

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO REPRODUTIVO E PRODUTIVO DE VACAS
HOLANDESAS CRIADAS EM SISTEMA *COMPOST BARN***

Giovanna da Silva Santos
Prof. Dr. Gustavo Lage Costa

Goiânia -Goiás

2026



GIOVANNA DA SILVA SANTOS



**DESEMPENHO REPRODUTIVO E PRODUTIVO DE VACAS
HOLANDESAS CRIADAS EM SISTEMA *COMPOST*
*BARN***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial
para obtenção do grau de Bacharel em
Medicina Veterinária, junto ao curso de
Medicina Veterinária, da Escola de
Ciências Médicas e da Vida, da
Pontifícia Universidade Católica de
Goiás.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Lage Costa

Goiânia- Goiás

2026

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 29/05/2026, às 18:00 horas, o(a) estudante

Gioranna da Silva Santos,
do curso de Medicina Veterinária da Pontifícia Universidade Católica de Goiás,
expôs, em Sessão Pública de Apresentação de Trabalho de Conclusão de Curso, o
trabalho intitulado Desempenho reprodutivo e produtivo de
vacas Holandesas criadas em sistema COMPOST BARN

para a Banca de Avaliação composta pelos docentes,

Gustavo Lage Costa (Presidente),

Débora Ribeiro de Mendonça (Membro 1) e

Gustavo Feliciano Rezende da Silva (Membro 2). O

trabalho da Banca de Avaliação foi conduzido pelo (a) docente Presidente que, inicialmente, após apresentar os docentes integrantes da Comissão, concedeu 20+5 minutos ao (a) aluno (a) para que este (a) expusesse o trabalho. Após a exposição, o (a) docente Presidente concedeu a palavra a cada membro convidado da Comissão para que estes arguissem o (a) aluno. Após o encerramento das arguições, a Banca de Avaliação, reunida isoladamente, avaliou o trabalho desenvolvido e o desempenho do (a) aluno na exposição, considerada a trajetória deste (a) no desenvolvimento do TCC. Como resultado da avaliação, a Banca de Avaliação deliberou pela:

☒ Aprovação;

☐ Aprovação, condicionado às correções recomendadas pelos membros da banca;

☐ Reprovação.

Aprovação condicionada às correções recomendadas pelos membros da banca:

A Banca de Avaliação conclui que o(a) aluno está APROVADO(A) condicionado às correções de forma e/ou conteúdo recomendados. As correções deverão ser indicadas no formulário de Avaliação Final de Trabalho de Conclusão de Curso. O(A) aluno terá o prazo de 10 dias para os ajustes e entrega da versão final ao professor (a) orientador (a), contado a partir da data da sessão de apresentação pública do TCC.

Reprovação.

A Banca de Avaliação conclui que o trabalho apresentado não satisfaz as condições mínimas e o estudante está REPROVADO(A).

A Banca Avaliadora:

Membro Presidente da Banca Avaliadora: Gustavo Lage Costa

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Débora Ribeiro de Mendonça

Membro Convidado da Banca Avaliadora: Gustavo Feliciano

Dedico este trabalho, a Deus, pilar de tudo e de todos. Nos momentos de escuridão, foi Ele quem sustentou meus pés e acalmou minha mente. Essa conquista começa e termina Nele. A cada pessoa que caminhou comigo, aos que abriram mão em silêncio para que esse sonho fosse possível. Vocês não são apenas parte dessa história, vocês são a razão dela existir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo a Deus. Foram muitos momentos em que desistir parecia o caminho mais fácil – as madrugadas de dúvida, o cansaço que pesava mais do que qualquer coisa. Em cada um desses momentos foi a fé que me sustentou. Cheguei até aqui porque fui sustentada por mãos maiores do que os meus medos.

À minha família, meu alicerce. Ao meu pai, que vibrou a cada passo como se fosse a conquista dele também – porque de certa forma era. À minha mãe, que mesmo distante nunca esteve longe – cada mensagem no momento certo me manteve firme. Ao meu irmão, pelos sacrifícios feitos em silêncio para que essa graduação fosse possível. Vocês acreditaram em mim antes que eu mesma.

Ao meu marido, meu companheiro de vida, que nunca duvidou da minha capacidade, nem quando eu mesma duvidei. Você não apenas incentivou, você sustentou. Essa conquista também é sua.

À minha amiga Beatriz, que foi a primeira voz a me dizer “você consegue” quando eu nem havia dado o primeiro passo, e que permaneceu ao meu lado durante todo o trajeto. Às minhas amigas da faculdade, que transformaram os dias mais pesados em memórias bonitas. Jamais soltamos a mão umas das outras, mesmo em momentos de dificuldades e desentendimentos – e isso é uma das coisas mais bonitas que levo dessa graduação.

A todos médicos veterinários que me cederam oportunidades de estágio e depositaram confiança em mim. À Fazenda Vale do Taquari, pela disponibilização dos dados que tornaram esse estudo possível. Aos professores de graduação, por compartilharem conhecimento com dedicação e contribuírem para minha formação.

Ao meu orientador, por me guiar com paciência e generosidade. Nos momentos que eu chegava insegura e cheia de dúvidas, você me devolvia direção e confiança. Sua orientação foi fundamental para este trabalho e para meu crescimento como profissional.

A cada um de vocês: obrigada. Essa vitória não nasceu sozinha. Ela veio da luta, da persistência e do apoio de pessoas incríveis que se tornaram guerreiros nessa batalha.

“Na verdade vos digo: terás a vitória,
mas antes disso Eu, o Senhor teu Deus
te ensinarei a ser forte”

- Josué 19:18

RESUMO

O sistema Compost Barn tem se destacado como alternativa de alojamento intensivo para bovinos leiteiros associando bem-estar animal e elevado potencial produtivo. O presente estudo objetivou analisar índices reprodutivos e produtivos de vacas holandesas criadas nesse sistema, relacionando nível de produção à eficiência reprodutiva e comparando com a literatura. O estudo foi conduzido em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, por meio da análise de dados zootécnicos retrospectivos de 64 vacas holandesas em lactação, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026. Os animais foram distribuídos em três grupos conforme a produção no pico fisiológico: grupo 1 (animais enfermos e baixa produção, abaixo de 25 L), grupo 2 (média produção, entre 25 e 40 L) e grupo 3 (alta produção, acima de 40 L). Foram avaliados parâmetros reprodutivos - intervalo entre partos (IEP), dias em aberto, número de serviços por concepção e período voluntário de espera (PVE) - e produtivos - produção total por lactação, produção média mensal e período em lactação. O grupo 3 apresentou melhores indicadores, com IEP médio de 398 dias, dias em aberto de 122 dias e PVE de 62 dias, maior produção total por lactação (12.471 litros) e menor período em lactação médio (333 dias). Os resultados revelam que, nas condições avaliadas, vacas de alta produção foram capazes de expressar eficiência produtiva e reprodutiva simultaneamente, divergindo do antagonismo descrito na literatura. O sistema pode ter favorecido a redução do balanço energético negativo pós-parto, contribuindo para o retorno precoce à atividade reprodutiva.

Palavras-chave: Bem-estar animal; bovinos leiteiros; eficiência reprodutiva; índices zootécnicos.

ABSTRACT

The Compost Barn system has stood out as an alternative for intensive housing for dairy cattle, combining animal welfare and high productive potential. This study aimed to analyze the reproductive and productive indices of Holstein cows raised in this system, relating production level to reproductive efficiency and comparing it with the literature. The study was conducted on a dairy farm in the state of Goiás, through the analysis of retrospective zootechnical data from 64 lactating Holstein cows, from October 2023 to January 2026. The animals were distributed into three groups according to production at the physiological peak: group 1 (sick animals and low production, below 25 L), group 2 (medium production, between 25 and 40 L) and group 3 (high production, above 40 L). Reproductive parameters – calving interval (CI), days open, number of services per conception, and voluntary waiting period (VWP) – and productive parameters – total milk production per lactation, average monthly milk production, and length of lactation – were evaluated. Group 3 presented the best indicators, with an average CI of 398 days, days open of 122 days, and VWP of 62 days, higher total milk production per lactation (12,471 liters), and a shorter average length of lactation (333 days). The results reveal that, under the evaluated conditions, high-producing cows were able to express productive and reproductive efficiency simultaneously, diverging from the antagonism described in the literature. The system may have favored the reduction of negative postpartum energy balance, contributing to an early return to reproductive activity.

Keywords: Animal welfare; dairy cattle; reproductive efficiency; Holstein breed; zootechnical indices.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Índice de temperatura e umidade (THI) - indicador que une temperatura e umidade em um único valor, amplamente utilizado em pesquisas de conforto térmico bovino. 9
- FIGURA 2 - Instalações do sistema *Compost Barn* da propriedade leiteira avaliada, localizada no estado de Goiás. (A) Área de descanso coletiva com cama composta por maravalha, com reposição realizada com palha de arroz. (B) Pista de alimentação, separada da área de descanso por muro de alvenaria, onde os animais têm acesso aos comedouros e bebedouros. (C) Vista geral do galpão *Compost Barn*, orientado no sentido leste-oeste, com ventilação mecânica e estrutura compatível com o bem-estar animal e as exigências do sistema. 24
- FIGURA 3 - Divisão dos lotes de vacas Holandesas em lactação na propriedade avaliada. (A) Lote 2, composto pelas vacas de média produção (grupo 2, entre 25 e 40 L no pico fisiológico). (B) Lote 1 e 3, reunindo os animais enfermos ou de baixa produção (grupo 1, abaixo de 25 L) e animais de alta produção (grupo 3, acima de 40 L), respectivamente. 25

LISTA DE QUADROS E TABELAS

- TABELA 1 - Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices produtivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa (<25L) contendo 10 animais, média (25-40 L) com 31 animais e alta produção (>40 L) com 23 animais, coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026. 26
- TABELA 2 - Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices reprodutivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa (<25L) contendo 10 animais, média (25-40 L) com 31 animais e alta produção (>40 L) com 23 animais, coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026. 27
- TABELA 3 - Comparação dos índices produtivos e reprodutivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa produção (<25L) contendo 10 animais, média produção (25-40L) com 31 animais e alta produção (>40L) com 23 animais, expressos pelos valores de produção total (L), pico fisiológico (L), média mensal por vaca (L), período de lactação (dias), intervalo entre partos (IEP), dias em aberto e período de espera voluntário (PVE), coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026. 29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BEN – Balanço energético negativo

CCS - Contagem de células somáticas

DEL – Dias em lactação

ECC – Escore de condição corporal

GEE – Gases de efeito estufa

HVLS – High volume low speed (ventiladores de baixa rotação e grande diâmetro)

IA – Inseminação Artificial

IGF-1 - Insulin-like growth factor 1 (fator de crescimento semelhante à insulina)

THI – Índice de temperatura e umidade

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS E TABELAS	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	xi
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 SISTEMA DE CRIAÇÃO <i>COMPOST BARN</i>	3
2.2 CARACTERÍSTICAS DA RAÇA HOLANDESA	5
2.3 DESEMPENHO PRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS	7
2.4 DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS	9
2.5 RELAÇÃO ENTRE SISTEMA DE CRIAÇÃO E DESEMPENHO REPRODUTIVO	11
2.6 COMPARAÇÃO DO SISTEMA <i>COMPOST BARN</i> COM OUTROS SISTEMAS.....	12
CAPÍTULO 3 - ARTIGO ORIGINAL	22
RESUMO.....	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAIS E MÉTODOS	23
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O crescimento da pecuária leiteira nos últimos dez anos se deve, principalmente, à adoção de tecnologias e à potencialização dos sistemas produtivos, fatores responsáveis por elevar a produtividade (Alves *et al.*, 2012). Nesse contexto, a cadeia leiteira apresenta elevada relevância econômica e social, abrangendo mais de um milhão de unidades rurais distribuídas em cerca de 98% dos municípios brasileiros, o que evidencia a sua importância para a geração de renda e o abastecimento alimentar de famílias do meio rural (Rocha *et al.*, 2024).

