

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

LUIZ FELIPE FERNANDES MARTINS

**EFEITO DA INTENSIDADE DO ESTRO AVALIADA AUTOMATICAMENTE SOBRE
A TAXA DE CONCEPÇÃO DE VACAS LEITEIRAS INSEMINADAS COM SÊMEN
SEXADO**

UBERLÂNDIA

2026

LUIZ FELIPE FERNANDES MARTINS

**EFEITO DA INTENSIDADE DO ESTRO AVALIADA AUTOMATICAMENTE SOBRE
A TAXA DE CONCEPÇÃO DE VACAS LEITEIRAS INSEMINADAS COM SÊMEN
SEXADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito
parcial para aprovação na disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso

Área de concentração: Reprodução
Animal
Orientador(a): Profª. Dra. Ricarda Maria
dos Santos

UBERLÂNDIA

2026

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

M386
2026 Martins, Luiz Felipe Fernandes, 2002-
EFEITO DA INTENSIDADE DO ESTRO AVALIADA
AUTOMATICAMENTE SOBRE A TAXA DE CONCEPÇÃO DE VACAS
LEITEIRAS INSEMINADAS COM SÊMEN SEXADO [recurso eletrônico]
/ Luiz Felipe Fernandes Martins. - 2026.

Orientador: Ricarda Maria dos Santos.
Coorientador: José da Páscoa Nascimento Neto.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Medicina Veterinária.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária. I. Santos, Ricarda Maria dos, 1972-, (Orient.). II.
Nascimento Neto, José da Páscoa, 1999-, (Coorient.). III.
Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Medicina
Veterinária. IV. Título.

CDU: 619

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

LUIZ FELIPE FERNANDES MARTINS

**EFEITO DA INTENSIDADE DO ESTRO AVALIADA AUTOMATICAMENTE SOBRE
A TAXA DE CONCEPÇÃO DE VACAS LEITEIRAS INSEMINADAS COM SÊMEN
SEXADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito
parcial para aprovação na disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso

Área de concentração: Reprodução Animal

Uberlândia, 2026

Banca Examinadora:

Prof^a. Dra. Ricarda Maria dos Santos
Médica Veterinária - Docente FMVZ -UFU

Prof^a. Dra. Simone Pedro da Silva
Zootecnista - Docente FMVZ -UFU

Vitor Augusto Nunes da Silva
Médico Veterinário - Mestrando FMVZ - UFU

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo
amor, incentivo e trabalho que
depositaram em mim

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder saúde, força e perseverança para concluir esta etapa.

Aos meus pais, expresso minha mais profunda gratidão por todo o apoio, dedicação e pelos inúmeros esforços realizados para que eu pudesse alcançar este sonho. Obrigado por acreditarem em mim, pelo incentivo, pelos ensinamentos, pelos valores transmitidos e por estarem ao meu lado em todos os momentos.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ricarda Maria dos Santos, agradeço pela oportunidade de desenvolver este trabalho, pela confiança depositada em mim, pela orientação, disponibilidade e ensinamentos.

À minha namorada pelo incentivo, apoio, compreensão. Obrigado por estar ao meu lado nesta etapa tão importante.

Aos meus amigos e colegas da graduação que tanto me ajudaram.

Agradeço também a todos os professores da FMVZ-UFU, pelos conhecimentos transmitidos ao longo da graduação, que contribuíram de forma significativa para minha formação.

RESUMO

A intensificação da pecuária leiteira impulsionou o uso de biotécnicas reprodutivas para aumentar a eficiência reprodutiva e o progresso genético. Nesse contexto, a IATF associada ao sêmen sexado permite maior produção de fêmeas, embora possa resultar em menor taxa de concepção. Evidências indicam que vacas que manifestam estro com maior intensidade apresentam maiores concentrações de estradiol pré-ovulatório, sugerindo possível associação entre expressão estral e fertilidade. Nesse contexto, com o presente estudo objetivou-se avaliar o efeito da intensidade da manifestação do estro ao final do protocolo de IATF e estro espontâneo sobre a taxa de concepção de vacas leiteiras mestiças Holandês × Gir inseminadas com sêmen sexado. O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, utilizando vacas em lactação submetidas a protocolo hormonal à base de progesterona e estradiol e inseminadas com sêmen sexado. A intensidade do estro foi mensurada por sistema automatizado de monitoramento de atividade da empresa COWMED®, e os animais foram classificados conforme intensidade do estro: fraco (n=13), moderado (n=42) e forte (n=36). A taxa de concepção foi determinada por diagnóstico ultrassonográfico aos 32 dias após a IATF. As análises estatísticas foram realizadas por regressão logística no programa MINITAB. Foi considerada diferença estatística quando o $P \leq 0,05$. Verificou-se uma tendência de associação positiva entre a intensidade do estro e a taxa de concepção, na qual fêmeas com estro forte alcançaram 52,8% de prenhez, ao passo que aquelas com estro fraco e moderado obtiveram 30,8% e 35,7, respectivamente. O período de dias em lactação no momento da inseminação apresentou efeito significativo ($P=0,016$) sobre a taxa de concepção, revelando menor taxa nas vacas com até 90 dias em lactação, com 25,6%, em comparação àquelas entre 91 e 120 dias, com 54,2%, e acima de 121 dias, com 53,6%. A produção de leite próxima à inseminação ou no pico de lactação não influenciou a ocorrência de estro forte. Conclui-se que a intensidade de estro tem efeito positivo na taxa de concepção, vacas com DEL menor que 90 dias apresentam menor taxa de concepção e incidência de estro forte é maior em vacas de DEL acima de 120 dias.

