



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOCÊNCIAS**

VIRGÍNIA APARECIDA SOUSA DE JESUS

**DINÂMICA FOLICULAR ASSOCIADA A CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIIS
EM NOVILHAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO
ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO**

SANTARÉM – PARÁ

2024

VIRGÍNIA APARECIDA SOUSA DE JESUS

**DINÂMICA FOLICULAR ASSOCIADA A CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS
EM NOVILHAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO
ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO**

Dissertação apresentada para ao Programa de Pós-Graduação em Biociências para a obtenção do título de Mestra em Biociências; Universidade Federal do Oeste do Pará; Área de concentração: Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Kedson Alessandri Lobo Neves.

SANTARÉM – PARÁ

2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

J58d Jesus, Virgínia Aparecida Sousa de
Dinâmica folicular associada a contagem de folículos antrais em novilhas nelore submetidas a protocolo de inseminação artificial em tempo fixo. / Virgínia Aparecida Sousa de Jesus. - Santarém, 2024.
63 p. : il.
Inclui bibliografias.

Orientador: Kedson Alessandri Lobo Neves.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Biociências.

1. Biotecnologia. 2. Bovinocultura de corte. 3. Eficiência reprodutiva. 4. Folículos. 5. Inseminação. 6. Ultrassonografia. I. Neves, Kedson Alessandri Lobo, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 636.21


VIRGÍNIA APARECIDA SOUSA DE JESUS

**DINÂMICA FOLICULAR ASSOCIADA A CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIAS
EM NOVILHAS NELORE SUBMETIDAS A PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO
ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO**


Dissertação apresentada para ao Programa de Pós-Graduação em Biociências para a obtenção do título de Mestre em Biociências; Universidade Federal do Oeste do Pará; Área de concentração: Reprodução Animal.

Conceito: Aprovada


Data de aprovação: 19/12/2024.

Documento assinado digitalmente
 **KEDSON ALESSANDRI LOBO NEVES**
Data: 23/12/2024 17:43:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Dr. Kedson Alessandri Lobo Neves – Orientador.
Universidade Federal do Oeste do Pará.

Documento assinado digitalmente
 **RONALDO FRANCISCO DE LIMA**
Data: 27/12/2024 11:22:25-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. – Ronaldo Francisco de Lima.
Universidade Federal do Oeste do Pará.

Documento assinado digitalmente
 **ALINE PACHECO**
Data: 26/12/2024 15:41:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. – Aline Pacheco.
Universidade Federal do Oeste do Pará.

Documento assinado digitalmente
 **JOSIANE ELIZABETH ALMEIDA E SILVA**
Data: 24/12/2024 10:52:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. – Josiane Elizabeth Almeida e Silva.
Centro Universitário da Amazônia.

SANTARÉM – PARÁ

2024

À Deus que é meu alicerce, à minha mãe,
que é minha fortaleza e à minha filha que
é meu ponto de partida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, por ter me dado a vida, inteligência, capacidade de aprender e por iluminar meus passos.

Ao professor e orientador Prof. Dr. Kedson Alessandri Lobo Neves, pela amizade, pelo exemplo de dedicação e profissionalismo. Agradeço pela oportunidade, orientação e paciência.

Aos animais do presente estudo, à medicina veterinária, profissão muitas vezes desafiadora, porém com recompensas impagáveis.

À toda minha família, mas de modo especial minha mãe (Graça Sardinha), pelo exemplo de mulher guerreira, de honestidade, de bondade, de vida e pela luta constante em prol da minha formação e educação. Agradeço por entender as minhas escolhas e compreender que muitas vezes a privação do tempo para o convívio no dia a dia seria necessária para minha formação. Sem dúvida, todas as conquistas do passado, do presente e do futuro pertence a você – Tak mor.

À minha filha (Maria Laura) que foi um presente enviado de Deus. Toda dedicação e esforço é para o seu futuro.

Aos amigos e companheiros Willian, Wilton, Clender e a toda equipe da Fazenda Santo Antônio pela ajuda que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

As minhas queridas “paquitas” Yana e Nazaré pela amizade sincera, convívio, companheirismo e conselhos ao longo destes períodos que trabalhamos, convivemos e nos divertimos. Levarei vocês eternamente no meu coração.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

Por fim, agradeço por tudo que se passou em minha vida nesses últimos dois anos, pois aprendi muito, amadureci. E agora, posso, finalmente, apreciar este momento.