No Brasil, a produção leiteira apresenta grande variabilidade entre as instalações dentro dos sistemas extensivos, semi-intensivos e intensivos, refletindo diferentes níveis de tecnificação, desde propriedades pouco mecanizadas até altamente tecnificadas (Andrade *et al.*, 2023). Apesar do aumento da produção, nota-se uma diminuição considerável no número de produtores ao longo dos anos, expressando um processo de concentração produtiva (Vilela *et al.*, 2017).

Nesse cenário, fatores como manejo, genética, mão de obra e custo da produção tornam-se determinantes para a competitividade e a permanência dos produtores na atividade. Além disso, a instabilidade dos preços pagos pelo leite, o aumento dos custos de produção e a dependência de insumos externos reforçam a necessidade de uma gestão eficiente e do conhecimento do custo por litro de leite produzido (Lopes *et al.*, 2009; Vaz *et al.*, 2023).

Para obtenção de bons resultados econômicos, é primordial associar uma adequada composição genética do rebanho a boas condições de alojamento e a um bom manejo (Inchaisri *et al.*, 2010). Dentre os componentes dos sistemas de produção, o sistema de alojamento tem se destacado como fator influente na saúde dos animais, no desempenho da lactação e na reprodução, especialmente quando relacionado a situações de estresse (Solano *et al.*, 2016).

O desempenho reprodutivo tem forte relevância na produtividade e na rentabilidade da atividade leiteira, razão pela qual diversas medidas vêm sendo adotadas com intuito de melhorar os índices reprodutivos do rebanho (Rocha, 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo estimar os principais índices reprodutivos de vacas da raça holandesa, submetidas ao sistema intensivo de *Compost Barn*, relacionando a alta produção leiteira à eficiência reprodutiva, destacando seus benefícios ao produtor.

1. OBJETIVOS GERAIS

Estimar os índices reprodutivos mais relevantes de vacas holandesas, submetidas em sistema intensivo de Compost Barn, estabelecendo uma relação entre alta produção leiteira com a eficiência reprodutiva.

1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Classificar os parâmetros produtivos de vacas Holandesas criadas em *Compost Barn*, incluindo produção média diária, período de lactação e pico de lactação;
- Classificar as evidências reprodutivas, sendo elas: intervalo entre partos, taxa de concepção, período de serviço, número de serviços e manejo reprodutivo adotado;
- Examinar, a partir da análise desses dados, se animais de alta produção manifestam maior dificuldade de emprenhar;
- Estimar se o sistema *Compost Barn* viabiliza melhores resultados nos parâmetros produtivos e reprodutivos, destacando seus benefícios e sua rentabilidade ao produtor.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA DE CRIAÇÃO *COMPOST BARN*

O sistema *Compost Barn*, foi desenvolvido inicialmente na década de 1980, no estado de Virgínia (Damasceno *et al.*, 2022), a partir desse período, o sistema passou a ser difundido em diversas regiões do mundo, impulsionando novas construções. Esse crescimento ocorreu, principalmente, em razão de sua viabilidade econômica e por representar boa alternativa para os produtores que buscam reestruturar a infraestrutura de produção (Silva *et al.*, 2014).

O sistema em questão, é derivado do modelo *Loose Housing*, caracterizado por uma área coletiva, contendo cama de serragem, areia ou outro tipo de material. Neste sistema não é realizado o revolvimento da cama, acumulando dejetos dos animais, aumentando contaminações, especialmente nos cascos dos animais e na glândula mamária, elevando a ocorrência de afecções podais e mastite, respectivamente (Barberg *et al.*, 2007).

Diante disso, surgiu o sistema de compostagem, que utiliza os resíduos orgânicos como cama, viabilizando sua oxigenação e favorecendo a decomposição acelerada da matéria. O aperfeiçoamento da higiene da instalação, a melhoria do bem estar dos animais e o valor incorporado ao esterco, foram alguns dos impactos positivos mencionados pelos produtores (Silva *et al.*, 2014).

Segundo Barberg *et al.*, 2007, o *Compost Barn* apresenta uma zona de descanso partilhada constituída por maravalha ou serragem, que diariamente é revirada com auxílio de maquinários, visando envolver o esterco e desumidificar a região. O corredor destinado a alimentação é separado por um pequeno muro de alvenaria de aproximadamente 1,2 m de altura.

O modelo de compostagem descrito, é classificado como um sistema flexível, possuindo variação estrutural entre países, variando de acordo com os climas existentes, podendo assumir diferentes estruturas, com adaptações observadas em diferentes regiões, onde sistemas híbridos visam aprimorar a ventilação e o controle da umidade da cama quando presente em climas tropicais (Leso *et al.*, 2020).

No Brasil, a sua construção apresenta área de descanso, comedouros, bebedouros, corredor destinado a alimentação e regiões onde são realizados os manejos. Geralmente, construídos no sentido leste-oeste, buscando diminuir a radiação solar sobre a cama durante as horas mais quentes do dia, viabilizando a manutenção de condições mais homogêneas e

reduzindo a concentração de animais em áreas específicas (R. R. Andrade *et al.*, 2024).

Segundo Janni *et al.*, 2007, o manejo da cama é fator primordial para o sucesso do sistema, a compostagem deve atingir uma temperatura entre 54° C e 65° C que reduzirá a umidade superficial permitindo a inativação de patógenos e vírus. A permanência dessa temperatura por 3 ou 4 dias contribui com a erradicação de sementes de plantas daninhas e larvas de moscas. Além do mais, a profundidade da cama recomendada ultrapassa 30 cm de espessura auxiliando a manutenção da atividade microbiológica, garantindo o calor adequado (Black *et al.*, 2013).

A umidade da cama deve ser analisada tanto na superfície quanto em camadas mais internas, visto que no seu interior é necessário umidade suficiente para manter atividade microbiológica e a camada externa precisa manter-se seca, a fim de evitar contato do úbere com substratos (Black *et al.*, 2014). Falhas no controle de umidade na cobertura pode acarretar em aumento da incidência de mastite e elevação na CCS (contagem de células somáticas) (Husfeldt *et al.*, 2012).

Avaliando os parâmetros de sustentabilidade desse tipo de instalação, se torna indispensável o manejo correto da cama, com enfoque na redução da produção e emissão de gases de efeito estufa (GEE), assim como o metano (Cardoso *et al.*, 2025). De forma a garantir tal condição, a faixa ideal da umidade está entre 40 e 50%, proporcionando a atividade microbiana, elevando o rendimento da compostagem e reduzindo a emissão de GEE (Inácio, 2009).

Neste sistema de criação, é fundamental que as vacas disponham de uma área adequada de cama, geralmente pode variar entre 7,4 e 15m² por animal. Essa oscilação varia conforme a condição climática, o tipo de material utilizado na cama, manejo empregado além das particularidades do rebanho (Leso *et al.*, 2020).

No que se diz respeito à ventilação presente nesse sistema, demonstra-se dupla função, controle da umidade e eficiência da compostagem, além de promover o bem-estar térmico das vacas. Segundo Lobeck *et al.*, 2012, galpões mal ventilados, acumulam vapor de água e aumentam a umidade da cama, reduzindo a aeração e a atividade microbiana. Consequentemente, há menor produção e retenção de calor interno na cama, tornando a compostagem ineficiente. Apesar do vento advindo da natureza contribuir com a renovação do ar, seu rendimento depende de condições de climatização local. Já a ventilação mecânica garante fluxo de ar constante, sem depender de vento externo e melhora o conforto térmico dos animais, que passam mais tempo deitadas e diminuem o estresse térmico (Bewley, 2012).

Visto isso, temos diversos tipos de ventiladores mecânicos que podem ser implementados, sendo os mais habituais os ventiladores axiais convencionais, que direciona o fluxo de ar direto na cama. Como alternativa, podem ser empregados, ventiladores baixa rotação e grande diâmetro (HVLS), capazes de circular grande massa de ar uniformemente (Bewley, 2012).

Entretanto, o conforto animal pode variar de acordo com a taxa de lotação, do total de dejetos armazenados na cama, da atividade microbiana e também do teor de umidade da superfície. Ademais, nesse tipo de sistema, os animais apresentam maior facilidade de adaptação quando comparados a outros sistemas intensivos (Leso *et al.*, 2020).

Os benefícios associados a essa prática incluem a extensão da vida produtiva dos animais, advindo do conforto oferecido, a otimização nas práticas de manejo, a elevação da produtividade aliada a melhoria da qualidade do leite, em função das melhores condições de higiene, e por fim, o fortalecimento do sistema imunológico das vacas correlacionado ao conforto em condições adequadas (Brito, 2016).

2.2 CARACTERÍSTICAS DA RAÇA HOLANDESA

A raça Holandesa de origem europeia se destaca pela sua produção leiteira, reconhecida historicamente por sua seleção genética com foco no aumento da produtividade. No Brasil, durante o período colonial, os primeiros animais da raça chegaram e foram consolidados como base na bovinocultura leiteira nacional, principalmente em sistemas intensivos. Sua grande difusão mundial está relacionada à alta capacidade produtiva e à existência de linhagens adaptadas a diferentes finalidades produtivas (Silveira, 2023).

Entre as raças bovinas, a raça Holandesa é consideravelmente reconhecida como a de maior produtividade leiteira, ressaltando-se pela produção diária e pelo elevado volume de leite durante a lactação. Em sistemas intensivos, quando manejados de forma adequada, as vacas Holandesas produzem mais de 30 kg de leite por dia, podendo ultrapassar 50kg por dia em animais de alto mérito genético. Essa eficiência é reflexo do intenso melhoramento genético que vem sendo trabalhado, direcionado à produção, resultando em alta eficiência econômica e grande importância da raça para a cadeia produtiva (Oltenacu & Broom, 2010; Dong *et al.*, 2023).

Do ponto de vista zootécnico, a raça caracteriza-se pelo grande porte corporal e

elevada habilidade de ingestão de matéria seca além de conformação adequada para adaptar-se a altas produções de leite. Vacas adultas possuem peso corporal entre 600 e 700 kg e altura na cernelha variando de 1,40 a 1,60 m. Além disso, possui úbere volumoso, simétrico e bem aderido, com boa persistência de lactação e rápida resposta à seleção genética. Particularidades fundamentais para o sucesso em sistemas intensivos de produção (Heinrichs & Hargrove, 1987; Medeiros *et al.*, 2024).

A persistência de lactação é uma das características relevantes da raça, permitindo que os animais mantenham elevados níveis de produção por longos períodos após o pico de lactação. Essa condição contribui para maior rendimento total por lactação, trazendo impactos positivos a rentabilidade da atividade. Portanto, essa persistência depende diretamente de condições adequadas de nutrição e manejo (Seymour *et al.*, 2021; Dong *et al.*, 2023).

O elevado potencial produtivo está intimamente ligado a suas particularidades fisiológicas, incluindo maior demanda metabólica e exigências nutricionais elevadas. Estudos demonstram que vacas holandesas de alta produção apresentam diferenças fisiológicas marcantes quando comparadas a animais de menor desempenho, o que reflete maior eficiência produtiva, porém maior intolerância a falhas de manejo, nutrição inadequada e estresse térmico. Dessa forma, o suprimento das exigências nutricionais se torna fundamental para a manutenção da produtividade e da saúde desses animais (Dong *et al.*, 2023; Augusto, 2023).