Palavras-chave: inseminação artificial em tempo fixo, monitoramento automatizado, eficiência reprodutiva, dias em lactação.

ABSTRACT

The intensification of dairy farming has driven the use of reproductive biotechnologies to enhance reproductive efficiency and genetic progress. In this context, Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI) combined with sex-sorted semen enables a higher production of female offspring, although it may result in lower conception rates. Evidence indicates that cows exhibiting estrus with greater intensity have higher pre-ovulatory estradiol concentrations, suggesting a possible link between estrus expression and fertility. This study aimed to evaluate the effect of estrus intensity—observed at the end of an FTAI protocol or during spontaneous estrus—on the conception rate of Holstein × Gir crossbred dairy cows inseminated with sex-sorted semen. The experiment was conducted at the Dairy Cattle Unit of the Glória Experimental Farm (Federal University of Uberlândia) using lactating cows subjected to a progesterone- and estradiol-based hormonal protocol and inseminated with sex-sorted semen. Estrus intensity was measured using an automated activity monitoring system (COWMED®), and animals were classified according to intensity: weak (n=13), moderate (n=42), and strong (n=36). Conception rates were determined via ultrasound diagnosis 32 days after FTAI. Statistical analyses were performed using logistic regression in the MINITAB software, with statistical significance set at $P \leq 0.05$. A trend toward a positive association between estrus intensity and conception rate was observed; cows exhibiting strong estrus achieved a 52.8% pregnancy rate, whereas those with weak and moderate estrus achieved 30.8% and 35.7%, respectively. Days in milk at the time of insemination had a significant effect ($P=0.016$) on conception rate, revealing a lower rate in cows with up to 90 days in milk (25.6%) compared to those between 91 and 120 days (54.2%) and those beyond 121 days (53.6%). Milk production near the time of insemination or at peak lactation did not influence the occurrence of strong estrus. It is concluded that estrus intensity has a positive effect on conception rate; cows with fewer than 90 days in milk exhibit lower conception rates, and the incidence of strong estrus is higher in cows with more than 120 days in milk.

Keywords: fixed-time artificial insemination, automated monitoring, reproductive efficiency, days in milk.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 HIPÓTESE	12
3 OBJETIVOS	13
4.1 <i>Fisiologia do ciclo estral</i>	14
4.2 <i>Detecção e Intensidade de estro</i>	15
4.3 <i>Sistema Automático de Monitoramento de Atividade</i>	15
4.4 <i>IATF</i>	16
4.5 <i>Sexagem do sêmen</i>	17
5. MATERIAL E MÉTODOS	19
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7. CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira brasileira tem evoluído significativamente nos últimos anos, sendo o Brasil terceiro maior produtor de leite do mundo com uma produção estimada de 35,7 bilhões de litros de leite em 2024, mostrando um crescimento de 1,4% em relação ao ano anterior 2023, e se tornando a maior produção da série histórica (IBGE, 2024). Apesar do grande aumento na produção houve uma redução no número de propriedades menos eficientes e no rebanho de mais de 33% em 10 anos. Esta diminuição do rebanho foi compensada por um grande aumento na produtividade média de 1525 litros/vaca/ano para 2362 litros/vaca/ano entre os anos de 2014 e 2024 (MAOA; IBGE, 2024). Produtividade esta, que ainda se mostra muito abaixo de outros países como Estados Unidos e Canadá onde a produtividade média fica acima dos 9.000 litros/vaca/ano, mostrando que a produção brasileira pode evoluir significativamente (MilkPoint, 2022).

Este aumento na produtividade brasileira deve-se principalmente a incorporação novas tecnologias como os Sistemas Automáticos de monitoramento de atividades (SAMA) que monitoram a saúde, comportamento e atividade estral dos animais. Além da utilização de biotécnicas da reprodução animal nos sistemas de produção pecuária para promover o melhoramento genético baseado na seleção de indivíduos com maior desenvolvimento ponderal, produção de leite, capacidade de conversão alimentar, fertilidade e precocidade sexual (Ferraz, Baruselli., 2023).

Dentre as biotécnicas da reprodução a inseminação artificial (IA) é a biotécnica reprodutiva mais utilizada no mundo e sua aplicação traz grandes benefícios aos rebanhos quando comparada ao uso da monta natural (Baruselli et al., 2022). Com o objetivo de facilitar a utilização da IA foram desenvolvidos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) que promovem o controle do crescimento folicular e da ovulação e permitem a aplicação da IA em dias predeterminados, sem a necessidade de detecção de estro e com elevadas taxas de prenhez (Baruselli et al., 2019).

Junto com a IATF, nos últimos anos, a utilização do sêmen sexado vem aumentando gradativamente. A possibilidade de aumentar a produção de bezerros do sexo desejado tem implicações econômicas importantes para as produções bovina (Ferraz; Baruselli, 2023). Nos rebanhos bovinos comerciais destinados à produção de leite, a seleção do sexo de espermatozoides ou embriões permite produzir 70% a 100% de bezerras de reposição geneticamente superiores a partir de vacas com

mérito genético para as características de produção de leite (Lima, 2023). Porém a taxa de concepção após o uso de sêmen sexado resulta em cerca 90% da taxa de concepção verificada com o uso de sêmen não sexado (Ferreira et al., 2024). O processo de sexagem é um procedimento lento que pode causar alguns danos aos espermatozoides diminuindo seu tempo de viabilidade, além da quantidade inferior de espermatozoides por dose de sêmen sexado reduzindo as taxas de concepção (Sá Filho et al., 2010; Ferraz, Baruselli., 2023).

