37,0 kg de leite/vaca/dia (Rodriguez *et al.*, 2024; Van Soest *et al.*, 2024; France *et al.*, 2022; Matson *et al.*, 2022; Aerts *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; Córdova *et al.*, 2018; Tse *et al.*, 2018; Siewert *et al.*, 2018; Deming *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2012). Para primíparas o valor médio foi de $31,6 \pm 4,8$ (26,0 a 38,6 kg/vaca/dia), já para multíparas foi de $38,9 \pm 8,9$ kg/vaca/dia (29,4 a 49,4 kg/vaca/dia) (Rodriguez *et al.*, 2024; Davis *et al.*, 2023; Solano *et al.*, 2022; Spolders *et al.*, 2004; Speroni *et al.*, 2006).

Muitos fatores podem influenciar a produtividade individual dos animais em SOR, tais como a taxa de ocupação do robô (Aerts *et al.*, 2022), frequência de ordenhas (Tse *et al.*, 2018; Bogucki *et al.*, 2017), tipo de fluxo (Siewert *et al.*, 2019), saúde do rebanho (Hanling *et al.*, 2021; Matson *et al.*, 2022), padrão racial dos animais (Tremblay *et al.*, 2016), paridade e estágio da lactação (Penry *et al.*, 2018, Jacobs e Siegford, 2012b; Masía *et al.*, 2020), manejo nutricional (Matson *et al.*, 2021; Scott *et al.*, 2014), estação do ano (Speroni *et al.*, 2006), dentre outros.

De maneira geral, a ordem de parição influencia a produção diária de leite por vaca, com primíparas apresentando produção inferior à de multíparas, com diferença média variando entre 2% e 30% dependendo do estágio da lactação e do modelo de fluxo adotado (Bogucki *et al.*, 2017; Rodriguez *et al.*, 2024; Siewert *et al.*, 2019). Siewert *et al.* (2019) observaram que a produção de primíparas no pico da lactação foi 74% (fluxo livre) e 71% (fluxo guiado) da observada em multíparas. Rodriguez *et al.* (2024) encontraram uma diferença absoluta de aproximadamente 4,5 kg/dia.

Ao longo da lactação, a produção de leite pode ser modulada pelas alterações geradas pela FO, ou sua variação, na glândula mamária (Murney *et al.*, 2015b). Apesar de ambas as categorias, primíparas e multíparas, estarem submetidas aos efeitos do estágio da lactação sobre a produção, os impactos são diferentes. Assim como em sistemas com ordenha convencional, primíparas apresentam pico de produção mais tardio e menor, porém uma maior persistência no SOR (Siewert *et al.*, 2019). De acordo com esses autores, em fluxo guiado, as primíparas apresentaram pico de produção mais tardio, entre 119 e 148 dias (28,6 kg/dia), enquanto em fluxo livre o pico aconteceu entre 89 e 118 dias de lactação (32,2 kg/dia). Por outro lado, multíparas apresentaram o pico entre 29 e 58 dias, com produção média 43,6 kg/dia em fluxo livre, e 40,2 kg/dia em fluxo guiado. Além disso, as primíparas produziram menos leite em relação às multíparas até 238 dias de lactação em sistema de fluxo livre, e durante todo o período da lactação avaliado (328 dias) em sistemas de fluxo guiado. Apesar da menor produção total, as primíparas demonstraram maior persistência, mantendo a produção por um período mais prolongado.

2.2.3. Tempo de ordenha

O tempo de ordenha refere-se ao período entre o início e o término da extração do leite (Carlström *et al.*, 2014), enquanto o tempo de *box* é o período total de ocupação da unidade de

ordenha robotizada, incluindo o tempo de entrada, preparação, ordenha propriamente dita, pós ordenha e saída da vaca. Assim, esse parâmetro é influenciado tanto pela duração da ordenha, quanto pelo tempo necessário para o manuseio do animal dentro do box (Carlström *et al.*, 2016). A ordenhabilidade, definida como a facilidade e eficiência com que o leite é extraído da vaca, pode ser avaliada por diferentes parâmetros, como a taxa de fluxo de leite (L/min), o tempo de ordenha e tempo de *box*. Dentre esses, o tempo de *box* tem sido considerado uma medida mais eficiente para mensurar a ordenhabilidade em SOR, por refletir não apenas a velocidade de extração do leite, mas também a interação do animal com a unidade de ordenha robotizada (Carlström *et al.*, 2016). Apesar disso, há variação entre os estudos em relação a qual parâmetro foi analisado para avaliar a eficiência da ordenha (fluxo de leite, tempo de ordenha e tempo de *box*).

Estudos realizados em diferentes países têm reportado o tempo médio de *box* em SOR, refletindo a eficiência do sistema. Em um estudo com três fazendas alemãs, Santos *et al.* (2018) observaram uma grande variação individual no tempo de ordenha, 60 a 900 segundos (1 a 15 minutos), com média de 378 segundos/vaca. De forma semelhante, Siewert *et al.* (2018) em um estudo com 33 fazendas americanas, encontraram como média de tempo de ordenha 331,8 segundos/ordenha, 121,8 segundos/visita de tempo de manejo e 453,6 segundos/visita de tempo de *box*. Van Soest *et al.* (2024) registraram médias mais baixas, com um tempo de ordenha de 282 ± 28 segundos/ordenha e um tempo de *box* de 426 ± 35 segundos/ordenha. Em um rebanho comercial no Brasil, Córdova *et al.* (2018) notaram variação no tempo de ordenha ao longo da curva de lactação. No início da lactação o tempo médio foi de 439 segundos, no pico atingiu 462 segundos e no fim da lactação caiu para 374 segundos.

Segundo Santos *et al.* (2018), a duração da ordenha também é influenciada pela pressão e morfologia do úbere, pois são características que afetam o fluxo de leite. Ainda, Córdova *et al.* (2018) encontraram que o aumento da FO está correlacionado com a diminuição do fluxo de leite e, conseqüentemente, maior tempo de ordenha. Os autores observaram também que o fluxo de leite aumenta ao longo do período de lactação, sendo menor no início (1,9 kg/minuto) e maior ao final da lactação (2,2 kg/minuto).