Devido a elevada produção metabólica de calor e a sensibilidade ao estresse térmico, a raça holandesa é frequentemente associada a estruturas de alojamento que proporcionam maior conforto térmico e bem-estar animal, como por exemplo, o *Compost Barn*. Esse sistema favorece melhor ventilação, liberdade de movimento e condições adequadas de descanso, sendo indicado a vacas de alta produção. Assim, observa-se que a maioria dos *Compost Barn* instalados é integrado predominantemente por vacas Holandesas ou mestiças com elevado grau de sangue holandês, associando às exigências de conforto ambiental com o elevado potencial produtivo da raça (Ofner-Schröck *et al.*, 2015; Augusto, 2023).

À medida que a produtividade aumenta, as margens de erro no manejo se tornam menores, ou seja, vacas de alta produção operam próximas aos seus limites fisiológicos, o que as torna mais susceptíveis aos efeitos negativos de qualquer falha no manejo, tornando a adoção de sistemas intensivos tecnificados uma condição primordial para a expressão do potencial genético da raça. Dessa forma a eficiência da raça está associada à adoção de melhores práticas de manejo e à profissionalização da atividade (Brito *et al.*, 2025).

A ampla utilização da raça Holandesa ao redor do mundo evidencia sua importância

estratégica para o desenvolvimento da pecuária leiteira, tanto em sistemas intensivos quanto em programas de cruzamento. No Brasil, a raça é extensamente empregada como base genética para a formação de animais mestiços, pra aliar o potencial produtivo à maior adaptabilidade às condições tropicais (Silveira, 2023).

2.3 DESEMPENHO PRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS

Como resultado da interação entre genética, fatores fisiológicos, ambientais e manejo temos o desempenho produtivo em vacas leiteiras, fator determinante para eficiência técnica e econômica dos sistemas de produção. A raça Holandesa se destaca mundialmente pelo alto potencial produtivo, resultado do intenso melhoramento genético voltado ao aumento do volume de leite produzido. No entanto, a expressão desse potencial depende do manejo nutricional, sanitário, reprodutivo e ambiental, demonstrando que a alta produtividade não está ligada apenas ao mérito genético do animal (Augusto, 2023; Hu *et al.*, 2021).

A conformação anatômica das vacas leiteiras influencia de forma direta sobre o desempenho produtivo, principalmente no que se diz respeito ao desenvolvimento do úbere. Fêmeas Holandesas apresentam úbere volumoso, simétrico, bem inserido e com boa vascularização, fatores essenciais para sustentar elevadas produções diárias. Além disso, a correta posição das tetas favorece a eficiência da ordenha mecanizada, reduz perdas produtivas e contribui para a saúde da glândula mamária, trazendo impactos positivos ao longo da lactação (Freitas *et al.*, 2002).

A alta produção de leite constitui o principal traço zootécnico da raça Holandesa, que geralmente lidera os indicadores produtivos em diferentes sistemas de produção no mundo. Embora vinculada a menores percentuais de gordura e proteína, o melhoramento genético tem promovido avanços no rendimento desses sólidos, atendendo às exigências da indústria láctea. Visto isso, temos que a produção acumulada durante uma lactação é um indicador do desempenho do animal, pois avalia não só o pico de produção, mas também a persistência da lactação, garantindo condições importantes para tomadas de decisão no quesito manejo, seleção e descarte de vacas no rebanho (Cole & VanRaden, 2006).

O escore de condição corporal (ECC) é uma ferramenta utilizada para monitorar o estado nutricional e energético das vacas leiteiras e sua relação com a produção de leite. Fêmeas com ECC adequado no momento do parto, tendem a expressar maiores picos de produção e

melhor persistência de lactação. Em contrapartida, vacas excessivamente magras ou obesas apresentam maiores incidências de distúrbios metabólicos, redução do consumo alimentar e prejuízos no desempenho produtivo, enfatizando a relevância do manejo nutricional no período de transição (Rennó *et al.*, 2006; Francisco *et al.*, 2024).

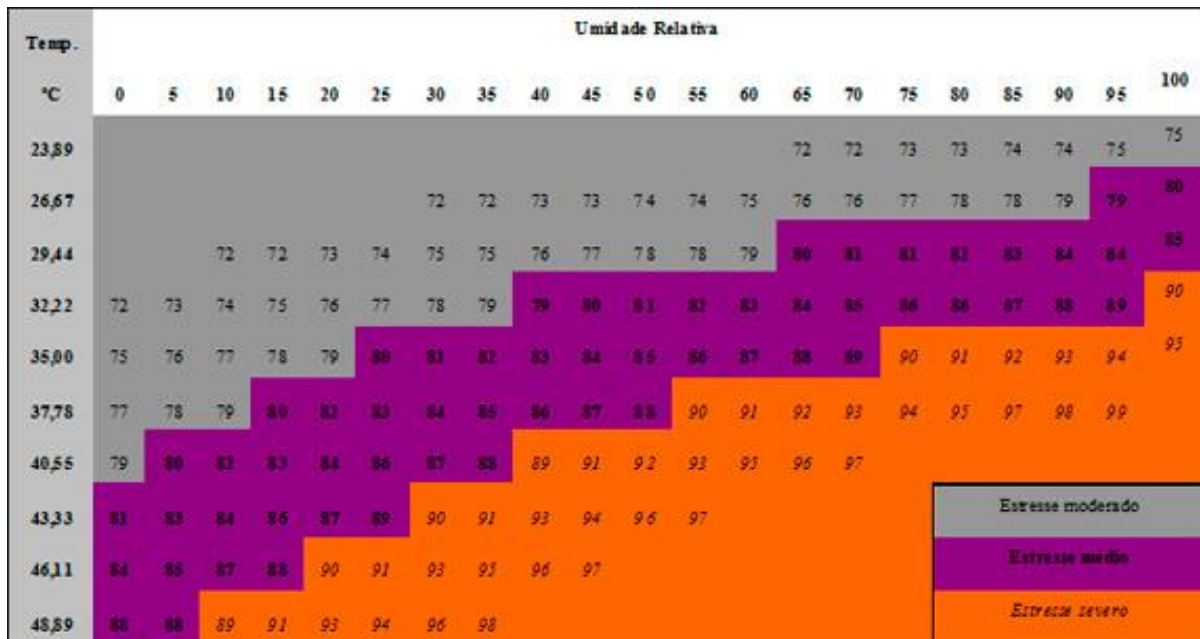
O Escore de Condição Corporal (ECC) é uma ferramenta de avaliação que estima as reservas de gordura do animal por meio de observação visual e palpação de pontos anatômicos específicos, como garupa, costelas e processos vertebrais lombares, sendo atribuída uma pontuação em escala de 1 a 5, na qual valores baixos indicam emaciação e valores altos correspondem à obesidade (BEWLEY; SCHUTZ, 2008).

Para vacas da raça Holandesa, o escore ideal ao parto situa-se entre 3,0 e 3,5 na escala de cinco pontos, sendo que valores acima desse intervalo resultam em reduções na produção de leite e no percentual de proteína, além de maior predisposição à cetose e esteatose hepática, enquanto vacas que parem com ECC baixo apresentam menor eficiência reprodutiva, maiores chances a doenças infecciosas e menor produção leiteira na lactação (ROCHE *et al.*, 2009; PIRES *et al.*, 2013).

Durante o período seco, a meta recomendada é de 3,5, e no início da lactação admite-se perda máxima de 0,5 ponto, visto que as vacas naturalmente entram em balanço energético negativo nas primeiras semanas pós-parto e à maior demanda energética para suporte à produção de leite (ROCHE *et al.*, 2009).

Outro fator de forte influência na produtividade é o ambiente, com foco para o estresse térmico, visto que a raça em questão apresenta zona de termoneutralidade relativamente estreita, com sensibilidade a temperaturas elevadas. O estresse térmico reduz o consumo de matéria seca, comprometendo o metabolismo energético e resultando em uma queda considerável da produção de leite. Dessa forma, o uso de medidas preventivas, como ventilação, sombreamento e sistemas de aspersão, se tornam fundamentais para manter altos índices produtivos, com destaque para regiões de clima tropical (Augusto, 2023; Summer *et al.*, 2019).

Figura 1- Índice de temperatura e umidade (THI) - indicador que une temperatura e umidade em um único valor,



amplamente utilizado em pesquisas de conforto térmico bovino.

Fonte: Milk Point (Adaptado de Johnson et al. 1962)

2.4 DESEMPENHO REPRODUTIVO EM VACAS LEITEIRAS

O desempenho reprodutivo em vacas leiteiras é um dos pilares da eficiência produtiva e econômica dentro dos sistemas de produção, visto que delimita o intervalo entre partos, a evolução de reposição e a manifestação do potencial genético para produção de leite. Após décadas de declínio nas taxas reprodutivas, associado ao aumento da produção leiteira, observou-se uma reversão dessa tendência a partir do início dos anos 2000, impulsionada principalmente pela adoção de biotécnicas, pelo avanço na seleção genética para fertilidade e pela melhoria no manejo e conforto dos animais (Fricke & Wiltbank, 2022). Dados históricos indicam que, nos anos de 1950 e 1960, as taxas de concepção variavam entre 60 e 65%, em contrapartida, nos dias atuais, muitos rebanhos comerciais consideram taxas em torno de 30 a 35%, comprovando uma queda acentuada da fertilidade ao longo do tempo (Augusto, 2023).

Essa redução no desempenho reprodutivo acontece em decorrência do intenso avanço genético direcionado ao aumento da produção de leite. O maior rendimento leiteiro exige altas

necessidades energéticas à vaca, sobretudo voltadas à glândula mamária, diminuindo a disponibilidade de nutrientes para outros processos fisiológicos, dentre eles a reprodução. Nesse contexto, o início da lactação é definido por um período de balanço energético negativo, no qual o catabolismo tecidual, principalmente de reservas lipídicas, resulta em perda de peso corporal e prejudica o retorno da atividade ovariana no período pós-parto, atrasando a ovulação e reduzindo as taxas de prenhez (Butler, 2003; Nebel & Mcgilliard, 1992).

A mobilização excessiva de reservas corporais reduz as concentrações circulantes de insulina e IGF-1, que são hormônios essenciais para o desenvolvimento folicular e para correta resposta ovariana às gonadotrofinas. Além disso, a seleção genética que vem sendo trabalhada visando o aumento da produtividade, está relacionada ao aumento das concentrações de somatotropina, contribuindo com a distribuição de nutrientes para a lactação, porém prejudicando a função reprodutiva, quando há insuficiência nutricional (Nebel & Mcgilliard, 1992; Walsh *et al.*, 2011).

Estudos demonstram que a relação entre produção de leite e fertilidade apresenta caráter antagônico em nível individual. Walsh *et al.* 2011 destacaram que a fertilidade em vacas leiteiras declinou ao longo das últimas décadas à medida que a produção de leite por vaca aumentou, causando atraso na retomada da ciclicidade ovariana, com consequente aumento no número de serviços por concepção e extensão dos dias em aberto.

Além disso, a competência reprodutiva tem forte impacto sobre a lucratividade dentro dos sistemas leiteiros. A reprodução regula a evolução de vacas primíparas para múltiparas, influenciando a produção média por lactação, estabelecendo o número de fêmeas disponíveis para reposição e comprometendo o progresso genético do rebanho. A incapacidade de implantar e manter uma prenhez em tempo adequado resulta em aumento no custo por prenhez, maior tempo de permanência de vacas de baixa produção dentro do rebanho e redução no ganho genético anual (Augusto, 2023; Bisinotto *et al.*, 2012).