Com a menor taxa de concepção quando utilizado o sêmen sexado, a intensidade da manifestação do estro pode representar um critério biológico relevante para otimizar os resultados com sêmen sexado, uma vez que a expressão do estro com maior intensidade no momento da IATF tem sido associada a um aumento de prenhez por IA (P/IA) como descrito por Silper et al (2017). A expressão do comportamento de estro é altamente associada e dependente da concentração sanguínea de estrogênio (E2) (Gimenes et al., 2023).

2 HIPÓTESE

A manifestação do estro está positivamente associada à taxa de concepção em vacas leiteiras inseminadas com sêmen sexado, de modo que fêmeas que apresentam estro de maior intensidade apresentam maior taxa de concepção quando comparadas àquelas com estro de baixa intensidade.

3 OBJETIVOS

Avaliar os fatores que afetam a porcentagem de expressão de estro forte e o efeito da intensidade da manifestação do estro e do DEL no momento da inseminação na taxa de concepção de vacas leiterias inseminadas com sêmen sexado.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Fisiologia do ciclo estral

O ciclo estral é o intervalo de tempo compreendido entre dois estros, que é a fase em que a fêmea manifesta o cio, ou seja, ela aceita a monta e, logo em seguida, acontece a ovulação (Cunha et al., 2019). Nos bovinos ele apresenta duração média de 21 dias (Gimenes *et al.*, 2023). Ele é controlado por mecanismos endócrinos e neuroendócrinos, principalmente os hormônios hipotalâmicos, as gonadotrofinas e os esteroides secretados pelos ovários (Hafez; Hafez, 2004). O ciclo estral pode ser dividido em 4 fases de eventos que compõem o ciclo, como proestro, estro, metaestro e diestro (Gimenes *et al.*, 2023).

A fase do proestro se inicia a com a luteólise e caracteriza-se por concentrações circulantes decrescentes de progesterona (P4), crescentes de E2 produzido pelos folículos devido ao maior desenvolvimento do folículo pré-ovulatório e aumento da pulsatilidade de hormônio luteinizante (LH). Estes eventos têm duração média de 4 dias (Membrive; Consentini; Sartori, 2023; Gimenes *et al.*, 2023).

O estro é definido principalmente pelo período em que a fêmea aceita a monta, ele dura em média 12 horas nos bovinos (Gimenes *et al.*, 2023). No estro as concentrações de P4 estão mínimas devido à ausência do corpo lúteo (CL) (Membrive; Consentini; Sartori, 2023). Os pulsos do LH se intensificam, o folículo pré-ovulatório está em seu máximo desenvolvimento gerando um pico de estrogênio que precede a ovulação (Gimenes *et al.*, 2023).

A fase seguinte é o metaestro (Silva et al., 2011), nele ocorre a ovulação e inicialmente as concentrações tanto de estrogênio quanto de progesterona estão em concentrações mínimas, mas logo em seguida a progesterona começa a se elevar devido a luteinização. O CL começa a secretar progesterona logo após sua formação, porém leva em média de 2 a 5 dias para produzir quantidades significativas de P4 (Senger, 2012). A secreção de P4 chega ao seu pico e se estabiliza em 7 dias, que é quando o CL está totalmente formado finalizando o metaestro (Gimenes *et al.*, 2023).

Por último ocorre o Diestro, a fase mais longa do ciclo estral durando de 10 a 14 dias, ele se inicia com CL totalmente formado tendo alta concentração de progesterona fazendo com que o útero se prepare para um ambiente adequado ao

desenvolvimento inicial do embrião e eventual fixação do conceito no endométrio, esta fase finaliza com a luteólise (Senger, 2012).

4.2 Detecção e Intensidade de estro

A detecção do estro é crucial para um programa reprodutivo bem-sucedido (Madureira et al., 2019). Durante este período, as fêmeas bovinas apresentam manifestações comportamentais caracterizadas por imobilidade durante a monta, comportamento homossexual, descarga de muco vaginal, mugidos frequentes, intensa movimentação, aumento na frequência de micção, entre outras características (Baruselli; Gimenes; Sales, 2007).

Atualmente para identificar de forma confiável vacas no estro e otimizar o momento da IA subsequente, são utilizados sistemas automatizados de monitoramento de atividades, que avaliam a expressão estral individual de cada vaca medindo duração e a intensidade (Tippenhauer et al., 2021).

Madureira et al (2019) descrevem que o aumento destas atividades físicas e comportamentais têm sido associados à melhora P/IA de vacas leiteiras. Isto é confirmado por Silper et al (2017) e por Tippenhauer et al (2021) que relatam que vacas que expressam estro com maior intensidade estavam associadas a maiores índices de P/IA em comparação aquelas com evento de estro de baixa intensidade ou curta duração, sugerindo que a expressão do estro e a fertilidade provavelmente compartilham reguladores endócrinos.

Porém a fertilidade, a expressão e intensidade do estro sofre influência de vários fatores individuais e ambientais, como escore de condição corporal (ECC), paridade, estágio da lactação e saúde (Madureira et al., 2019). Além disso, a metabolização hepática dos hormônios esteroides ligados ao aumento do consumo de matéria seca (CMS) tem sido considerado um fator causal importante da redução da intensidade e duração do estro em vacas leiteiras de alta produção (Chebel et al., 2025).