A influência da ordem de parto no tempo de ordenha é um ponto central na literatura, com a maioria dos estudos indicando um tempo de ordenha superior para vacas multíparas, justificado primariamente pelo seu maior volume de leite por visita. No trabalho de Rodriguez *et al.* (2024), multíparas apresentaram maior tempo de ordenha do que primíparas (285,0 x

262,2 segundos/ordenha) e apresentaram maior fluxo de leite (3,0 x 2,8 Kg de leite/minuto), o que pode ser explicado pela maior produção de leite dessa categoria. No entanto, a relação com o tempo de ordenha é mais complexa, com resultados variando entre os estudos. Essa variabilidade sugere que o resultado final é um balanço entre o volume de leite, a eficiência do fluxo e fatores comportamentais.

Rodriguez *et al.* (2024) encontraram que vacas primíparas ficaram no *box* em média 405,6 segundos/visita, enquanto esse valor foi de 433,8 segundos/visita para vacas múltiparas, uma diferença 28,2 segundos com uma taxa de lotação de 57 vacas/robô. Nesse mesmo trabalho os autores encontraram uma frequência de ordenha média de 2,4 ordenhas/vaca/dia, ou seja, uma média de 136 ordenhas/dia em um robô. Dessa forma, os autores afirmaram que com 63,92 minutos (3.835,2 s) economizados por dia (28,2 segundos x 136 ordenhas/dia) seria possível ordenhar mais 8,8 múltiparas ou mais 9,4 primíparas por robô por dia.

Munoz-Boettcher *et al.* (2025) evidenciaram que comportamentos negativos durante a ordenha, como coices, ordenhas incompletas, falhas de limpeza dos tetos, foram mais associados a primíparas. Esses comportamentos podem levar a interrupção do processo de ordenha e a necessidade de intervenção para recomençar o processo, o que impacta no tempo total de ordenha dos animais.

2.2.4. Consumo de concentrado em sistemas de ordenha robotizada

O manejo nutricional em sistemas robotizados apresenta desafios e oportunidades. Nesses sistemas existe fornecimento de nutrientes por meio de uma dieta parcial fornecida na pista, *partial mixed ration* (PMR), e o fornecimento de concentrado no robô, que funciona como estímulo para as visitas dos animais e pode ser uma estratégia para otimizar a nutrição dos animais mais produtivos dentro de um mesmo rebanho (Jacobs e Siegford, 2012a; Bach e Cabrera, 2017).

A quantidade ideal de concentrado a ser fornecido no SOR ainda não é bem estabelecida e depende também da PMR, do valor nutricional do concentrado e volumosos, do estágio da lactação, da produção de leite, tipo de fluxo, dentre outros fatores (Bach e Cabrera, 2017). Tipicamente vacas consomem concentrados peletizados em taxas que variam de 250 a 400 g/minuto (Kertz *et al.*, 1981), o que associado a um tempo médio por ordenha para múltiparas de 7,2 minutos (Rodriguez *et al.*, 2024) e uma FO média de 2,8, possibilitaria um consumo de concentrado por visita entre 1,8 e 2,9 Kg e por dia entre 5,0 e 8,1 Kg. Quantidades excessivas

de concentrado ofertado no robô podem exceder a capacidade de consumo das vacas, resultando em maior recusa e reduzindo a precisão da nutrição (Bach e Cabrera, 2017).

Compilando resultados de estudos conduzidos em diferentes países, o consumo médio de concentrado na cabine foi de $4,8 \pm 2,6$ kg/vaca/dia, variando entre 1,9 e 10,4 kg/vaca/dia, refletindo as diferentes estratégias de alimentação e níveis de produção dos rebanhos (Brasier *et al.*, 2024; Van Soest *et al.*, 2024; Matera *et al.*, 2024; Gargiulo *et al.*, 2022; Johnson *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; King *et al.*, 2019; Siewert *et al.*, 2018)

Avaliando vacas Holandês e Jersey em SOR, Henriksen *et al.* (2019) observaram menor consumo de concentrado para primíparas em comparação com multíparas em toda a lactação. No início da lactação (5 a 14 dias), o consumo de concentrado para primíparas foi de 1,5 kg/dia, enquanto para multíparas foi de 1,9 kg/dia. No meio da lactação (15 a 240 dias), as primíparas consumiram 2,4 kg/dia e as multíparas 2,9 kg/dia. Por fim, no final da lactação (240 a 305 dias), o consumo de concentrado foi de e 2,5 kg/dia para primíparas e 2,8 kg/dia para multíparas. Essas diferenças no consumo entre primíparas e multíparas seguiram o padrão de comportamento da produção de leite.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE

Este trabalho foi conduzido em uma fazenda comercial de produção leiteira, localizada na cidade de Lagoa da Prata-MG, que utiliza o sistema de ordenha robotizada *Voluntary Milking System* (VMS™, DeLaval, Tumba, Suécia).

No ano de 2024 a propriedade apresentou uma média de 256 vacas em lactação com produção de $37,0 \pm 13,8$ Kg de leite/vaca/dia e DEL de $179,6 \pm 126,3$. O rebanho era composto por animais oriundos de cruzamento das raças Holandês (HOL) e Gir, com grau de sangue predominante 3/4 e 7/8 HOL x Gir, sendo 49,6% de primíparas (127) e 50,4 % de multíparas (129).

A fazenda possuía dois barracões do tipo *Compost barn*, cada um equipado com duas estações de ordenha robotizada, totalizando quatro robôs. Ambos os barracões operavam com fluxo guiado leite primeiro *Milk First*™ (DeLaval VMS™). O barracão 1 continha robôs da série DeLaval VMS™ e alojava predominantemente multíparas ($58,9 \pm 3,7$ vacas/robô),

enquanto o barracão 2 possuía robôs da série VMS™ V300 e predominantemente primíparas ($68,7 \pm 4,1$ vacas/robô).

A dieta base (PMR)??? era fornecida duas vezes ao dia na pista de alimentação, a primeira às 06:00 e a segunda vez às 15:00, usando um vagão misturador vertical *mixer* (modelo Prohmix 13.0, Haramaq, Sertão, Brasil), esse sendo equipado com balança eletrônica. Ainda, durante a ordenha, foi fornecido um concentrado comercial peletizado. A quantidade ofertada desse concentrado foi determinada pelo DEL e nível de produção de leite de cada animal, enquanto a permissão de ordenha foi estabelecida por uma associação entre o DEL, produção de leite e intervalo entre ordenhas.