Entretanto, a ineficiência reprodutiva aumenta custos operacionais e sanitários, uma vez que a permanência de altas taxas de descarte em situações de baixa fertilidade podem exigir aquisição de novilhas externas, muitas vezes com mérito genético inferior, além de elevar os riscos de sanidade, podendo comprometer também a biossegurança do sistema (Lucy, 2001; Ribeiro *et al.*, 2012).

Doenças metabólicas e uterinas do período de transição exercem impacto marcante sobre o desempenho reprodutivo. Afecções como retenção de membranas fetais, metrite, endometrite clínica, mastite e claudicação estão associadas à anovulação, aumento dos dias em

aberto e à maior incidência de perdas embrionárias precoces. A chance de manifestação dessas enfermidades é maior no início da lactação, quando o balanço energético negativo (BEN) e a imunossupressão dos animais os tornam mais suscetíveis a distúrbios infecciosos e metabólicos (Pinedo *et al.*, 2020; Walsh *et al.*, 2011).

O aumento da produtividade leiteira está associado a maior susceptibilidade das vacas às doenças metabólicas do período de transição, como cetose, hipocalcemia (febre do leite), acidose ruminal subaguda e deslocamento de abomaso, condições que comprometem simultaneamente a saúde, o bem-estar e o desempenho reprodutivo dos animais (Buczková *et al.*, 2024; Ingvarlsen, 2006).

Além disso, dentre as enfermidades metabólicas, destaca-se o deslocamento de abomaso, comumente presente em rebanhos leiteiros em período de transição, ligada ao BEN. Essa afecção compromete a lactação e está dentro do conjunto de distúrbios que elevam os prejuízos produtivos e econômicos no sistema (Ingvarlsen, 2006).

Pesquisas realizadas propõem o uso de índices reprodutivos como ferramentas para avaliar de forma sistemática a fertilidade das vacas leiteiras. Esses dados combinam informações relacionadas à saúde uterina, metabolismo energético, retomada da ovulação e produção de leite, possibilitando a identificação de animais com maior ou menor chance de sucesso reprodutivo. Resultados obtidos, demonstram que vacas com baixo potencial reprodutivo apresentam maiores intervalos entre o parto e a concepção, maior número de serviços por prenhez, maiores taxas de perdas gestacionais e menor permanência no rebanho, ressaltando o vínculo entre saúde, produção e reprodução (Pinedo *et al.*, 2020).

Apesar do antagonismo observado, dados indicam que rebanhos de alta produção podem alcançar bom desempenho reprodutivo quando expostos a manejo nutricional adequado, controle rigoroso de enfermidades pós-parto e eficiência na detecção de estro (Laben *et al.*, 1982). Em alguns casos, rebanhos altamente produtivos têm adotado intervalo entre partos mais longos, quando relacionados à elevada persistência de lactação e ao uso de somatotropina bovina, com objetivo de obter maior retorno econômico sem comprometimento grave da fertilidade (Augusto, 2023).

2.5 RELAÇÃO ENTRE SISTEMA DE CRIAÇÃO E DESEMPENHO REPRODUTIVO

O sistema de criação de bovinos leiteiros tem influência direta sobre o desempenho

reprodutivo de fêmeas, visto que afeta o conforto, o bem-estar animal e a chance de incidência de distrúrbios clínicos. Ambientes que limitam a movimentação, dispõe de pisos inadequados ou geram alto nível de estresse, tendem a comprometer a expressão dos comportamentos naturais do estro, impactando de forma negativa a eficiência dos programas reprodutivos (Sprecher *et al.*, 1996; Palmer *et al.*, 2010).

Segundo Sprecher *et al.*, 1996, vacas com escores elevados de claudicação apresentam maiores intervalos entre parto e o primeiro serviço, aumentando os dias em aberto, maior número de serviços por gestação e maior risco de descarte. A dor e o desconforto associado a esse distúrbio, reduzem a atividade dos animais, dificultando comportamentos característicos do estro, como a monta e a aceitação da monta, consequentemente reduzindo a eficácia na detecção do cio e comprometendo o sucesso da inseminação artificial.

A eficiência da reprodução está associada ao nível de conforto proporcionado pelo tipo de alojamento em que o animal é submetido. Estruturas que viabilizam maior tempo de descanso e menor tempo em estação reduzem o estresse fisiológico e colaboram com a manutenção do equilíbrio hormonal necessário à ciclicidade ovariana. Nesse caso, melhorias relacionadas ao bem-estar animal estão relacionadas com melhores taxas reprodutivas, incluindo redução do intervalo entre parto e concepção, crescimento da taxa de detecção de estro e aumento das taxas de prenhez, melhorando assim a fertilidade do rebanho (Barberg *et al.*, 2007; Leso *et al.*, 2020).

No contexto geral, a literatura mostra que estruturas de criação que oferecem maior conforto, reduzem a ocorrência de lesões locomotoras e proporcionam a expressão dos comportamentos naturais do estro, favorecem melhores índices em vacas leiteiras. Portanto, esses fatores dependem do manejo adequado do sistema empregado, visto que falhas podem anular efeitos positivos (Leso *et al.*, 2020).

2.6 COMPARAÇÃO DO SISTEMA *COMPOST BARN* COM OUTROS SISTEMAS

Os sistemas de criação de bovinos leiteiros diferenciam-se considerando o nível de intensificação, exigência de manejo, custos de implantação e resultado sobre o conforto e o desempenho individual dos animais. Entre os principais sistemas adotados temos, o *Tie Stall*, o *Loose Housing*, o *Free Stall*, os sistemas a pasto e o *Compost Barn*, sendo este último uma alternativa mais atual no Brasil, implantado com objetivo de intensificar a produção, melhorar

o bem-estar e a sustentabilidade ambiental (R. R. Andrade *et al.*, 2022; Silva & Rosa, 2022).

O sistema *Tie Stall* caracteriza-se pela contenção individual das vacas, buscando facilitar o manejo alimentar e também sanitário, portanto estabelece limitações à movimentação dos animais. Essas restrições dificultam a expressão de comportamentos naturais e está diretamente relacionada com elevados índices de estresse, problemas locomotores, tornando o sistema cada vez menos aceito sob a perspectiva de bem-estar e eficiência produtiva, principalmente em rebanhos maiores (R. R. Andrade *et al.*, 2022).

Já o sistema *Loose Housing* representa uma evolução do sistema citado anteriormente, oferecendo áreas coletivas de descanso com cama, possibilitando maior liberdade de movimentação. Entretanto, tal sistema necessita de áreas extensas, e possui entrave quando se trata de higienização da cama, podendo resultar em pisos úmidos quando o manejo não é feito da forma correta (R. R. Andrade *et al.*, 2022).

Por sua vez, o sistema *Free Stall* é um dos mais difundidos no Brasil, especialmente em fazendas de grande porte. Dispõe de baias individuais, com camas de areia, borracha ou colchões e pisos concretados, o que facilita o controle de higiene e maior organização da área. Apesar disso, quando mal estruturado, pode limitar o conforto durante o período de descanso, aumentando as lesões nos cascos e reduzindo a expressão de estro (R. R. Andrade *et al.*, 2022; Pinheiro *et al.*, 2021).

Em contrapartida, o sistema *Compost Barn* apresenta vantagens sobre o *Free Stall* no quesito conforto animal. A cama coletiva é composta por materiais orgânicos, sendo serragem ou maravalha, com revolvimento diário, garantindo uma superfície mais macia, o que promove maior tempo de permanência em decúbito, melhorando o bem-estar geral das vacas (Leso *et al.*, 2020; Silva & Rosa, 2022).

Em relação aos sistemas tradicionais de pastagens, estes possuem menores custos de implantação e alimentação, sendo, portanto, economicamente mais atrativos para fazendas de pequeno porte ou com menor produção diária. Contudo, está submetida às variações climáticas, desafios sanitários e menor expectativa produtiva (Michels *et al.*, 2019; Pinheiro *et al.*, 2021).

Sob a perspectiva econômica, estudos apontam que o sistema *Compost Barn* exige maior investimento inicial e exibe elevados custos operacionais quando comparados ao sistema a pasto. No entanto, demonstra melhor desempenho econômico em médio e longo prazo, principalmente em fazendas de alta produção diária, em decorrência do aumento de produtividade individual (Pinheiro *et al.*, 2021; Silva & Rosa, 2022).

Apesar das diversas vantagens, o sistema *Compost Barn* apresenta também

desvantagens, como no caso do manejo da cama inadequado, elevando a umidade, revolvimento e ventilação incorreta, aumenta a incidência de sujidade corporal, maior risco de mastite ambiental e comprometendo a compostagem, eliminando os benefícios do sistema. Visto isso, o sucesso deste sistema está ligado à capacitação técnica e à adoção de práticas adequadas de manejo (Leso *et al.*, 2020; R. R. Andrade *et al.*, 2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES E; SOUZA G S; ROCHA D P. Lucratividade da agricultura. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 21, n. 2, p. 45-57, abr./jun. 2012.
- ANDRADE R G; OLIVEIRA S J de M; HOTT M C; DE MAGALHÃES JUNIOR W C P; CARVALHO G R; DA ROCHA D T. Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no Brasil. Revista Foco, v. 16, n. 5, e1888, 2023. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n5-075>
- ANDRADE R R; SOUZA C de F; BAÊTA F da C. Instalações para bovinocultura leiteira free stall, tie stall, loose housing e compost barn. Revista Brasileira de Buiatria, v. 3, n. 2, p. 26-40, 2022. <https://doi.org/10.4322/2763-955x.2022.x005>
- ANDRADE R R; TINÔCO I de F F; DAMASCENO F A; OLIVEIRA C E A; CONCHA M S; ZACARONI O de F; BAMBI G; BARBARI M. Understanding compost-bedded pack barn systems in tropical climate regions: a review of the current state-of-the-art. 2024. <https://doi.org/10.20944/preprints202404.1841.v1>
- AUGUSTO B S. Importância da raça holandesa na pecuária leiteira: revisão bibliográfica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2023.
- BARBERG A E; ENDRES M I; SALFER J A; RENEAU J K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. Journal of Dairy Science, v. 90, p. 1575-1583, 2007.
- BEWLEY, J. M.; SCHUTZ, M. M. An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, v. 24, p. 507–529, 2008.
- BEWLEY J. Compost bedded pack barn design: features and management considerations. Lexington: University of Kentucky Cooperative Extension Service, 2012.
- BISINOTTO R S; GRECO L F; RIBEIRO E S; MARTINEZ N; LIMA F S; STAPLES C R; THATCHER W W; SANTOS J E P. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. Animal Reproduction, v. 9, n. 3, p. 260-272, 2012.
- BLACK R A; TARABA J L; DAY G B; DAMASCENO F A; BEWLEY J M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. Journal of Dairy Science, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6778>
- BLACK R A; TARABA J L; DAY G B; DAMASCENO F A; NEWMAN M C; AKERS K A; WOOD C L; McQUERRY K J; BEWLEY J M. The relationship between compost bedded pack

performance, management, and bacterial counts. *Journal of Dairy Science*, v. 97, n. 5, p. 2669-2679, 2014. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6779>

BRITO E C. Produção intensiva de leite em compost barn: uma avaliação técnica e econômica sobre a sua viabilidade. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

BRITO L F; HERINGSTAD B; KLAAS I C; SCHODL K; CABRERA V E; STYGAR A; IWERSEN M; HASKELL M J; STOCK K F; GENGLER N; BEWLEY J; HOSTENS M; VASSEUR E; EGGER-DANNER C. Invited review: using data from sensors and other precision farming technologies to enhance the sustainability of dairy cattle breeding programs. *Journal of Dairy Science*, v. 108, n. 10, p. 10447-10474, 2025. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26554>

BUTLER W R. Energy balance relationships with follicular development ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, v. 83, n. 2-3, p. 211-218, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)

BUTLER W R; SMITH R D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 72, n. 3, p. 767-783, 1989. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79169-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4)

COLE J B; VANRADEN P M. Genetic evaluation and best prediction of lactation persistency. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 7, p. 2722-2728, 2006. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72348-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72348-7)

DAMASCENO F A; DAY G B; TARABA J L; OLIVEIRA C E A; ANDRADE R R; FRIGERI K D M; VIEIRA F M C; BARBARI M; BAMBI G. Compost dairy barn layout and management recommendations in Kentucky: a descriptive study. *Animals*, v. 12, n. 23, 2022. <https://doi.org/10.3390/ani12233324>

DE VRIES A. Economic value of pregnancy in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 10, p. 3876-3885, 2006. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72430-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72430-4)

DENIS TEIXEIRA DA ROCHA; JOEL CARNEIRO DE RESENDE; PAULO DO CARMO MARTINS. Evolução tecnológica da atividade leiteira no Brasil: uma visão a partir do sistema de produção da Embrapa Gado de Leite. Brasília: Embrapa, 2018.