4.3 Sistema Automático de Monitoramento de Atividade

O primeiro uso relatado de Sistemas Automáticos de monitoramento de atividades foi há 4 décadas e desde então, seu uso foi refinado (Denis-Robichaud., et

al 2017). Os sensores de atividade usam mudanças de comportamento para detectar estro em vacas leiteiras se baseando na inquietação e atividade física geral que aumentam acentuadamente durante o estro sendo projetados para identificar a inquietação e a atividade física elevada das vacas (Løvendahl; Chagunda, 2010).

Estes sensores são capazes de identificar com precisão uma grande proporção de vacas que estão no estro (Neves et al., 2012). A taxa de detecção de estro pode variar de 72% a 90%, perdendo cerca de 38% e podendo identificar de 17% a 32% falsos positivos (Aungier et al., 2012; Aungier et al., 2015).

Dentre os principais modelos de SAMA estão os pedômetros que são sensores eletrônicos colocados em um dos membros anteriores ou posteriores do animal, que identificam e registram a sua atividade física (Marques et al., 2020). Existem também os acelerômetros, que são sensores eletrônicos utilizado em colares cervicais que controlam continuamente a atividade individual de cada vaca fornecendo vários padrões de comportamento do animal além da movimentação e tempo de repouso e tempo de ruminação que diminui entre 14% a 24% durante o estro (Marques et al., 2020; Dolecheck et al., 2015).

Os dados coletados pelos acelerômetros são analisados por algoritmos especialmente desenvolvidos com base em desvios dos dados medidos atuais do padrão de atividade armazenada e são usados para separar a atividade diária da vaca das atividades associadas ao comportamento estral (Reith; Hoy, 2018). Estes dados são então enviados para o software que emite alertas quando a atividade ultrapassa os limites estabelecidos pelo usuário ou fabricante (Reith; Hoy, 2018).

4.4 IATF

A IA é descrita por Ax et al. (2004) como a técnica de melhoramento genético mais importante já criada. Sendo definida como a introdução de esperma no trato reprodutivo feminino por meio de um instrumento (Kasimanickam, 2021). O primeiro registro do uso desta técnica foi em 1780 na Itália induzindo cadelas ao parto, e por volta do ano de 1900 foram feitas tentativas sérias em animais de fazenda (Ball; Peters, 2007). Porém ela só se difundiu após o desenvolvimento da técnica de congelamento e preservação de sêmen bovino (Ferraz; Baruselli, 2023).

A utilização da IA traz diversas vantagens como o melhoramento genético, o controle de doenças venéreas e a eliminação de reprodutores inferiores (Ax et al.,

2004), mas também traz dificuldades uma vez que é necessário conhecimento sobre fisiologia do ciclo estral e sobre o comportamento expressado no estro (Ferraz; Baruselli, 2023). De acordo com Baruselli et al (2013) no Brasil a maior parte do rebanho é composta por gado *Bos indicus* ou cruzamentos entre *Bos indicus* x *Bos taurus*, o que dificulta a percepção do estro que em média dura 12,4 horas e 12,9 horas respectivamente, 3,4 horas a menos que no gado taurino puro que dura em média 16,3 horas. Além do menor período de cio, as espécies zebuínas e seus cruzamentos tendem a entrar em estro no período noturno dificultando ainda mais a sua percepção, demandando muita mão de obra qualificada para realizar a detecção do estro em fazendas comerciais. Outro problema encontrado para o uso da IA é o anestro pós-parto e a puberdade tardia (Ferraz; Baruselli, 2023).

Com o intuito de solucionar estes entraves surge a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), capaz de otimizar os índices reprodutivos e a logística de fazendas leiteiras e possibilitando a intensificação do manejo reprodutivo (Silva; Consentini; Sartori, 2021). A IATF se baseia na utilização de hormônios comercialmente disponíveis para mimetizar o ciclo estral de vacas e novilhas (Baruselli et al., 2013). Desta forma, a IA torna-se independente da detecção de cio, onde eles ocorrem em dias pré-determinados e possibilitando ainda inseminar muitos animais e concentrar as parições (Silva et al., 2011). O primeiro protocolo de IATF foi desenvolvido por Pursley; Mee; Wiltbank (1995), batizado de Ovsynch, ele se baseava no uso de hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) em um dia aleatório para provocar um pico de LH resultando na ovulação do folículo dominante, sete dias depois aplica-se prostaglandina (PGF2 α) para regredir o CL, 48 horas depois uma nova aplicação de GnRH para uma nova ovulação e pôr fim a inseminação 24 horas depois. Este protocolo pioneiro ainda é muito utilizado em países onde é proibido o uso de estradiol conforme descreve Ferraz, Baruselli (2023), já em locais onde o uso de estradiol é liberado surgiram protocolos que associam P4 e E2, onde em dia aleatório é aplicado Benzoato de estradiol e inserido um implante de progesterona induzindo a atresia folicular e sincronizando a onda folicular, após 8 dias é retirado o dispositivo de P4, aplicado prostaglandina (PGF2 α) para regressão do CL e administrado cipionato de estradiol para induzir a ovulação 48 horas depois e realizando a IA .