3.2. COLETA E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

Os dados foram coletados durante todo o ano civil do ano de 2024 (01 de janeiro a 31 de dezembro). O *software* de gestão do sistema (DelPro™, DeLaval, Tumba, Suécia) registrava diariamente todos os parâmetros individuais e por quarto mamário de cada animal do rebanho, permanecendo armazenados em um computador. Diariamente o *software* exportou os dados selecionados em planilhas no formato csv, as quais foram acessadas posteriormente de maneira remota. Foram coletados os dados individuais de cada vaca do rebanho referentes aos dias em lactação, número de partos, produção diária de leite (Kg de leite/vaca/dia), frequência diária de ordenhas (número/vaca/dia), consumo diário de concentrado (Kg/vaca/dia) e ao tempo médio de ordenha (segundos/vaca/dia), sendo esse último sempre referente à média móvel dos últimos 7 dias de cada animal na data da exportação das planilhas.

Os dados foram inicialmente agrupados de acordo com a ordem de parto, sendo definidas como primíparas as vacas de primeiro parto e como múltiparas aquelas com dois ou mais partos. Posteriormente, os dados foram separados em 15 estágios de lactação, determinados com base nos dias em lactação. Os quatro primeiros estágios corresponderam a intervalos de sete dias cada (1 a 7, 8 a 14, 15 a 21 e 22 a 28 dias), enquanto os estágios de 5 a 14 foram definidos em intervalos de 30 dias. O estágio 15 englobou todos os animais com DEL superior a 328 dias.

3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente, foi realizada uma análise para testar a igualdade dos indicadores entre os modelos dos robôs para cada ordem de parto. Utilizando o teste t de *Student* para amostras

independentes foi detectada diferença significativa ($p < 0,05$). Diante disso, optou-se por um delineamento de dados que eliminasse o efeito do modelo dos robôs. Portanto, foram considerados somente os dados de multíparas do barracão 1 e primíparas do barracão 2.

Foram analisados indicadores produtivos de primíparas e multíparas ao longo dos 15 estágios de lactação. Para a comparação entre as ordens de parto em cada estágio, aplicou-se o teste t de *Student* para amostras independentes. As análises foram realizadas no *software* R (versão 4.4.3), com nível de significância em 5% ($p < 0,05$). Os indicadores avaliados foram produção de leite (kg/vaca/dia), frequência de ordenhas (ordenhas/vaca/dia), consumo de concentrado (kg/vaca/dia) e tempo médio de ordenha (segundos/vaca). Os resultados obtidos foram tabulados e representados graficamente no *Microsoft Excel*®, com o objetivo de facilitar a interpretação das comparações feitas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. FREQUÊNCIA DE ORDENHAS

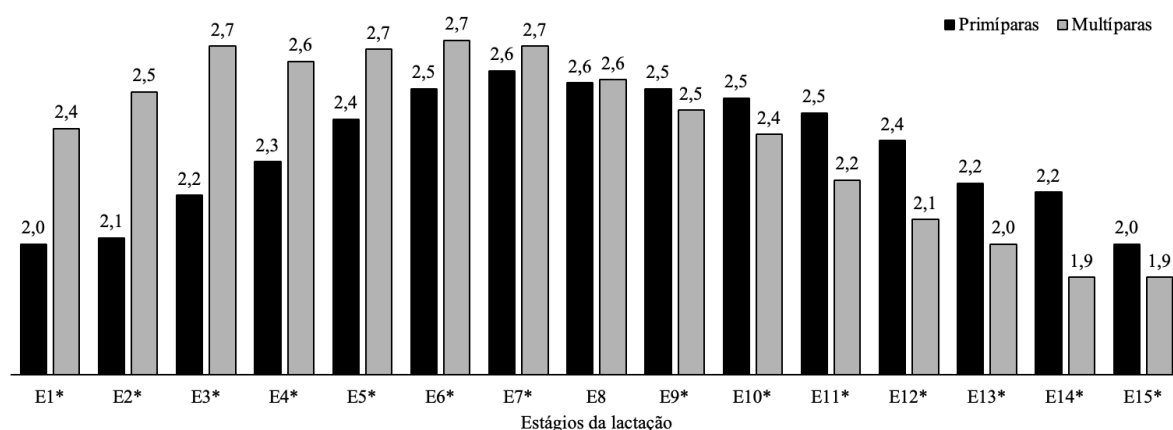
A frequência de ordenhas média na fazenda foi de $2,4 \pm 0,8$ ordenhas/vaca/dia, com primíparas realizando $2,4 \pm 0,7$ e multíparas foi $2,4 \pm 0,8$ ordenhas por dia. Com base nos levantamentos realizados em fazendas com SOR, a FO média tem sido de $2,8 \pm 0,2$ ordenhas/vaca/dia, variando entre 2,4 e 3,0 ordenhas/vaca/dia (Aerts *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; Deming *et al.*, 2013; France *et al.*, 2022; King *et al.*, 2016; 2017; Matson *et al.*, 2022; Rodriguez *et al.*, 2024; Siewert, Salfer e Endres, 2018; Tangorra *et al.*, 2022; Van Soest *et al.*, 2024). Assim, tanto a FO média de todo o rebanho, quanto a de primíparas e de multíparas encontram-se 14% abaixo da média da literatura, porém, no limite inferior da faixa de variação. No rebanho do presente estudo, a taxa de lotação média foi de 64 vacas/robô para um rebanho com produtividade média de 37,0 Kg de leite/vaca/dia e com DEL médio de 179,6 dias. Compilando esses mesmos indicadores nos estudos mencionados acima, observamos que a lotação média foi de 53 vacas/robô com uma produtividade média de 32,6 Kg de leite/vaca/dia e DEL médio de 166,3. Considerando que o rebanho deste estudo apresentou desempenho superior ao valor médio da literatura, mas com DEL médio semelhante, a maior taxa de lotação dos robôs (17,2%) pode estar relacionada à menor frequência de ordenhas.