DENIS TEIXEIRA DA ROCHA; GLAUCO RODRIGUES CUNHA; ÂNGELA DE FÁTIMA LOPES. Bovinocultura de leite no Brasil: evolução e tendências. In: Exigências nutricionais de zebuínos leiteiros e cruzados – BR-LEITE. 1. ed. [S.l.]: Editora Scienza, 2024. p. 1-8.

DONG J; LIU Y; LI S; SUN Z; CHEN X; WANG D; QIN G; ZHANG X; ASCHALEW N D;

- WANG T; ZHEN Y. The physiological dissimilarities of Holstein dairy cows with different milk yields. *Veterinary Medicine and Science*, v. 9, n. 1, p. 429-442, 2023. <https://doi.org/10.1002/vms3.966>
- FRANCISCO L; PFEIFER M; SILVA K A da; LIMA R A de. Índice de escore de condição corporal e potencial produtivo de rebanhos leiteiros. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2024. (Comunicado Técnico).
- FREITAS A F; TEIXEIRA N M; DURÃES M C; FREITAS M S; BARRA R B. Parâmetros genéticos para características lineares de úbere: escore final de tipo, produção de leite e produção de gordura na raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 54, n. 5, p. 485-491, 2002.
- FRICKE, P. M.; WILTBANK, M. C. Development and application of fertility programs for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 105, n. 5, p. 3753–3774, 2022.
- HEINRICHS A J; HARGROVE G L. Standards of weight and height for Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 70, n. 3, p. 653-660, 1987. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(87\)80055-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(87)80055-3)
- HU H; MU T; MA Y; WANG X P; MA Y. Analysis of longevity traits in Holstein cattle: a review. *Frontiers in Genetics*, v. 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.695543>
- HUSFELDT A W; ENDRES M I; SALFER J A; JANNI K A. Management and characteristics of recycled manure solids used for bedding in Midwest freestall dairy herds. *Journal of Dairy Science*, v. 95, n. 4, p. 2195-2203, 2012. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5105>
- INÁCIO C de T; MILLER P R M. Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.
- INCHAISRI C; JORRITSMA R; VOS P L A M; VAN DER WEIJDEN G C; HOGEVEEN H. Economic consequences of reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology*, v. 74, n. 5, p. 835-846, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.04.008>
- INGVARTSEN K L. Feeding- and management-related diseases in the transition cow: physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Animal Feed Science and Technology*, v. 126, n. 3-4, p. 175-213, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.08.003>
- JANNI K A; ENDRES M I; RENEAU J K; SCHOPER W W. Compost dairy barn layout and management recommendations. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 23, n. 1, p. 97-102, 2007.
- LABEN R L; SHANKS R; BERGER P J; FREEMAN A E. Factors affecting milk yield and

- reproductive performance. *Journal of Dairy Science*, v. 65, n. 6, p. 1004-1015, 1982. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82302-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82302-3)
- LeBLANC S J. Is a high level of milk production compatible with good reproductive performance in dairy cows? *Animal Frontiers*, v. 3, n. 4, p. 84-91, 2013. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0038>
- 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.
- LESO L; BARBARI M; LOPES M A; DAMASCENO F A; GALAMA P; TARABA J L; KUIPERS A. Invited review: compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 2, p. 1072-1099, 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16864>
- LOBECK K M; ENDRES M I; JANNI K A; GODDEN S M; FETROW J. Environmental characteristics and bacterial counts in bedding and milk bulk tank of low profile cross-ventilated, naturally ventilated, and compost bedded pack dairy barns. *Applied Engineering in Agriculture*, v. 28, n. 1, p. 117-128, 2012.
- LUCY M C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, v. 84, n. 6, p. 1277-1293, 2001. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)70158-0)
- MACHADO CARDOSO G; MACHADO DE MELO JUNIOR A; OLIVEIRA BARROS N; RIBEIRO TOMICH T; DE SÁ GUIMARÃES A; CAMPOS DE CARVALHO B; HENRIQUE OTENIO M. Manejo da cama de compost barn para redução das emissões de gases do efeito estufa. [S.l.]: Embrapa, 2025. (Comunicado Técnico).
- MARTINS T M; SANTOS R L; PAIXÃO T A; COSTA É A; PIRES A C; BORGES Á M. Aspectos reprodutivos e produtivos de vacas da raça Holandesa com puerpério normal ou patológico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 5, p. 1348-1356, 2013.
- McMANUS C; LOUVANDINI H; FALCÃO A; SOARES GARCIA J A; SAUERESSIG M G. Parâmetros reprodutivos para gado holandês em confinamento total no Centro-Oeste do Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v. 9, n. 2, p. 379-387, 2008.
- MEDEIROS G C; FERRAZ J B S; PEDROSA V B; CHEN S Y; DOUCETTE J S; BOERMAN J P; BRITO L F. Genetic parameters for udder conformation traits derived from Cartesian coordinates generated by robotic milking systems in North American Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 107, n. 9, p. 7038-7051, 2024. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24208>
- MICHELS A; SOTT V R; PIGOSSO L M; LUNKES S F. Custo na produção leiteira: um

comparativo entre o sistema tradicional e o sistema compost barn em uma propriedade do oeste de Santa Catarina. *Custos e @gronegócio*, v. 15, n. 3, p. 2-22, 2019.

MŁYNEK K; STRĄCZEK I; GŁOWIŃSKA B. The occurrence of a negative energy balance in Holstein-Friesian and Simmental cows and its association with the time of resumption of reproductive activity. *Metabolites*, v. 12, n. 5, 2022. <https://doi.org/10.3390/metabo12050448>

NEBEL R L; MCGILLIARD M L. Interações entre alto rendimento de leite e desempenho reprodutivo em vacas leiteiras. *Journal of Dairy Science*, v. 76, n. 10, p. 3257-3268, 1993.

OFNER-SCHRÖCK E; ZÄHNER M; HUBER G; GULDIMANN K; GUGGENBERGER T; GASTEINER J. Compost barns for dairy cows: aspects of animal welfare. *Open Journal of Animal Sciences*, v. 5, n. 2, p. 124-131, 2015. <https://doi.org/10.4236/ojas.2015.52015>

OLDS D; COOPER T; THRIFT F A. Relações entre produção de leite e fertilidade em gado leiteiro I. *Journal of Dairy Science*, v. 62, n. 7, p. 1140-1144, 1979.

OLTENACU P A; BROOM D M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare*, v. 19, p. 39-49, 2010.

PALMER M A; OLMOS G; BOYLE L A; MEE J F. Estrus detection and estrus characteristics in housed and pastured Holstein-Friesian cows. *Theriogenology*, v. 74, n. 2, p. 255-264, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2010.02.009>

PINEDO P; SANTOS J E P; CHEBEL R C; GALVÃO K N; SCHUENEMANN G M; BICALHO R C; GILBERT R O; RODRIGUEZ-ZAS S L; SEABURY C M; ROSA G; THATCHER W. Associations of reproductive indices with fertility outcomes, milk yield, and survival in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 7, p. 6647-6660, 2020. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-17867>

PINHEIRO J S; DE VRIES A; RODRIGUES J P P; MARCONDES M I. Production costs, economic viability, and risks associated with compost bedded pack, freestall, and drylot systems in dairy farms. *Animal*, v. 15, n. 12, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100404>

PIRES, J. A. A. et al. Effects of body condition score at calving on indicators of fat and protein mobilization of periparturient Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 10, p. 6423–6439, 2013

RENNÓ F P; PEREIRA J C; SANTOS A D F; ALVES N G; TORRES C A A; RENNO L N; BALBINOT P Z. Efeito da condição corporal ao parto sobre a produção e composição do leite, a curva de lactação e a mobilização de reservas corporais em vacas da raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 58, n. 2, p. 220-233, 2006.

- RIBEIRO E S; GALVÃO K N; THATCHER W W; SANTOS J E P. Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. *Animal Reproduction*, v. 9, n. 3, p. 370-387, 2012.
- ROCHE, J. R. et al. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 12, p. 5769–5801, 2009.
- SEYMOUR D J; CÁNOVAS A; CHUD T C S; CANT J P; OSBORNE V R; BAES C F; SCHENKEL F S; MIGLIOR F. Associations between feed efficiency and aspects of lactation curves in primiparous Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 104, n. 8, p. 9304-9315, 2021. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20010>
- SILVA F S da; ROSA Q da S. Sistema Compost Barn: atuação e viabilidade de implantação na bovinocultura leiteira. *Natural Resources*, v. 12, n. 1, p. 22-32, 2022.
- SILVA J C P M da; VELOSO C M; FRANCO M de O; OLIVEIRA A S de. Manejo e administração na bovinocultura leiteira. 2. ed. ampl. e atual. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2014.
- SILVEIRA O L. Evolução da bovinocultura leiteira: uma revisão. 2023. Monografia (Graduação) – Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2023.
- SOARES S R V; REIS R B; DIAS A N. Fatores de influência sobre o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 2, p. 451-459, 2021. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11689>
- SOLANO L; BARKEMA H W; PAJOR E A; MASON S; LeBLANC S J; NASH C G R; HALEY D B; PELLERIN D; RUSHEN J; DE PASSILLÉ A M; VASSEUR E; ORSEL K. Associations between lying behavior and lameness in Canadian Holstein-Friesian cows housed in freestall barns. *Journal of Dairy Science*, v. 99, n. 3, p. 2086-2101, 2016. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10336>
- SPRECHER D J; HOSTETLER D E; KANEENE J B. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology*, v. 47, p. 1179-1187, 1997.
- SUMMER A; LORA I; FORMAGGIONI P; GOTTARDO F. Impact of heat stress on milk and meat production. *Animal Frontiers*, v. 9, n. 1, p. 39-46, 2019. <https://doi.org/10.1093/af/vfy026>
- TUFARELLI, V.; PUVAČA, N.; GLAMOČIĆ, D.; PUGLIESE, G.; COLONNA, M. A. The most important metabolic diseases in dairy cattle during the transition period. *Animals*, v. 14, n. 5, p. 816, 2024.
- VAZ F N; ROSBACK J A R; BOSCARDIN M. Custo da produção leiteira em unidades de

agricultura familiar. ABCustos, São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, v. 18, n. 2, p. 68-97, maio/ago. 2023.