4.5 Sexagem do sêmen

A sexagem do sêmen tem sido de extrema importância para a pecuária leiteira permitindo a seleção do sexo dos descendentes do rebanho (Carvalho Neto, 2013). Lima (2023) destaca que esta técnica permite a produção de 70% a 100% de bezerras de reposição em rebanhos comerciais de leite, sendo uma solução para o descarte massivo de animais do sexo masculino.

As primeiras técnicas comerciais para a sexagem espermática surgiam na década de 1980, com o intuito de realizar a separação baseada na citogenética dos espermatozoides X e Y (Lima, 2023), uma vez que os espermatozoides portadores de cromossomo X são maiores e carregam cerca de 4% mais DNA do que os espermatozoides portadores de cromossomo Y tornando-os mais pesados (Maicas et al., 2020). Atualmente existem diversas técnicas para realizar a sexagem espermática como a citometria de fluxo, a imuno-sexagem e a centrifugação em gradiente de densidade (Hafez; Hafez, 2004). A mais utilizada comercialmente é a citometria de fluxo, que consiste em aplicar um corante fluorescente nos espermatozoides que se liga a dupla hélice para evidenciar a diferença dos cromossomos X e Y, então os espermatozoides passam em fila única individualizados pelo citômetro de fluxo (Lima, 2023).

Porém em 2017, a ABS Global, uma divisão da Genus plc, lançou ao mercado o produto para bovinos e bubalinos o Sexcel® (Ferreira et al., 2024), que utiliza componentes microfluídicos e ablação celular a laser, para permitir a quantificação precisa de DNA, diferenciação de espermatozoides portadores de cromossomos X e Y, destruição rápida e eficiente de células indesejadas, ao mesmo tempo em que protegem os espermatozoides com o conteúdo cromossômico desejado. A fim de evitar etapas de separação durante o processamento, as células cortadas, fragmentos resultantes da ablação e as células vivas são conduzidas para um único tubo e em seguida direcionadas para as demais etapas do processo, tais como refrigeração, diluição, envase e congelamento. Essa técnica é considerada mais gentil para as células, sem alta corrente elétrica, alta tensão ou alta pressão aplicada aos espermatozoides (Ferreira et al., 2024).

Apesar de todas as vantagens da técnica e do crescente uso, ela traz uma desvantagem, pois o processo de sexagem causa alterações na integridade de membrana e na motilidade, na fragmentação do DNA e na redução da longevidade podendo diminuir a taxa de concepção em até 25% na IATF (Lima, 2023).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura Leiteira da Fazenda Experimental do Glória, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), localizada no município de Uberlândia, MG. O rebanho era composto de aproximadamente 60 vacas mestiças (Holandês x Gir) separadas em dois lotes sendo o lote 1 de primíparas e o lote 2 de multíparas, com produção média do rebanho era de 30,50 litros/vaca/dia em duas ordenhas diárias, mantidas em barracão do tipo “compost barn”, alimentadas com dieta total a base de silagem de milho.

Foram coletados dados de 91 IATF e IA convencional com uso de sêmen sexado de janeiro de 2024 a janeiro de 2026. O protocolo de IATF utilizado consistiu na aplicação de 2mg de Benzoato de estradiol via intramuscular (IM) junto com um dispositivo de progesterona de 1,0g no D0. No dia 8 era retirado o dispositivo de progesterona, aplicado 1mg cipionato de estradiol IM e 0,5mg de prostaglandina (PGF2 α) IM. No dia 10 foi realizada a IATF. Também foi realizado a IA convencional naqueles animais cujo estro espontâneo foi detectado.

A manifestação do estro foi classificada com base nos registros do sistema automatizado de monitoramento de atividade (COWMED®). O sistema utiliza um índice de detecção de estro composto por diferentes níveis (1, 2, e 4) definidos a partir de características relacionadas ao padrão de atividade dos animais. O nível 1 está associado ao tempo total em atividade, refletindo quanto tempo a vaca permanece ativa. O nível 2 considera a duração contínua da atividade, ou seja, o número de horas consecutivas em que o animal permanece ativo sem interrupções. Já o nível 4 está relacionado à intensidade da atividade, representada por picos mais acentuados de movimento registrados pelo sistema. Com base nesses parâmetros, os eventos de estro foram posteriormente agrupados em duas categorias: ausente/fraco e moderado/forte.

Figura 1: Interface do Sistema COWMED®

Atalhos Q 22006

28/03/2026 08:00	Parto	0				
16/01/2026 08:45	Pré parto	-				
23/12/2025 16:00	Seca	493				
11/08/2025 12:15	Prenhez positiva	358				
18/07/2025 12:43	Prenhez inconclusiva	334				
17/06/2025 16:18	IA	304	— ✓			
17/06/2025 05:00	Cio-C	303	 Forte	✓ Verificado		
26/05/2025 11:00	Cio-C	281	 Forte	⌚ Aguardando		
08/05/2025 12:29	IA	263				
23/04/2025 02:00	Cio-C	248	 Forte	⌚ Aguardando		
14/04/2025 10:31	IATF	239				
04/04/2025 07:59	Prenhez negativa	229				
17/02/2025 13:02	IATF	183	✗			
16/02/2025 23:00	Cio-C	183	 Forte	✓ Verificado		
06/02/2025 07:56	Prenhez negativa	172				
31/01/2025 08:00	Cio-C	166	 Forte	⌚ Aguardando		

Fonte: COWMED® (2026)