As multíparas apresentaram em média FO 14% maior em relação às primíparas, considerando do estágio 1 ao 7 (Gráfico 1). No estágio 3 (15 a 21 dias de lactação) foi observada a maior diferença entre as paridades, com multíparas apresentando um FO 23% maior ($2,7 \times$

2,2). A maior FO inicial para multíparas é consistente com a fase de pico dessa categoria e está de acordo com o exposto por Henriksen *et al.* (2019) e Moore *et al.* (2020), que também observaram maior FO para multíparas no início da lactação. Os picos de FO ocorreram nos estágios 3, 5, 6 e 7 para multíparas (2,7) e nos estágios 6 e 7 para primíparas (2,7).

No estágio 8 não houve efeito da paridade. Entretanto, a partir do estágio 9 até o final da lactação, as primíparas passaram a realizar mais ordenhas, padrão esse que corrobora os resultados de Siewert *et al.* (2019). Adotando os mesmos critérios para definição dos estágios da lactação que foram adotados no presente estudo, esses autores observaram que primíparas superaram as multíparas na FO no estágio 11 em fluxo livre, e no estágio 5 em fluxo guiado. No presente estudo que analisou um sistema com fluxo guiado, o momento em que ocorreu essa mudança foi no estágio 9. A maior persistência na lactação das primíparas pode justificar a inversão na FO nos estágios mais avançados, enquanto as multíparas começam a produzir menos leite, primíparas mantêm a necessidade mais constante de ordenhas (Siewert *et al.*, 2019).

Gráfico 1 - Frequência de ordenhas de primíparas e multíparas em 24 horas



Fonte: elaborado pelo autor (2025). *Efeito de paridade no estágio de lactação ($p < 0,05$).

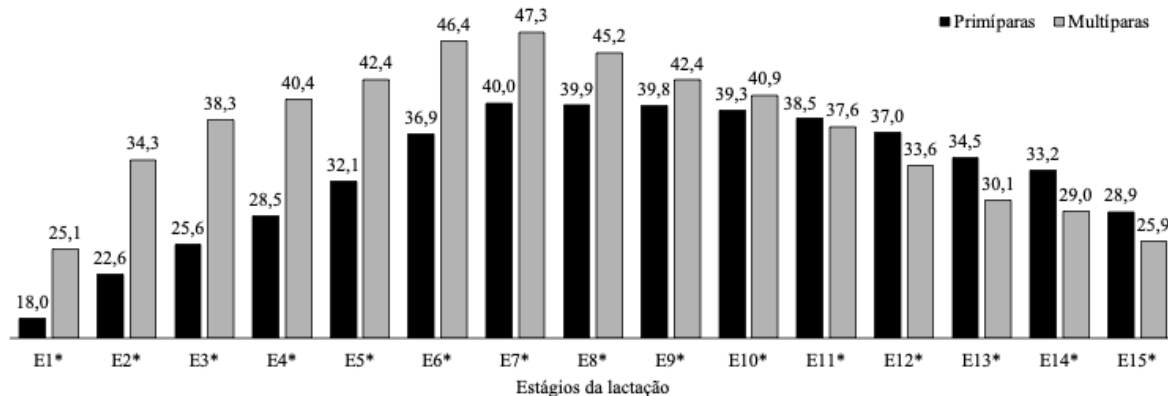
De maneira geral, a FO acompanha a curva de lactação, o que reforça a forte associação entre maior produção de leite e maior FO, em concordância com o encontrado por Nixon *et al.* (2009) e Siewert *et al.* (2019). Essa relação é justificada por estudos genéticos como o de Santos *et al.* (2018), no qual os autores demonstraram uma alta correlação genética positiva entre a FO e a produção de leite. Em paralelo, é importante ressaltar que os resultados de FO também refletem as programações de permissões de ordenha que cada sistema adota, as quais normalmente são definidas levando em consideração a curva de lactação típica de vacas leiteiras.

4.2. PRODUÇÃO DE LEITE

A produção média de leite da fazenda ao longo do ano de 2024 foi de $37,0 \pm 13,8$ kg/vaca/dia, sendo que as primíparas produziram em média $35,0 \pm 12,0$ kg as multíparas e $39,1 \pm 15,3$ kg por dia. Esses valores são superiores à média geral reportada na literatura para SOR, que é de $32,6 \pm 3,9$ kg/vaca/dia, com variação entre 25,4 e 37,0 kg/vaca/dia (Rodriguez *et al.*, 2024; Van Soest *et al.*, 2024; France *et al.*, 2022; Matson *et al.*, 2022; Aerts *et al.*, 2022; Córdova *et al.*, 2020; Córdova *et al.*, 2018; Tse *et al.*, 2018; Siewert *et al.*, 2018; Deming *et al.*, 2013; Castro *et al.*, 2012). Para primíparas, a produção média da fazenda também supera a média dos estudos ($31,6 \pm 4,8$ kg/vaca/dia), embora permaneça dentro da faixa de variação (26,0 e 38,6 kg/vaca/dia). Já para multíparas, a média observada está próxima da literatura, que apresenta média de $38,9 \pm 8,9$ kg/vaca/dia (Rodriguez *et al.*, 2024; Davis *et al.*, 2023; Solano *et al.*, 2022; Spolders *et al.*, 2004; Speroni *et al.*, 2006).

O efeito da paridade foi verificado em todos os estágios da lactação (Gráfico 2). No período do estágio 1 ao 10, multíparas produziram em média 28% mais leite que primíparas. As maiores diferenças percentual (52%) e absoluta (12,7 Kg de leite/vaca/dia) foram observadas nos estágios 2 e 3, respectivamente. A partir do estágio 11 a diferença inverteu, com primíparas produzindo em média 11% a mais de leite que multíparas. Esse comportamento é característico da curva de lactação de vacas leiteiras, na qual primíparas apresentam pico de produção menor e maior persistência (Siewert *et al.*, 2019; Masía *et al.*, 2020). No presente estudo, primíparas e multíparas apresentaram produções de leite no último estágio da lactação que representaram 72 e 55% dos valores alcançados no pico de produção, respectivamente, evidenciado que a queda na produção das primíparas é menos acentuada. Siewert *et al.* (2019) observaram que primíparas em fluxo livre produziram menos leite em relação às multíparas do estágio 1 ao 11, enquanto a partir do estágio 12 passaram a produzir mais leite. Nesse mesmo estudo, em sistemas com fluxo guiado, primíparas produziram menos leite durante toda a lactação.