VILELA D; RESENDE J C de; LEITE J B; ALVES E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. Revista de Política Agrícola, Brasília, v. 26, n. 1, p. 5-23, jan./mar. 2017.

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.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>

CAPÍTULO 3 - ARTIGO ORIGINAL

Artigo formatado de acordo com as normas da revista Saúde e Produção Animal Tropical.

DESEMPENHO PRODUTIVO E REPRODUTIVO DE VACAS HOLANDESAS CRIADAS EM SISTEMA COMPOST BARN

**Giovanna da Silva Santos¹, Gustavo Lage Costa², Beatriz de Matos Ribeiro Guimarães³, Débora
Ribeiro Mendonça², Gustavo Feliciano Resende da Silva³**

¹ Discente do curso de Medicina Veterinária da PUC Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

² Docente do curso de Medicina Veterinária da PUC Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.

³ Médico Veterinário Autônomo, Goiânia, Goiás, Brasil.

RESUMO

O sistema Compost Barn é uma alternativa de alojamento para bovinos leiteiros que possui uma área coletiva de descanso com cama de maravalha ou serragem, no qual é revolvida diariamente afim de promover a compostagens dos dejetos. Originado na década de 1980 nos EUA, o sistema se difundiu mundialmente em razão de sua viabilidade econômica e dos benefícios ao bem-estar animal. A raça Holandesa, predominante nesses sistemas, é reconhecida pelo elevado potencial produtivo, portanto apresenta exigências rigorosas de conforto térmico e manejo nutricional. O desempenho produtivo e reprodutivo de vacas leiteiras é influenciado pela interação entre fatores genéticos, nutricionais, sanitários e ambientais. Sistemas de criação que proporcionam maior conforto, tendem a reduzir a incidência de afecções locomotoras e estresse térmico, favorecendo a expressão do estro e melhorando os índices reprodutivos. O manejo adequado de cama, com controle de umidade e temperatura, é condição fundamental para o sucesso do sistema, influenciando de forma direta a saúde animal, a qualidade do leite e a sustentabilidade ambiental da produção. O presente estudo foi conduzido com dados retrospectivos de uma propriedade leiteira localizada no estado de Goiás, buscando avaliar os índices produtivos e reprodutivos do rebanho manejado nesse sistema.

PALAVRAS-CHAVE: bem-estar animal; bovinos leiteiros; compostagem; fertilidade.

Giovanna da Silva Santos - <https://orcid.org/0009-0003-6678-7942> - giiss15santos@gmail.com

Gustavo Lage Costa - <https://orcid.org/0000-0002-3569-9566>

Beatriz de Matos Ribeiro Guimarães - <https://orcid.org/0009-0008-8418-9192>

Débora Ribeiro Mendonça - <https://orcid.org/0000-0002-7378-1798>

Gustavo Feliciano Resende da Silva - <https://orcid.org/0009-0007-1612-5464>

INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira passou por intensas transformações nos últimos anos, impulsionadas pela busca por maior produtividade e eficiência econômica. Nesse contexto, a adoção de sistemas de criação intensivos tecnificados tem sido crescente, com ênfase para o *Compost Barn*, sistema que vincula conforto animal, manejo simplificado e utilização dos resíduos orgânicos gerados pelo rebanho (Silva et al., 2014). Esse sistema é constituído por uma área de descanso coletiva contendo cama orgânica, composta por maravalha ou serragem, revirada diariamente com auxílio de maquinários, beneficiando a decomposição da matéria orgânica e mantendo as condições adequadas de higiene (Barberg et al., 2007; Leso et al., 2020).

A raça Holandesa é predominante nesses sistemas, por apresentar elevado potencial produtivo, onde os animais são capazes de produzir mais de 30 kg de leite por dia em condições adequadas de manejo, podendo ultrapassar 50 kg/dia em animais de alto mérito genético (Oltenu & Broom, 2010). Portanto, essa alta capacidade produtiva está relacionada a maior sensibilidade ao estresse térmico e menores margens de tolerância a falhas de manejo nutricional e sanitário, fazendo com que o ambiente de criação seja um fator determinante para a expressão do potencial genético dos animais (Dong et al., 2023).

O desempenho reprodutivo de vaca leiteiras de alta produção corresponde a um dos maiores desafios dos sistemas intensivos. Historicamente, as taxas de concepção reduziram de 60 a 65%, nas décadas de 1950 e 1960, para 30 a 35% nos rebanhos atuais, reforçando o antagonismo existente entre produção de leite e fertilidade (Augusto, 2023). Essa redução está relacionada ao balanço energético negativo no período pós-parto, à mobilização excessiva de reservas corporais e à maior incidência de doenças metabólicas e uterinas, que comprometem o retorno à ciclicidade ovariana e reduzem as taxas de prenhez (Butler, 2003; Walsh et al., 2011).

Diante disso, sistemas de criação que favorecem maior conforto e reduzem a ocorrência de afecções clínicas têm sido relacionadas a melhores índices reprodutivos, com destaque para a redução do intervalo entre parto e concepção, aumento da taxa de detecção de estro e melhoria das taxas de prenhez (Barberg et al., 2007; Leso et al., 2020). Por isso, o objetivo deste estudo é entender a relação entre o sistema *Compost Barn* e os indicadores produtivos e reprodutivos de vacas holandesas, sendo essencial para tomar decisões de manejo e investimento na propriedade leiteira, contribuindo para o avanço técnico do setor.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma propriedade leiteira no estado de Goiás. As informações obtidas, basearam-se na análise de dados retrospectivos dos registros produtivos e reprodutivos ao longo de

aproximadamente 27 meses, partindo de outubro de 2023 até janeiro de 2026. Por se tratar da análise de dados secundários, sem envolver manipulação direta de animais, não foi necessário submeter ao comitê de ética.

Portanto, o trabalho reuniu algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Parte dos animais não dispunha de registros para todo o período analisado, em razão de descarte, vendas ou mortes ocorridas durante o intervalo estudado.

Além disso, a ausência de padronização na data da pesagem mensal do leite comprometeu a construção de uma curva de lactação individual precisa, o que deveria ser considerado na interpretação dos dados produtivos.

A fazenda utiliza o sistema do tipo *Compost Barn*, que consiste em um confinamento no qual os animais permanecem alojados em área coletiva de descanso com presença de cama compostada à base de maravalha, revolvida diariamente, trazendo conforto e bem-estar. O galpão é orientado no sentido leste-oeste, com ventilação mecânica, comedouros e bebedouros dispostos em corredor separado da área de descanso.



Fig.1 Instalações do sistema *Compost Barn* da propriedade leiteira avaliada, localizada no estado de Goiás. (A) Área de descanso coletiva com cama compostada por maravalha, com reposição realizada com palha de arroz. (B) Pista de alimentação, separada da área de descanso por muro de alvenaria, onde os animais têm acesso aos comedouros e bebedouros. (C) Vista geral do galpão *Compost Barn*, orientado no sentido leste-oeste, com ventilação mecânica e estrutura compatível com o bem-estar animal e as exigências do sistema

Fonte: arquivo pessoal (2026).

Foram avaliadas 152 vacas da raça Holandesa, que compõem o rebanho em lactação da propriedade, incluindo categorias como primíparas e pluríparas. Devido os entraves mencionados anteriormente, reduziu-se o número de animais avaliados para 64, distribuídos em três grupos: grupo 1 com 10 animais, grupo 2 com 31 animais e o grupo 3 com 23 animais.

Os animais foram classificados em 3 grupos distintos de acordo com a produção de leite no pico fisiológico, sendo o grupo 1 animais com produção inferior a 25L, o grupo 2 por vacas com produção entre 25 e

40 L, e o grupo 3 composto por vacas com produção superior a 40L.

Foram avaliados índices reprodutivos e produtivos, sendo eles: período de serviço, intervalo entre partos, taxa de concepção relacionado com o número de serviços, data do último parto, produção de leite média diária e mensal de forma individual, produção total por lactação, período em lactação, e quantidade de litros produzidos no pico de lactação. Ambos apresentados por meio de médias (X), desvios-padrão (S), coeficientes de variação (CV), valores mínimos e máximos para cada parâmetro, calculados através do software R®.



Fig.2 Divisão dos lotes de vacas Holandesas em lactação na propriedade avaliada. (A) Lote 2, composto pelas vacas de média produção (grupo 2, entre 25 e 40 L no pico fisiológico). (B) Lote 1 e 3, reunindo os animais enfermos ou de baixa produção (grupo 1, abaixo de 25 L) e animais de alta produção (grupo 3, acima de 40 L), respectivamente.

Fonte: Arquivo pessoal (2026).

O manejo reprodutivo empregado na fazenda, é baseado na Inseminação artificial (IA) convencional, além de monta natural em alguns casos, com detecção de cio observada pelos funcionários. Em animais com dificuldades de concepção, foram adotados a utilização de protocolos hormonais.

RESULTADOS

Os animais foram agrupados em três categorias de acordo com a produção de leite no pico fisiológico, geralmente alcançado por volta de 60 dias pós parto. Considerando que a pesagem de leite não era realizada no dia exato em que os animais atingem o período de pico, foi adotado como critério a média entre o mês anterior e o mês posterior buscando aproximar a quantidade de litros de leite no pico de cada animal. Assim, o grupo 1 foi composto por animais com produção inferior a 25 L, o grupo 2 por aqueles que produzem entre 25 e 40 L, e o grupo 3, por animais com produção acima de 40 L.

Tabela 1 – Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices produtivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa (<25L) contendo 10 animais, média (25-40 L) com 31 animais e alta produção (>40 L) com 23 animais, coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026.

Grupos		Quantidade (L) Pico fisiológico	Período de lactação	Total Lts/ lactação	Média mensal/vaca	Meses em lactação
1	X	20	398	9820	853	13
	S	4	146	2571	205	5
	CV	21	37	26	24	37
	Mínimo	14	279	4650	465	9
	Máximo	25	725	13658	1152	24
2	X	34	368	11361	971	12
	S	4	89	3713	151	3
	CV	12	24	33	16	24
	Mínimo	26	248	6210	743	8
	Máximo	40	601	20867	1276	20
3	X	46	333	12471	1188	11
	S	5	56	2328	203	2
	CV	10	17	19	17	17
	Mínimo	40	195	9273	927	7
	Máximo	56	457	17827	1655	15

Fonte: arquivo pessoal (2026).

De acordo com o quadro 1, observou-se que a produção total por lactação foi inferior no grupo 1, que obteve uma média de 9.820 L/lactação, enquanto o grupo 2, de média produção, produziram 11.361 L/lactação e o grupo 3, produziram 12.471 L/lactação. A diferença entre os extremos foi de aproximadamente 2.651 litros por lactação, o que indica um ganho produtivo significativo.

Outra tendência foi observada na produção média mensal, na qual as vacas do grupo 1 produziram de forma individual em média 853 litros/mês, enquanto as do grupo 2 produziram 971 litros/mês e as do grupo 3

produziram 1.188 litros/mês, demonstrando maior desempenho produtivo contínuo nos animais classificados como de alta produção.

Em relação ao período em lactação, notou-se resultados onde o grupo 1 apresentou maior dias em lactação, com 398 dias, seguido pelo grupo 2 com 368 dias e pelo grupo 3 com 333 dias. Vale ressaltar que apesar de permanecerem mais tempo em lactação, os animais do grupo 1 apresentaram menor produção total acumulada, em contrapartida os animais do grupo 3 concentraram maior produção em um período menor de lactação.