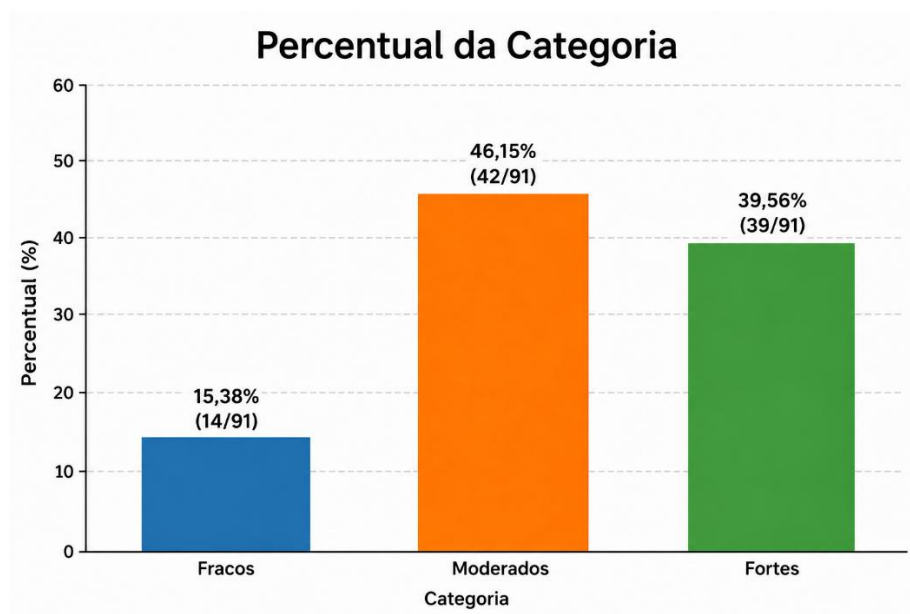
O diagnóstico de gestação foi realizado por ultrassonografia transretal 32 dias após IA. A taxa de concepção foi calculada pela divisão das vacas gestantes, no dia 32 após a IA, pelo total das inseminações e multiplicado por 100.

Foi avaliado o efeito do DEL no momento da IA, da produção de leite próximo a IA e o pico de produção de leite na porcentagem de vacas com estro forte e o efeito da intensidade do estro ao final do protocolo de IATF e no estro espontâneo e do DEL momento da IA sobre a taxa de concepção. As análises estatísticas foram realizadas por regressão logística no programa MINITAB. Foi considerada diferença estatística quando o $P \leq 0,05$. E tendência estatística quando $0,05 < P \leq 0,10$.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de coleta de dados, foram analisados 91 estros ocorridos ao final do protocolo IATF ou espontaneamente, e classificados de acordo com sua intensidade. Dentre estes, 15,38% foram classificados como fracos (14/91), 46,15% como moderados (42/91) e 39,56% como fortes (36/91).

Figura 2: Percentual de estros em cada categoria



Fonte: Autoral (2026)

Foi detectada tendência de efeito da intensidade do estro sobre a taxa de concepção ($P = 0,093$). Vacas classificadas com estro fraco apresentaram taxa de concepção de 30,8%, enquanto aquelas com estro moderado apresentaram 35,7%. Já os animais que manifestaram estro forte obtiveram taxa de concepção de 52,8% (Tabela 1).

Tabela 1: Taxa de concepção a IATF de acordo com a categoria de expressão de estro

Intensidade do estro (n)	Taxa de concepção (%)
Fraca (13)	30,8
Moderada (42)	35,7
Forte (36)	52,8
Valor de P	0,093

Burnett et al (2018) relataram que a expressão do estro influencia na fertilidade associada a cada episódio de estro. Mostrando que em eventos de estro com maior atividade foram encontrados um aumento de P/IA do que aqueles com menor atividade. Além disso, para eventos de estro com longa duração também foram encontrados maior P/IA do que para aqueles com curta duração.

Neste estudo também foi avaliado a relação do DEL no momento da IA, e foi observado efeito significativo sobre a taxa de concepção ($P = 0,016$), conforme demonstrado na Tabela 2. Vacas com até 90 dias em lactação apresentaram taxa de concepção de 25,6%, enquanto aquelas entre 91 e 120 dias em lactação apresentaram 54,2%, e vacas com mais de 121 dias em lactação obtiveram 53,6%.

Tabela 2: Efeito do DEL momento da IA sobre a taxa de concepção

DEL no momento da IATF (n)	Taxa de concepção a IA (%)
≤ 90 (39)	25,6
91 a 120 (24)	54,2
≥121 (28)	53,6
Valor de P	0,016

Huang et al (2007) realizaram um estudo onde constataram que média de taxa de concepção aumentou em média 11% quando o DEL saiu de 50 dias para 175 dias, e mais 11,5% quando o DEL aumentou de 175 para 250 dias. Estes resultados demonstram que, em geral, as vacas tinham menos probabilidade de conceber logo após o parto, sendo mais propensas a conceber mais tarde. Segundo Averill, Rekaya e Weigel (2004) vacas inseminadas logo após o parto têm menor probabilidade de conceber. Isso pode ser explicado fisiologicamente pelo período necessário para a involução uterina e o restabelecimento das condições normais para a reprodução, que pode durar de 20 a 150 dias (Gimenes et al., 2023)

Foi avaliada a ocorrência de estro forte de acordo com o DEL no momento da IA, produção de leite próxima à IA e produção de leite no pico de lactação. Não foi observado efeito significativo dessas variáveis sobre a ocorrência de estro forte. Para o DEL, a proporção de vacas com estro forte foi de 35,9% no grupo com até 90 dias, 37,5% no grupo de 91 a 120 dias e 46,4% no grupo com mais de 121 dias em lactação

($P = 0,398$). Embora numericamente tenha ocorrido maior proporção de estro forte em vacas com maior DEL, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Tabela 3. Efeito do DEL no momento da IATF, da produção de leite próximo a IATF e o pico de produção de leite na porcentagem de vacas com estro forte.