Gráfico 2 - Produção de leite de primíparas e multíparas nas últimas 24 horas



Fonte: elaborado pelo autor (2025). *Efeito de paridade no estágio de lactação ($p < 0,05$).

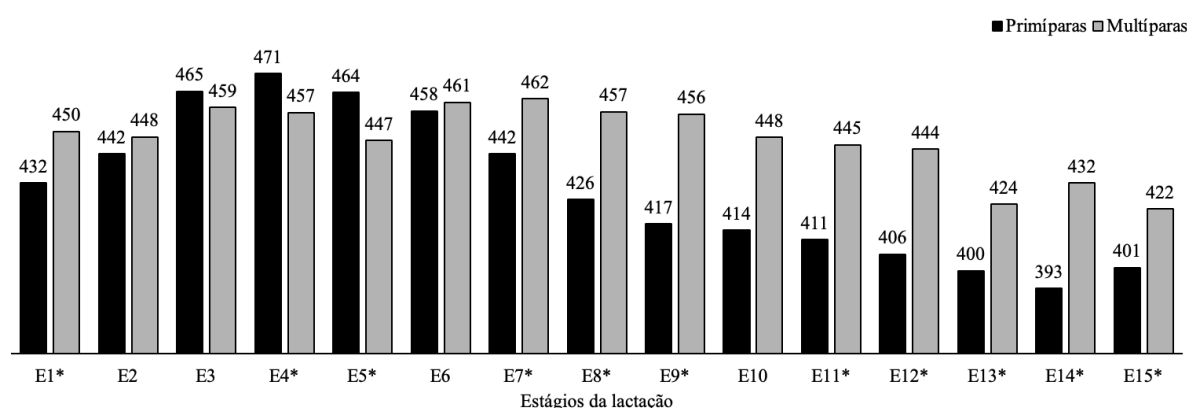
Os picos de lactação ocorreram no estágio 7, independentemente da paridade, alcançado valores de 40,0 e 47,3 Kg de leite/vaca/dia para primíparas e múltiparas, respectivamente. Esse achado contrasta com os dados da literatura, que indicam que múltiparas normalmente atingem o pico de lactação antes de primíparas. Tal diferença pode estar relacionada a desafios enfrentados na propriedade durante o período de transição, que possivelmente impactaram o desempenho inicial das múltiparas, resultando em um pico mais tardio que o habitual. A produção de leite no pico para primíparas foi equivalente a 85% do valor obtido para múltiparas, sendo importante ressaltar que não houve diferenciação entre secundíparas (2 partos) e vacas adultas (3 ou mais partos). Siewert *et al.* (2019) encontraram relações de 74% em fluxo livre e 71% em fluxo guiado. Segundo esses autores, o padrão recomendando na indústria seria que a produção de leite no pico para primíparas fosse equivalente a 75 e 80% dos valores obtidos para vacas de 3 ou mais e de 2 partos, respectivamente. Além do contínuo e progressivo programa de melhoramento genético que é adotado na propriedade desse estudo, outra razão para justificar o elevado pico de produção alcançado pelas primíparas, poderia ser a estratégia de agrupamento adotada, alojando primíparas e múltiparas em barracões separados. Trabalhos como o de Davis *et al.* (2023) e Córdova *et al.* (2020) afirmam que primíparas ocupam uma posição social inferior e que, quando em grupos mistos, sofrem com a competição imposta por vacas mais velhas e dominantes, o que pode limitar o acesso ao robô.

4.3. TEMPO DE ORDENHA

O tempo médio de ordenha para o rebanho foi de 436 ± 103 segundos/ordenha, com múltiparas apresentando tempo médio 448 ± 108 segundos/ordenha e primíparas 424 ± 97 segundo/ordenha, associado a uma produção média diária de 37,0 kg, sendo 39,1 kg para

múltiparas e 35,0 kg para primíparas. Estes valores são superiores aos reportada por Siewert *et al.* (2018), observaram 332 segundos/ordenha, com produção média de 33,2 kg de leite/dia (34,3 kg para múltiparas e 26,6 kg para primíparas), ou ainda com os resultados de Bogucki *et al.* (2017), que encontraram valores entre 366 e 391 segundos, com produções entre 29,2 e 31,1 kg/dia. Vale destacar que diferentemente dos demais estudos citados, no sistema de produção analisado predominam animais oriundos de cruzamento das raças HOL e Gir, predominante 3/4 e 7/8 HOL x Gir, o que pode ajudar a explicar em parte essa diferença. Corroborando, Marçal-Pedroza *et al.* (2019) investigaram vacas cruzadas HOL x Gir (3/8, 1/2 e 3/4) em sistema de ordenha convencional e relataram fluxo médio de leite entre 19 a 22g/s (aproximadamente 1,2 Kg/minuto). Por outro lado, Rodriguez *et al.* (2024), analisando vacas Holandesas puras em sistema robotizado, observaram fluxo médio de 2,8 a 3,0 kg/min, evidenciando que vacas puras apresentam fluxos mais elevados, favorecendo a ordenhas mais rápidas que animais cruzados.

Gráfico 3 - Tempo médio de ordenha de primíparas e múltiparas nos últimos 7 dias



Fonte: elaborado pelo autor (2025). *Efeito de paridade no estágio de lactação ($p < 0,05$).

Dos 15 estágios de lactação analisados, em 11 houve efeito da paridade (Gráfico 3). Apenas nos estágios 4 e 5, múltiparas apresentaram tempo de ordenha inferior ao de primíparas, sendo sempre superior nos demais em que houve efeito da paridade. Múltiparas apresentaram em média tempo de ordenha 7% maior que primíparas. A diferença no tempo de ordenha pode ser atribuída, dentre outros fatores, à maior produção de leite das múltiparas nos terços inicial e médio da lactação (Davis *et al.*, 2023), bem como à adaptação dos animais ao SOR. Primíparas em adaptação ao sistema podem apresentar maior reatividade ou necessitar de mais tempo por quilo de leite produzido, conforme apontado por Munoz-Boettcher *et al.* (2025).