Tabela 2 – Valores médios, máximos, mínimos, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices reprodutivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa (<25L) contendo 10 animais, média (25-40 L) com 31 animais e alta produção (>40 L) com 23 animais, coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026.

Grupos		Dias entre partos	IEP (meses)	Número de serviços pós parição	Dias em aberto	PVE	Tempo de serviço	Dias entre inseminações
1	X	430	14	2	154	87	68	20
	S	98	3	1	96	41	93	24
	CV	23	23	65	62	18	138	123
	Mínimo	311	10	1	51	46	43	22
	Máximo	63	21	5	356	175	259	65
2	X	440	15	3	162	69	93	25
	S	95	3	2	95	28	94	24
	CV	22	22	68	59	41	101	97
	Mínimo	313	10	1	36	33	23	12
	Máximo	670	22	9	390	138	350	86
3	X	398	13	3	122	62	60	19
	S	60	2	2	60	28	60	16
	CV	15	15	56	49	45	100	88
	Mínimo	327	11	1	48	30	20	8
	Máximo	571	19	7	284	120	216	71

Fonte: arquivo pessoal (2026).

O intervalo entre partos é caracterizado como o período entre um parto e outro, e durante a análise dos dados descritos no quadro 2, foi observado que as vacas do grupo 1 apresentaram intervalo entre partos (IEP), com média de 430 dias ou 14 meses, seguidas pelas do grupo 2 com 440 dias de IEP ou seja, aproximadamente 15 meses. Já os animais do grupo 3, apresentaram 398 dias de IEP, ou 13 meses. Evidencia-se que dentre os grupos, os animais classificados como alta produção, isto é grupo 3, obteve através da análise dos dados, menor intervalo entre partos, o que pode indicar uma retomada mais eficiente da atividade reprodutiva mesmo em animais com

maior demanda metabólica voltada a produção de leite.

O termo dias em aberto, é definido como o período do parto até uma nova concepção, ou seja, do momento do último parto do animal até confirmar uma nova prenhez. Dentre os animais estudados, as vacas do grupo 1 ficaram com um período em aberto de 154 dias, enquanto as do grupo 2 registraram 162 dias e as do grupo 3 apresentaram o menor período, com 122 dias. Mais uma vez, o grupo das vacas classificadas como de alta produção leiteira, se destacou de forma positiva.

Ainda dentre os parâmetros reprodutivos, foi avaliado o número de serviços por concepção, isso significa quantos serviços foram realizados até a vaca engravidar. A média foi de 2 serviços para o grupo 1, na sequência o grupo 2 com 3 serviços, e por fim o grupo 3 também com 3 serviços. O grupo 2 e 3 demandaram mais inseminações para atingir a concepção.

Ademais, outro índice avaliado foi o período de espera voluntário (PVE), definido como o período entre o parto e o momento em que a vaca volta a ser colocada para reprodução, estabelecido pelo manejo da fazenda definido através de avaliação de evolução uterina pós-parto. Nos dados analisados, o PVE médio foi de 87 dias para o grupo 1, 69 dias para o grupo 2 e 62 dias para o grupo 3. Isso significa que o grupo 3, denominado como de alta produção, iniciou a reprodução mais cedo em relação aos outros grupos avaliados.

Por fim, o tempo de serviço entre inseminações é definido como o intervalo entre uma inseminação e outra, dependendo do cio apresentado pelo animal. O grupo de baixa produção (1), apresentou tempo médio de 20 dias, enquanto o grupo de média produção (2), indicou 25 dias, já o grupo de alta produção (3), demonstrou 19 dias.

Observando os dados, temos que, o grupo de baixa produção apresentou serviço médio de 68 dias e intervalo de 20 dias entre inseminações. O grupo de média registrou 93 dias de serviço e 25 dias entre inseminações, e o grupo de alta teve 60 dias de serviço e 19 dias entre inseminações.

De forma geral, ao analisar os dados reprodutivos obtidos em conjunto, ressalta-se que os animais de alta produção, classificados como grupo 3, apresentaram melhores indicadores de eficiência reprodutiva, indicado por menor intervalo entre partos, menor número de dias em aberto, menor período de espera voluntário e menor tempo de serviço.

Apesar de ter apresentado maior número de serviços por concepção em relação ao grupo 1 (baixa produção), essas vacas mantiveram menor intervalo entre inseminações e menor tempo total até a concepção, revelando maior eficiência no retorno à atividade reprodutiva.

Dessa forma, os resultados indicam uma relação entre maior produção leiteira e melhores índices

reprodutivos dentro das condições de manejo avaliadas.

Tabela 3 – Comparação dos índices produtivos e reprodutivos de vacas holandesas em lactação, distribuídas em grupos de baixa produção (<25L) contendo 10 animais, média produção (25-40L) com 31 animais e alta produção (>40L) com 23 animais, expressos pelos valores de produção total (L), pico fisiológico (L), média mensal por vaca (L), período de lactação (dias), intervalo entre partos (IEP), dias em aberto e período de espera voluntário (PVE), coletados em uma propriedade leiteira no estado de Goiás, no período de outubro de 2023 a janeiro de 2026, Bela Vista de Goiás, 2026.

Indicador	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Vantagem Grupo 3
Produção Total (L)	9.820 L	11.361 L	12.471 L	+10% vs G2 / +27% vs G1
Pico Fisiológico (L)	20 L	34 L	46 L	Maior pico de produção
Média Mensal/vaca (L)	853 L	971 L	1.188 L	Maior eficiência mensal
Período de lactação	398 ± 146 dias	368 ± 89 dias	333 ± 56 dias	Menos dias produzindo mais
IEP (dias)	430 ± 98 dias	440 ± 95 dias	398 ± 60 dias	Prenhez mais rápida
Dias em aberto	154 ± 96 dias	162 ± 95 dias	122 ± 60 dias	Retorno reprodutivo ágil
PVE (dias)	87 ± 41 dias	69 ± 28 dias	62 ± 28 dias	Menor período voluntário

Fonte: arquivo pessoal (2026).

DISCUSSÃO

Os resultados reprodutivos obtidos nos estudos demonstraram que as vacas da raça holandesa de alta produção (grupo 3), apresentaram melhores indicadores de eficiência reprodutiva em comparação aos grupos de média (2) e baixa produção (1), comprovado pelo menor intervalo entre partos (IEP), menor número de dias em aberto e menor período de espera voluntário (PVE). Tais dados diferem, em parte, do que sugere a literatura clássica, que menciona um antagonismo entre alta produção leiteira e desempenho reprodutivo (Lucy, 2001; Walsh et al. 2011).

Esse efeito antagônico entre produção e reprodução é justificado pelo intenso BEN que vacas de alta produção vivenciam no pós-parto, quando a demanda energética para produção de leite é superior a ingestão de matéria seca. Segundo Butler & Smith, 1989, o BEN e a taxa de mobilização das reservas corporais estão fortemente relacionados ao intervalo do parto até a primeira ovulação e à menor taxa de concepção, pois ele retarda

a retomada da atividade ovariana, inibindo a frequência dos pulsos de LH e reduzindo os níveis circulantes de glicose, insulina e IGF-1, afetando o desenvolvimento folicular e consequentemente a taxa de concepção. Porém, LeBlanc, 2013, enfatiza que quando o manejo e a sanidade estão adequados, se tornam pré-requisitos para boa produção e reprodução, ou seja, esse antagonismo clássico não é regra, pode ser regulado pelas condições de alojamento e manejo às quais os animais são submetidos.

Dessa forma, o sistema de alojamento adotado na fazenda representa um fator determinante para interpretar os resultados encontrados no presente estudo. Leso *et al.*, 2020, descreve que o *Compost Barn*, ao dispor de área de descanso com cama orgânica revolvida diariamente, promove maior conforto, melhorando a saúde dos cascos e dos membros. O maior tempo de descanso estimula a ruminação, reduz o estresse metabólico e contribui para menor mobilização de reservas corporais, minimizando os efeitos do BEN sobre o retorno à ciclicidade.

Esses benefícios do *Compost Barn*, sobre a eficiência reprodutiva foram descritos por Black *et al.*, 2013, onde avaliaram 42 fazendas submetidas a esse tipo de sistema nos Estados Unidos. Os autores notaram uma melhora nos parâmetros reprodutivos após adoção do sistema, com redução do IEP de 14,3 para 13,7 meses, redução dos dias ao primeiro serviço de 104,1 para 85,3 e redução dos dias em aberto de 173,0 para 153,4 dias. Esses achados sustentam os resultados do presente estudo, principalmente observados no grupo 3, evidenciando que o sistema em questão, quando bem manejado contribui para melhoria dos índices do rebanho.

Nesse contexto, se o *Compost Barn* oferece condições favoráveis a todas as vacas do rebanho de forma igualitária, cabe questionar por que os animais de média (grupo 2) e baixa produção (grupo 1) apresentaram pior desempenho reprodutivo em relação ao grupo 3. A resposta à essa questão encontra-se na variação individual de cada animal em responder ao mesmo ambiente, definida pelo potencial genético e pela adaptação ao balanço energético negativo (BEN) pós-parto. Młynek *et al.*, 2022, mostraram que vacas de mesma raça, de mesmo rebanho e recebendo a mesma dieta, podem apresentar graus diferentes de adaptações as consequências do BEN.

Contudo, Soares *et al.*, 2021, ressaltam que, além da produção de leite, fatores como escore de condição corporal (ECC), saúde pós-parto e características individuais do animal atuam sobre a eficiência reprodutiva. Nesse sentido, vacas de média e baixa produção com pior desempenho reprodutivo podem refletir animais com menor adaptabilidade ao período de transição, e não obrigatoriamente animais expostos a condições ambientais desfavoráveis, uma vez que o sistema *Compost Barn* oferece o mesmo ambiente a todos os grupos.

O IEP médio do grupo 3 foi de 398 dias (13 meses), valor inferior aos identificados nos grupos 2 (440 dias, 15 meses) e 1 (430 dias, 14 meses). Mcmanus *et al.*, 2008, ao analisarem índices reprodutivos de vacas holandesas em confinamento total no Centro-Oeste do Brasil, encontraram IEP médio de $413,45 \pm 94,58$ dias,

valor equivalente ao descrito nos grupos de média e baixa produção do presente estudo e superior ao do grupo 3. O intervalo entre partos ideal para rebanhos leiteiros de alta lactação está entre 13 e 14 meses, equivalendo de 395 a 425 dias (Leite *et al.*, 2001), padrão alcançado pelo grupo 3 nas condições avaliadas. De Vries, 2006 evidenciou que intervalo entre partos próximos a 13 meses tendem a ser economicamente mais viáveis para rebanhos de alta lactação, pois otimiza o número de dias em fase produtiva e reduz o intervalo em fases de baixo rendimento.

O PVE médio do grupo 3 foi de 62 dias, enquanto os grupos 1 e 2 apresentaram 87 e 69 dias, respectivamente. É importante destacar que o período de espera voluntário é definido pelo manejo da propriedade de acordo com a avaliação da evolução uterina pós-parto. T.M. Martins *et al.*, 2013, observaram que vacas sem infecção uterina retomaram a atividade ovariana de forma mais rápida, e que a involução uterina aconteceu por volta de $33,5 \pm 11,1$ dias após o parto, em vacas holandesas submetidas ao confinamento. LeBlanc, 2013, afirmam que condutas de manejo sobre o momento da primeira inseminação possuem influência direta sobre os índices reprodutivos registrados, sendo fundamental avaliar o PVE com cautela ao comparar diferentes grupos em relação ao potencial produtivo.