Parâmetro	Estro forte (%)	Valor de P
DEL no momento da IATF		
≤ 90 (39)	35,9	0,398
91 a 120 (24)	37,5	
≥ 121 (28)	46,4	
Produção de Leite próximo a IATF (n)		
Abaixo da média (49)	34,7	0,305
Acima da média (42)	45,2	
Produção de Leite no pico de lactação (n)		
Abaixo da média (49)	32,65	0,149
Acima da média (42)	47,62	

Diferente dos resultados obtidos, Rivera et al. (2009), Madureira et al (2015) e Burnett et al (2018) demonstraram em seus estudos que vacas de alta produção apresentam expressão estral reduzida, uma vez que o aumento da produção de leite influenciou a duração e a intensidade do estro em vacas leiteiras lactantes. Esse efeito foi sugerido como mediado por mudanças no metabolismo dos esteroides em vacas de maior produção. Esse dado foi comprovado por Tipphenhauer et al (2021), em um estudo onde associaram de forma positiva o DEL no momento da IA e intensidade do estro ($P < 0,01$). Quando o DEL aumentou em 100 dias, as vacas tinham mais chance de um evento de estro com pico de atividade mais alto, destacando que vacas em DEL mais avançado poderiam expressar estros mais intensos, pois apresentam desafios metabólicos menores. Além disso, a ausência de P4 durante o primeiro ciclo pós-parto pode ser responsável pela diminuição da intensidade de estro. A diminuição da expressão de estro não só dificulta a detecção de vacas para IA, como também tem sido relatada como fator que afeta a fertilidade da vaca (Rivera et al., 2009).

Na prática, esses resultados direcionam a tomada de decisão estratégica no uso do sêmen sexado, otimizando o retorno financeiro na pecuária leiteira. O

monitoramento automatizado da atividade permite selecionar prioritariamente fêmeas que manifestam estro forte para receberem doses de sêmen sexado para vacas com mais de 90 dias em lactação, evitando desperdícios biológicos e econômicos no período pós-parto recente.

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que a intensidade de estro tem efeito positivo na taxa de concepção, vacas com DEL menor que 90 dias apresentam menor taxa de concepção e incidência de estro forte é maior em vacas de DEL acima de 120 dias.

REFERÊNCIAS

- AUNGIER, S.P.M. et al. The relationship between activity clusters detected by an automatic activity monitor and endocrine changes during the peri-estrous period in lactating dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 98, n. 3, p. 1666-1684, mar. 2015. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7405>. Acesso em: 11 ago. 2026.
- AUNGIER, S.P.M. et al. Effects of management and health on the use of activity monitoring for estrus detection in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 95, n. 5, p. 2452-2466, maio 2012. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4653>. Acesso em: 11 ago. 2026.
- AVERILL, T.A.; REKAYA, R.; WEIGEL, K. Genetic Analysis of Male and Female Fertility Using Longitudinal Binary Data. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 87, n. 11, p. 3947-3952, nov. 2004. American Dairy Science Association. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73534-1](http://dx.doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73534-1). Acesso em: 26 jul. 2026.
- BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. Artificial Insemination. In: BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reproduction in Cattle**. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2007.
- BARUSELLI, P. S. et al. **Avanços conceituais aplicados à IATF em vacas de cria**. I. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. 33 p. (Boletim Técnico, n. 91).
- BARUSELLI, P. S. et al. IATF em números: evolução e projeção futura. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 76-83, 2022. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA. DOI: <http://dx.doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2022.007>. Acesso em: 05 fev. 2026.
- BARUSELLI, P. S. et al. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Disponível em: [http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n2/p308-314%\(RB812\).pdf](http://cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v43/n2/p308-314%(RB812).pdf). Acesso em: 16 fev. 2026.
- BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, n. 2, p. 205-211, 2007 Tradução. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/205.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2026.
- BURNETT, T. A. et al. Effect of estrous expression on timing and failure of ovulation of Holstein dairy cows using automated activity monitors. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 101, n. 12, p. 11310-11320, dez. 2018. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15151>. Acesso em: 26 jul. 2026.
- CARVALHO NETO, J. O. **Aspectos moleculares, estruturais e funcionais de espermatozoides bovinos sexados por citometria de fluxo**. 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

CHEBEL, R. C. et al. Early postpartum estrous characteristics: unveiling their predictive potential for fertility in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.l.], v. 108, n. 11, p. 12734-12758, nov. 2025. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2025-27175>. Acesso em: 20 jan. 2026.

CUNHA, J. M. et al. Aspectos fisiológicos do ciclo estral em bovinos. *In*: II CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2., 2019, Mineiros. **Anais** [...]. Mineiros: UNIFIMES, 2019. p. 1-2.

DENIS-ROBICHAUD, J; et al. Performance of automated activity monitoring systems used in combination with timed artificial insemination compared to timed artificial insemination only in early lactation in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 101, n. 1, p. 624-636, jan. 2018. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-12256>. Acesso em: 11 ago. 2026.