A relação entre paridade e tempo de ordenha é modulada pela eficiência de cada animal, sendo que multíparas geralmente apresentam um fluxo de leite mais rápido, o que tenderia a diminuir o tempo de ordenha. Porém, apesar dessa maior eficiência, o efeito do maior volume de leite parece prevalecer, resultando em um tempo de extração mais longo. Embora as primíparas tenham demonstrado maior produção diária nos estágios finais, seu tempo de ordenha foi menor. Segundo Rodriguez *et al.* (2023), há correlação negativa entre tempo de ordenha e fluxo de leite, o que poderia sugerir diferença nesse parâmetro entre multíparas e primíparas.

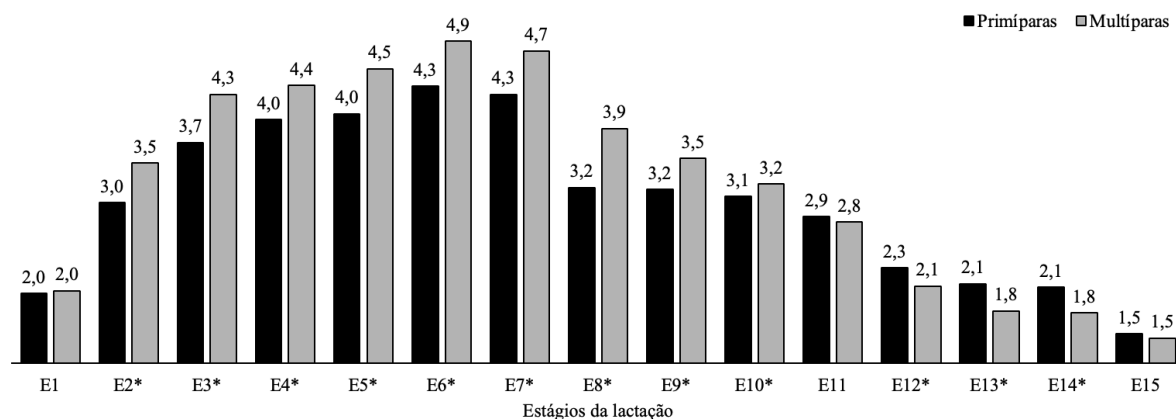
4.4. CONSUMO DE CONCENTRADO

A média de concentrado consumido foi de $3,2 \pm 1,9$ kg/vaca/dia, sendo $3,4 \pm 2,0$ kg/vaca/dia para multíparas e $3,0 \pm 1,7$ kg/vaca/dia para primíparas. Esses valores são compatíveis com os achados em outros trabalhos com SOR como os de Henriksen *et al.* (2019) (2,4 kg a 3,0 kg/dia) e de Moore *et al.* (2020) (3,6 kg a 3,9 kg/dia), porém, abaixo do reportado no trabalho de Siewert *et al.* (2018), com consumo médio de 5,0 kg/dia. Essas diferenças são reflexos do tipo de fluxo, manejo nutricional, nível de produção, entre outros fatores. Os maiores consumos no presente estudo foram alcançados no estágio 6, com valores de 4,3 e 4,9 Kg/vaca/dia para primíparas e multíparas, respectivamente.

No estágio 1 não houve diferença no consumo de concentrado entre as ordens de parto (Gráfico 4), o que pode talvez refletir a adaptação dos animais ao sistema robotizado, ao grupo de animais, entre outros. A partir do estágio 2 ao 10, multíparas apresentaram maior consumo de concentrado em relação às primíparas, que em média foi superior em 0,5 Kg/vaca/dia (10%). Nos estágios 11 e 15 não houve efeito da paridade, sendo que nos estágios 12 ao 14 o consumo de concentrado foi maior para primíparas, o que reflete a diferença de produção observada para essas categorias.

A relação média foi de 0,095 e 0,085 Kg de concentrado para cada Kg de leite produzido para primíparas e multíparas, respectivamente. Para ambas as categorias, as maiores relações, 0,144 para primíparas e 0,111 para multíparas, foram verificadas no estágio 3, refletindo um momento ainda de baixo consumo de matéria seca total e aumento acelerado da produção de leite.

Gráfico 4 - Consumo de concentrado de primíparas e multíparas em 24 horas



Fonte: elaborado pelo autor (2025). *Efeito de paridade no estágio de lactação ($p < 0,05$).

5. CONCLUSÃO

A paridade influencia a frequência e duração de ordenhas bem como a produtividade diária por vaca e o consumo de concentrado ao longo da lactação em sistema de ordenha robotizada, ainda que parte das diferenças possam estar relacionadas com particularidades do sistema de produção analisado no presente estudo.

Nos estágios iniciais e intermediários da lactação, múltiparas apresentam maiores frequência de ordenhas, produção de leite e consumo de concentrado em relação às primíparas, o que inverte no final da lactação. De maneira geral, o tempo de ordenha das múltiparas se manteve maior durante toda a lactação.

6. REFERÊNCIAS

- AERTS, J. *et al.* The optimal level of factors for high daily milk yield in automatic milking system. **Livestock Science**, v. 264, 2022. ISSN 1871-1413. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105035>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BACH, A. *et al.* Forced traffic in automatic milking systems effectively reduces the need to get cows, but alters eating behavior and does not improve milk yield of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 1272 – 1280, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1443>.
- BACH, A.; CABRERA, V. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 9, p. 7720-7728, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11694>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BARHEMA, H. W. *et al.* Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 11, p. 7426–7445, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9377>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BOGUCKI, M. *et al.* Association of automatic milking systems milking frequency in primiparous and multiparous cows with their yield and milkability. **Animal Science: Acta Agriculturae Scandinavica, Section A**. v. 67, p. 66-70, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064702.2017.1388438>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BOTEGA, J. V. L. *et al.* Diagnóstico da automação na produção leiteira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 635-639, 2008.
- BRASIER, J. E. *et al.* Effect of training method and dairy cow personality traits on adaptation to an automated milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 108, n. 1, p. 885–899, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25420>.
- CARLSTRÖM, C. *et al.* Genetic evaluation of in-line recorded milkability from milking parlors and automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 1, p. 497-506, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6948>. Acesso em: 05 mar. 2025.
- CARLSTRÖM, C. *et al.* Genetic associations of teat cup attachment failures, incomplete milkings, and handling time in automatic milking systems with milkability, temperament, and udder conformation. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science**, v. 66,

n. 2, p. 75 - 83, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064702.2016.1260153>. Acesso em: 04 mar. 2025.