Com relação ao número de serviços por concepção, os grupos 2 e 3 demonstraram média de 3 serviços, ao passo que o grupo 1 precisou de apenas 2 serviços. Essa resposta é compatível com o indicado pela literatura, que descreve que em rebanhos leiteiros de alta produção a taxa de gestação ao primeiro serviço é em geral abaixo de 40%, precisando de mais de duas doses de sêmen para aquisição da prenhez (Lucy, 2001). Contudo, apesar do maior número de serviços, os animais do grupo 3 obtiveram menor intervalo entre inseminações (19 dias) e menor tempo total de serviço (60 dias), apontando ciclicidade ovariana mais regular.

De forma geral, os resultados reprodutivos obtidos sugerem que nas condições de alojamento em *Compost Barn*, as vacas de alta produção demonstraram melhor eficiência reprodutiva, diferente da ideia clássica de antagonismo entre produção e reprodução. Lucy, 2001 reconhece que fatores como manejos nutricionais, saúde pós-parto e ECC são determinantes sobre o rendimento reprodutivo, podendo regular o efeito da alta produção sobre a fertilidade. Os resultados confirmam que as características reprodutivas, por possuírem baixa herdabilidade, apresentam resposta expressiva às práticas de manejo e ao sistema de alojamento do que à seleção genética direta (Soares *et al.*, 2021), sendo o *Compost Barn* um sistema que amplia a expressão do potencial dos indivíduos de maior mérito genético.

Em relação aos resultados produtivos, tivemos uma diferença significativa entre os grupos, sendo o grupo 3 (alta produção) com maior produção por lactação (12.471 L), superior aos grupos 2 (11.361 L) e 1 (9.820 L), resultando em uma variação de 2.651 litros entre os extremos. Esses números obtidos demonstram o grande

potencial produtivo da raça holandesa em sistema de confinamento em Compost Barn e validam os dados mencionados por Mcmanus *et al.*, 2008. Ao fornecer maior conforto aos animais durante o descanso, buscando reduzir o estresse, contribui diretamente para que vacas expressem seu potencial genético de forma absoluta, o que pode explicar os elevados volumes registrados.

Os animais foram agrupados de acordo com a produção no pico fisiológico de lactação, que geralmente em vacas de raças europeias acontece entre 45 e 60 dias após o parto, e pode ser fator decisivo no desempenho reprodutivo total. Essa relação indica a dimensão das diferenças totais observadas entre os grupos e reforça a importância de potencializar o pico de produção por meio de manejo nutricional baseado no período de transição, fase de maior risco metabólico para as vacas (Butler & Smith, 1989).

Sobre o período em lactação, foi observado relação inversa com a produção. O grupo 1 apresentou prazo médio de 398 dias, seguido pelos grupos 2 com 368 dias e 3 com 333 dias. Leite *et al.*, 2001, reforçam que lactações muito prolongadas indicam falhas no retorno reprodutivo e estão associadas à diminuição na produção média diária, trazendo a regressão natural da curva de lactação. Os resultados confirmam essa propensão, onde o grupo 1 permaneceu mais tempo em lactação, mas sua produção total acumulada foi abaixo à dos outros dois grupos, enquanto o grupo 3 obteve maior concentração produtiva em menor intervalo de tempo. Esse resultado também é compatível com os melhores índices reprodutivos do grupo 3, pois vacas que retornam mais precocemente à gestação, costumam a apresentar DEL próximo ao ideal de 305 dias (De Vries, 2006).

Por fim, temos que os dados analisados em conjunto, apontam que vacas de alta produção, quando mantidas em sistema *Compost Barn* com manejo nutricional e sanitário adequados, são capacitados para expressar eficiência produtiva e reprodutiva de forma simultânea. T.M. Martins *et al.*, 2013, afirmam que elevada produção e bom desempenho reprodutivo podem existir em sistemas bem trabalhados. Os menores dias em lactação e dias em aberto do grupo 3 (alta produção) quando comparados aos demais grupos, evidenciam que a eficiência produtiva e reprodutiva são complementares no contexto do *Compost Barn*, uma vez que vacas que entram mais cedo na reprodução pós-parto, iniciam uma nova lactação no ápice do seu potencial, gerando ciclos mais eficientes e economicamente rentáveis para a propriedade e para o produtor (De Vries, 2006; Leso *et al.*, 2020).

Silva e Rosa, 2022, destacam que a viabilidade de implantação do *Compost Barn* está ligada ao nível de produtividade do rebanho, se tornando mais rentável em fazendas com animais de alto mérito genético, com o perfil avaliado no atual estudo. Do ponto de vista reprodutivo, De Vries, 2006, evidencia que reduções no IEP e nos dias em aberto, representam ganhos econômicos ao produtor, uma vez que vacas prenhas retornam à fase de alta produção na próxima lactação e geram maior número de bezerros por vida produtiva.

Nos dados apresentados, o grupo 3 apresentou IEP de 398 dias e 122 dias em aberto, valores que estão dentro dos padrões considerados pela literatura, reforçando que o *Compost Barn*, quando bem manejado representa uma opção viável e rentável para produtores que buscam aliar a eficiência produtiva, reprodutiva e econômica da atividade leiteira.

O estudo demonstrou que o grupo de alta produção (grupo 3) se destacou tanto nos parâmetros produtivos quanto nos reprodutivos, apresentando melhores resultados em comparação aos grupos de média e baixa produção. Esse achado contraria a literatura clássica, que descreve um antagonismo entre produção leiteira e fertilidade. No presente trabalho, as vacas de maior produção não apenas produziram mais leite, como também apresentaram maior eficiência reprodutiva, indicando que, em sistemas *Compost Barn* bem manejados, associados a adequada nutrição e sanidade, é possível minimizar esse antagonismo e favorecer simultaneamente o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTO B S. Importância da raça holandesa na pecuária leiteira: revisão bibliográfica. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2023.
- BARBERG A E; ENDRES M I; SALFER J A; RENEAU J K. Performance and welfare of dairy cows in an alternative housing system in Minnesota. *Journal of Dairy Science*, v. 90, p. 1575-1583, 2007.
- BLACK R A; TARABA J L; DAY G B; DAMASCENO F A; BEWLEY J M. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 12, p. 8060-8074, 2013. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6778>
- BUTLER W R. Energy balance relationships with follicular development ovulation and fertility in postpartum dairy cows. *Livestock Production Science*, v. 83, n. 2-3, p. 211-218, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(03\)00112-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(03)00112-X)
- BUTLER W R; SMITH R D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 72, n. 3, p. 767-783, 1989. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79169-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79169-4)
- DE VRIES A. Economic value of pregnancy in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 10, p. 3876-3885, 2006. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72430-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72430-4)
- DONG J; LIU Y; LI S; SUN Z; CHEN X; WANG D; QIN G; ZHANG X; ASCHALEW N D; WANG T; ZHEN Y. The physiological dissimilarities of Holstein dairy cows with different milk yields. *Veterinary Medicine and Science*, v. 9, n. 1, p. 429-442, 2023. <https://doi.org/10.1002/vms3.966>
- LeBLANC S J. Is a high level of milk production compatible with good reproductive performance in dairy cows? *Animal Frontiers*, v. 3, n. 4, p. 84-91, 2013. <https://doi.org/10.2527/af.2013-0038>
- 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.
- LESO L; BARBARI M; LOPES M A; DAMASCENO F A; GALAMA P; TARABA J L; KUIPERS A. Invited

- 322 review: compost-bedded pack barns for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 103, n. 2, p. 1072-1099, 2020.
 323 <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16864>
- 324 LUCY M C. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *Journal of Dairy Science*, v. 84,
 325 n. 6, p. 1277-1293, 2001. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(01\)70158-0](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(01)70158-0)
- 326 MARTINS T M; SANTOS R L; PAIXÃO T A; COSTA É A; PIRES A C; BORGES Á M. Aspectos reprodutivos
 327 e produtivos de vacas da raça Holandesa com puerpério normal ou patológico. *Arquivo Brasileiro de Medicina*
 328 *Veterinária e Zootecnia*, v. 65, n. 5, p. 1348-1356, 2013.
- 329 McMANUS C; LOUVANDINI H; FALCÃO A; SOARES GARCIA J A; SAUERESSIG M G. Parâmetros
 330 reprodutivos para gado holandês em confinamento total no Centro-Oeste do Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v.
 331 9, n. 2, p. 379-387, 2008.
- 332 MŁYNEK K; STRĄCZEK I; GŁOWIŃSKA B. The occurrence of a negative energy balance in Holstein-Friesian
 333 and Simmental cows and its association with the time of resumption of reproductive activity. *Metabolites*, v. 12,
 334 n. 5, 2022. <https://doi.org/10.3390/metabo12050448>
- 335 OLTENACU P A; BROOM D M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy
 336 cows. *Animal Welfare*, v. 19, p. 39-49, 2010.
- 337 SILVA F S da; ROSA Q da S. Sistema Compost Barn: atuação e viabilidade de implantação na bovinocultura
 338 leiteira. *Natural Resources*, v. 12, n. 1, p. 22-32, 2022.
- 339 SILVA J C P M da; VELOSO C M; FRANCO M de O; OLIVEIRA A S de. Manejo e administração na
 340 bovinocultura leiteira. 2. ed. ampl. e atual. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2014.
- 341 SOARES S R V; REIS R B; DIAS A N. Fatores de influência sobre o desempenho reprodutivo em vacas leiteiras.
 342 *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 2, p. 451-459, 2021.
 343 <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11689>
- 344 WALSH S W; WILLIAMS E J; EVANS A C O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing
 345 dairy cows. *Animal Reproduction Science*, v. 123, n. 3-4, p. 127-138, 2011.
 346 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.12.001>

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho apresentou alguns desafios, sobretudo em razão da necessidade de tabular e organizar vários dados de diferentes animais e avaliados por meio de múltiplos índices zootécnicos.

Portanto, as dificuldades enfrentadas ao longo do processo foram compensadas pelo aprendizado. A experiência de lidar com dados reais de uma propriedade leiteira permitiu entender, na prática, como funciona a gestão produtiva de um rebanho e, além disso, o quanto o acompanhamento dos indicadores é fundamental para a tomada de decisões. Ficou claro que registrar, analisar e interpretar esses índices é uma ferramenta indispensável para a melhoria contínua dos sistemas de produção.

Do ponto de vista da formação acadêmica, este trabalho representou contribuição, onde aproximou a teoria estudada em sala de aula da realidade encontrada no campo. Além de reforçar conhecimentos técnicos, a atividade consolidou a importância de uma postura criteriosa diante dos dados produtivos, competência para o exercício profissional na área. Por fim, o envolvimento com a temática da bovinocultura leiteira elevou a identificação com a área escolhida.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE PUBLICAÇÃO DE PRODUÇÃO ACADÊMICA

O(A) estudante Giovanna da Silva Santos
do curso de Medicina Veterinária, matrícula 2022.2.0130.0062-7,
telefone: (62) 9 9848-6842, e-mail giss15santos@gmail.com,
na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei no 9.610/98 (Lei
dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás)
a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado
Desempenho reprodutivo e produtivo de vacas
Holandesas criadas em sistema Conpet Born

gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme
permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no
formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG): Som (WAVE, MPEG,
AIFF, SNS); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de
leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada
nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 25 de fevereiro de 2026.

Assinatura do(s) autor(es): Giovanna da Silva Santos

Nome completo do autor: Giovanna da Silva Santos

Assinatura do professor- orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: Gustavo Lage Costa