DOLECHECK, K.A; et al.. Behavioral and physiological changes around estrus events identified using multiple automated monitoring technologies. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 98, n. 12, p. 8723-8731, dez. 2015. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9645>. Acesso em: 25 ago 2026

FERREIRA, A. F. et al. Sêmen sexado: conhecendo melhor as técnicas e os avanços alcançados nos últimos anos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, [S.l.], v. 48, n. 1, p. 77-87, 2024. Colegio Brasileiro de Reproducao Animal - CBRA. DOI: <http://dx.doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2024.010>. Acesso em: 15 fev. 2026.

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

HOPPER, Richard M. (ed.). **Bovine Reproduction**. 2. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2021.

HUANG, C. et al. Environmental Effects on Conception Rates of Holsteins in New York and Georgia. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 91, n. 2, p. 818-825, fev. 2008. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2007-0306>. Acesso em: 26 jul. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Trimestral do Leite**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html>. Acesso em: 12 fev. 2026.

LØVENDAHL, P.; CHAGUNDA, M.G.G.. On the use of physical activity monitoring for estrus detection in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 93, n. 1, p. 249-259, jan. 2010. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2008-1721>. Acesso em: 11 ago. 2026.

LUZ, Marcelo R.; CELEGHINI, Eneiva Carla C.; BRANDÃO, Felipe Z. **Reprodução animal: bovinos, caprinos e ovinos**. v.2. Barueri: Manole, 2023. E-book. p.3. ISBN 9788520465318. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520465318/>. Acesso em: 11 jan. 2026.

LUZ, Marcelo R.; CELEGHINI, Eneiva Carla C.; BRANDÃO, Felipe Z. **Reprodução animal: fisiologia e biotecnologia avançada**. v.1. Barueri: Manole, 2023. E-book. p.110. ISBN 9788520465431. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788520465431/>. Acesso em: 19 jan. 2026.

MADUREIRA, A. M. L. et al. Factors affecting expression of estrus measured by activity monitors and conception risk of lactating dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 98, n. 10, p. 7003-7014, out. 2015. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-9672>. Acesso em: 25 jan. 2026.

MADUREIRA, A. M. L. et al. Intensity of estrus following an estradiol-progesterone-based ovulation synchronization protocol influences fertility outcomes. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 102, n. 4, p. 3598-3608, abr. 2019. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-15129>. Acesso em: 25 jan. 2026.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **Mapa do leite**. Brasília, DF: MAPA. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/portal-do-leite/mapa-do-leite/>. Acesso em: 12 fev. 2026.

MARQUES, L. R.; et al. Detecção de estro e desempenho reprodutivo de vacas leiteiras: revisão. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 7, p. 243974063, 10 maio 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4063>. Acesso em: 11 ago. 2026.

NEVES, R.C.; et al. Reproductive performance with an automated activity monitoring system versus a synchronized breeding program. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 95, n. 10, p. 5683-5693, out. 2012. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-5264>. Acesso em: 11 ago. 2026.

OLIVEIRA, Samuel José de Magalhães. **Produção e produtividade do leite mundial: evolução neste milênio**. *MilkPoint Mercado*, 20 dez. 2022. Análises. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/mercado/int/analises/3320>. Acesso em: 12 ago. 2026.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915–923, nov. 1995.

REITH, S.; BRANDT, H.; HOY, S.. Simultaneous analysis of activity and rumination time, based on collar-mounted sensor technology, of dairy cows over the peri-estrus period. **Livestock Science**, [S.L.], v. 170, p. 219-227, dez. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.10.013>. Acesso em: 25 ago 2026

RIVERA, F. et al. Effect of bovine somatotropin (500 mg) administered at ten-day intervals on ovulatory responses, expression of estrus, and fertility in dairy cows. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 93, n. 4, p. 1500-1510, abr. 2010. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2009-2489>. Acesso em: 26 jul. 2026.

SÁ FILHO, M. F. et al. **Avanços nos protocolos reprodutivos em fêmeas bovinas utilizando sêmen sexado**. São Paulo: [s. n.], 2010. Acesso em: 18 fev. 2026.

SENGER, P. L. Reproductive cyclicity: terminology e basic concepts. In: SENGER, Phillip L. **Pathways to pregnancy & parturition: pathways to pregnancy and parturition**. 3. ed. Redmond: Current Conceptions, Inc., 2012. Cap. 12. p. 140-159.

SILPER, B.F. et al. Daily lying behavior of lactating Holstein cows during an estrus synchronization protocol and its associations with fertility. **Journal Of Dairy Science**, [S.l.], v. 100, n. 10, p. 8484-8495, out. 2017. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2016-12160>. Acesso em: 25 jan. 2026.

SILVA, L. O.; CONSENTINI, C. E. C.; SARTORI, R. Por que a IATF é uma ferramenta imprescindível para se otimizar a eficiência reprodutiva em rebanhos leiteiros? **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, [S.l.], v. 45, n. 4, p. 335-343, 2021. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA. DOI:<http://dx.doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2021.044>. Acesso em: 12 fev. 2026.

SILVA, P. R. B. et al. Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos. **Pubvet**, Londrina, v. 5, n. 39, ed. 186, art. 1254, p. 1-28, 2011. Acesso em: 12 jan. 2026.

TIPPENHAUER, C.M. et al. Factors associated with estrous expression and subsequent fertility in lactating dairy cows using automated activity monitoring. **Journal Of Dairy Science**, [S.l.], v. 104, n. 5, p. 6267-6282, maio 2021. American Dairy Science Association. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2020-19578>. Acesso em: 25 jan. 2026.