CASTRO, A. *et al.* Estimating efficiency in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 2, p. 929-936, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3912>. Acesso em: 15 set. 2024.

CÓRDOVA, H. A. *et al.* Comportamento de vacas da raça Holandesa em ordenha robotizada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 72, n. 01, p. 263-272, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-10057>. Acesso em: 29 set. 2024.

CÓRDOVA, H. A. *et al.* Impact of the factors of animal production and welfare on robotic milking frequency. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 2, p. 238-246, 2018. ISSN 1678-3921. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2018000200013>. Acesso em: 30 set. 2024.

DAVIS, L. *et al.* Impacto f parity on cow stress, behavior, and production at a farm with guided traffic automatic milking system. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1258935>.

DEMING, J. A *et al.* Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 1, p. 344-351, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-5985>. Acesso em: 3 out. 2024.

DIAVÃO, J. *et al.* Automated milking systems in Brazil: Overview and Perceptions. In: BASSOI, L *et al.* (ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar na era digital**. São Carlos, SP: Cubo, 2024.

FRANCE A. E. *et al.* Effect of dry-off management on milking behavior, milk yield, and somatic cell count of dairy cows milked in automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 4, p. 3544 – 3558, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21383>. Acesso em 28 set. 2024.

GARGIULO, J. I. *et al.* Optimising profitability and productivity of pasture-based dairy farms with automatic milking systems. **Animal**, v. 16, n. 9, art. 100605, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100605>. Acesso em 28 jan. 2025.

GARGIULO, J. I. *et al.* Physical and economic comparison of pasture-based automatic and conventional milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 8231 – 8240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18317>.

GOULART, M. M. A history, description, and comparison of different brands of dairy Parlor Equipment and which designs are the best fit for different sized dairy operations. **Senior project (Bachelor of Science) – Faculty of the Dairy Science Department, California Polytechnic State University, San Luis Obispo**, 2014. Disponível em: <https://digitalcommons.calpoly.edu/dscisp/116/>. Acesso em: 06 out. 2024.

HANLING, H. H.; MCGILLIARD, M. L.; CORL, B. A. Uneven milking intervals are adequate to achieve the benefits of increased milking frequency in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 8, p. 9355 – 9361, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20100>. Acesso em: 04 out. 2024.

HENRIKSEN, J. C. S. *et al.* Effects of an individual cow concentrate strategy on production and behavior. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 3, p. 2155–2172, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15477>. Acesso em: 10 out. 2024.

HOTT, M. C. *et al.* Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no brasil. **Revista Foco**, Curitiba, MG, v. 16, n. 5, p. 01-12, 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2006: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2006.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2017: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2017.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J. M. Invited review: The impact of automatic milking systems on dairy cow management, behavior, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 5, p. 2227–2247, 2012a. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4943>. Acesso em: 26 set. 2024.

JACOBS, J. A.; SIEGFORD, J.M. Lactating dairy cows adapt quickly to being milked by an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1575 - 1584, 2012b. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4710>. Acesso em: 27 set. 2024.

JOHNSON, J. A. *et al.* Comparing steam-flaked and pelleted barley grain in a feed-first guided-flow automated milking system for Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 1, p. 221 - 230, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20387>.

KERTZ *et al.* Eating rate of lactating cows fed four physical forms of the same grain ration **Journal of Dairy Science**, v. 64, n. 12 p. 2388–2391, 1981. Acesso em: 01 out. 2024.

KING, M. T *et al.* Associations of herd-level housing, management, and lameness prevalence with productivity and cow behavior in herds with automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 11, p. 9069-9079, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-11329>. Acesso em: 04 out. 2024.

KING, M. T. M. *et al.* Cow-level associations of lameness, behavior, and milk yield of cows milked in automated systems. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4818-4828, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12281>. Acesso em: 23 set. 2024.

KONING, C. J. A. M. (KEES) DE. Automatic Milking – Common Practice on Dairy Farms. The First North American Conference on Precision Dairy Management. Toronto, Canada: Omnipress. **Anais [...]**. p.16, 2010.

KUCZAJ, M. *et al.* Relationships between Selected Physiological Factors and Milking Parameters for Cows Using a Milking Robot. **Animals**, v. 10, n. 11, art. 2063, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ani10112063>.

MACULAN, R.; LOPES, M. A. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 80–87, 2016.

MARÇAL-PEDROZA, M. G. *et al.* Is the temperament of crossbred dairy cows related to milk cortisol and oxytocin concentrations, milk yield, and quality? **Plos one**, v. 18, n. 6, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286466>.

MARQUES, T.C. *et al.* Geographical trends for automatic milking systems research in non-pasture-based dairy farms: A scoping review. **Journal of Dairy Science**, v. 106, n. 11, p. 7725-7736, 2023. ISSN 0022-0302. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23313>.

MASÍÁ *et al.* Modeling variability of the lactation curves of cows in automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 9, p. 8189 - 8196, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17962>. Acesso em: 01 out. 2024.

MATERA, R. *et al.* Randomized-controlled study assessing the effect of milking permission settings and concentrate supplementation on milking frequency and milk yield in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 9, p. 6971–6982, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24689>.

MATSON, R. D. *et al.* Benchmarking of farms with automated milking systems in Canada and associations with milk production and quality. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 7, p. 7971–7983, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20065>. Acesso em 27 set. 2024.

MATSON, R. D. *et al.* Farm-level factors associated with lameness prevalence, productivity, and milk quality in farms with automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 1, p. 793 – 806, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20618>. Acesso em 28 set. 2024.

MOORE, S. M. *et al.* Behavior, health, and productivity of early-lactation dairy cows supplemented with molasses in automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 11, p. 10506 – 10518, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18649>. Acesso em 01 out. 2024.

MUNOZ-BOETTCHER, P. *et al.* Milking behavior and performance of primiparous and multiparous Holstein, Jersey, and Holstein × Jersey crossbred cows in a batch milking system with automatic milking units. **Journal of Dairy Science**, v. 108, n. 4, p. 4248–4262, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2024-26078>.

MURNEY, R. *et al.* The effects of milking frequency in early lactation on milk yield, mammary cell turnover, and secretory activity in grazing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 1, p. 305-311, 2015a. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8745>. Acesso em: 01 out. 2024.

MURNEY, R. *et al.* The effects of milking frequency on insulin-like growth factor I signaling within the mammary gland of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 8, p. 5422-5428, 2015b. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9425>. Acesso em: 01 out. 2024.

NETO, A. F; LOPES, M. A. Uso da robótica na ordenha de vacas leiteiras: uma revisão. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 22, n 3, 4, p. 101-107, 2014. ISSN 1022-1301.

NIXON, S. *et al.* Genetic parameters of milking frequency and milk production traits in Canadian Holsteins milked by an automated milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 192, n. 7, p. 3422-3430, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1689>. Acesso em: 02 out. 2024.

OLOFSSON, C. *et al.* Pathogen-specific patterns of milking traits in automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 8, p. 6035-6051, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23933>. Acesso em: 01 out. 2024.

OSTRENSKY, A. Indicadores-chave de desempenho em sistemas com ordenha robotizada. In: Simpósio Internacional de Produção e Nutrição de Gado de Leite, 2, 2023, Uberlândia. **Anais** [recurso eletrônico]/ II Simpósio Internacional De Produção e Nutrição De Gado De Leite V Simpósio Nacional De Produção e Nutrição De Gado De Leite X Simpósio Mineiro De Nutrição De Gado De Leite, 20 a 22 de setembro de 2023. Belo Horizonte> FEPMVZ, 2023. p. 84-95.

PAIVA, C. A. *et al.* Sistema de Ordenha Automático. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 79, dez. 2015.

PENRY, J. F. *et al.* Association of milking interval and milk production rate in an automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 2, p. 1616 – 1625, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-12196>. Acesso em: 29 set. 2024.

RODENBURG, J. Feeding the robotic milking herd. In. **DairyLogix**, 2017a, Woodstock.

RODENBURG, J. Robotic milking: Technology, farm design, and effects on work flow. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 9, p. 7729 - 7738, 2017b. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11715>. Acesso em: 29 set. 2024.

RODRIGUEZ, F. *et al.* Correlações entre características de ordenhabilidade e comportamento de vacas ordenhadas em sistemas robotizados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 5, p. 1683–1696, 2023. DOI: 10.5433/1679-0359.2023v44n5p1683. Acesso em: 06 mar. 2025.

RODRIGUEZ, F. *et al.* Comparative Analysis of Milking and Behavior Characteristics of Multiparous and Primiparous Cows in Robotic Systems. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 96, p. e20221078, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202320221078>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SANTOS, L. V. *et al.* Genetic parameters for longitudinal behavior and health indicator traits generated in automatic milking systems. **Archives Animal Breeding**, v. 61, n. 2, p. 161-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5194/aab-61-161-2018>. Acesso em: 03 mar. 2025.

SCOTT, V. E. *et al.* Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow traffic in a pasture-based automatic milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 3, p. 1481-1490, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7375>. Acesso em: 28 set. 2024.

SIEWERT, J. M. *et al.* Factors associated with productivity on automatic milking system dairy farms in the Upper Midwest United States. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 9, p. 8327 – 8334, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14297>. Acesso em: 19 set. 2024.

SIEWERT, J. M.; *et al.* I. Milk yield and milking station visits of primiparous versus multiparous cows on automatic milking system farms in the Upper Midwest United States. **Journal of Dairy Science**, v. 102, n. 4, p. 3523-3530, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15382>. Acesso em: 15 set. 2024.

SOBERON, F. *et al.* The effects of increased milking frequency during early lactation on milk yield and milk composition on commercial dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4398 – 4405, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3640>. Acesso em: 11 set. 2024.

SOLANO, L. *et al.* Milking time behavior of dairy cows in a free-flow automated milking system. **Journal of Dairy Science**, v. 3, 6. 4, p. 426-430, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jdsc.2022-0243>. Acesso em: 25 fev. 2025.

SPERONI, M.; PIRLO, G.; LOLLI, S. Effect of Automatic Milking Systems on Milk Yield in a Hot Environment. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 12, p. 4687 – 4693, 2006. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72519-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72519-X). Acesso em: 05 out. 2024.

SPOLDERS M. *et al.* Differences between primiparous and multiparous cows in voluntary milking frequency in an automatic milking system. **Italian Journal of Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 167–175, 2004. DOI: <https://doi.org/10.4081/ijas.2004.167>. Acesso em: 27 set. 2024.

STEENEVELD, W. Discriminating between true-positive and false-positive clinical mastitis alerts from automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n.64, p. 2559-2568, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19698>. Acesso em: 22 set. 2024.

TANGORRA, F. M. *et al.* Assessment of technical-productive aspects in Italian dairy farms equipped with automatic milking systems: A multivariate statistical analysis approach. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 9, p. 2559-2568, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20859>. Acesso em: 22 set. 2024.

TREMBLAY, M. *et al.* Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 5, p. 3824 – 3837, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10152>. Acesso em: 04 out. 2024.

TSE C. *et al.* Impact of automatic milking systems on dairy cattle producers' reports of milking labour management, milk production and milk quality. **Animal** v. 12, n. 12, p. 2649 – 2656, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731118000654>. Acesso em: 05 out. 2024.

VAN SOEST, B. J. *et al.* Farm-level nutritional factors associated with milk production and milking behavior on Canadian farms with automated milking systems. **Journal of Dairy Science**, v. 107, n. 7, p. 4409–4425, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24355>. Acesso em: 07 out. 2024.

VAN VLECK, R. Early cow milking machine. Reimpresso de SMMA, n. 20, 1996, 1998. **American Artifacts**. Disponível em: <http://www.americanartifacts.com/smma/milker/milker.htm>. Acesso em: 06 out. 2024.

VILELA, D. *et al.* A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista da Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017. Disponível em: <<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1243>>. Acesso em: 19 Out. 2024.

ZADINELLO, L. G. *et al.* Flow systems in robotic milking at Rio Grande do Sul State, Brazil. **Peer Review**, v. 5, n. 23, p. 77-84, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.53660/1290.prw2817>. Acesso em: 07 out. 2024.