Muito obrigada!!!

“Coisas que vivem pra sempre na minha lembrança, essa é a minha herança.”

- Ana Castela.

RESUMO

A baixa eficiência reprodutiva limita a produtividade da bovinocultura de corte. No processo reprodutivo conhecer a dinâmica folicular das fêmeas bovinas é essencial para garantir resultados promissores nas biotecnologias reprodutivas. A Inseminação Artificial em Tempo Fixo é uma biotécnica que consiste em sincronizar o ciclo estral das fêmeas bovinas através de fármacos que estimulam o estro em um período aleatório do ciclo estral, por outro lado a dinâmica folicular possibilita identificar e analisar a evolução dos folículos antrais. Além disto, a contagem de folículos antrais em um mesmo indivíduo permite classificar fêmeas bovinas como alta, baixa ou intermediária portadora de folículos antrais por meio de uma simples ultrassonografia transretal durante o ciclo estral. Neste estudo, investigamos a relação entre a contagem de folículos antrais e a resposta à Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em novilhas Nelore, por meio de ultrassonografias, avaliamos o desenvolvimento folicular em animais com alta e baixa contagem de folículos, buscando identificar fatores que possam influenciar o sucesso da inseminação, analisando e identificando o diâmetro dos folículos no D8 e D10, estabelecendo estatísticas para as variáveis de folículos totais e por categoria de CFAs, além de indicar a incidência destes folículos e de mensurar os ovários. A média de CFAs das novilhas foi de 20 para baixas e de 35 para altas. Houve maior ocorrência de folículos no ovário direito, sendo de um 76% em baixas e 72% em altas CFAs. Com relação a apresentação de estro 72% foi em novilhas com baixo CFAs e 92% em altas CFAs, os dados foram baseados na ausência na demarcação com tinta na base da cauda realizada no D8. Um fator positivamente correlacionado com a taxa de ovulação é o diâmetro do folículo dominante, no presente estudo as novilhas com baixa CFAs, obtiveram a média do tamanho folicular no D8 foi de 10mm; já as novilhas com alta CFAs, a média do tamanho folicular no D8 foi de 9,93mm. Tais dados sugerem que o número de folículos antrais pode influenciar o desempenho reprodutivo de bovinos de corte *Bos taurus indicus* em programas de inseminação artificial em tempo fixo.

Palavras-chave: biotecnologia, bovinocultura de corte, eficiência reprodutiva, folículos, inseminação, ultrassonografia.

ABSTRACT

Low reproductive efficiency limits productivity in beef cattle farming. In the reproductive process, knowing the follicular dynamics of bovine females is essential to guarantee promising results in reproductive biotechnologies. Fixed-Term Artificial Insemination is a biotechnique that consists of synchronizing the estrous cycle of bovine females using drugs that stimulate estrus at a random period in the estrous cycle, while follicular dynamics makes it possible to make it possible to identify and analyze the evolution of antral follicles. In addition, counting antral follicles in the same individual individual makes it possible to classify bovine females as high, low or intermediate carrier of antral follicles by means of a simple transrectal ultrasound during the estrous cycle. In this study, we investigated the antral follicle count and the response to Fixed-Time Artificial Insemination (FTAI). Insemination (IATF) in Nelore heifers, using ultrasound scans, we evaluated follicular development in animals with high and low follicle counts, seeking to identify follicle count, seeking to identify factors that may influence the success of insemination, analyzing and identifying the diameter of the follicles at D8 and D10, establishing statistics for the variables of total follicles and by FAC category, as well as indicating the incidence of these follicles and measuring the ovaries. A average number of FACs in the heifers was 20 for low and 35 for high. There was greater occurrence of follicles in the right ovary, with 76% in low and 72% in high CFAS. in high CFAS. With regard to the presentation of oestrus, 72% was in heifers with CFAs and 92% in high CFAs, the data was based on the absence of the demarcation demarcation at the base of the tail on D8. A factor positively correlated with ovulation rate is the diameter of the dominant follicle. In the present study, heifers with low FACs had an average follicle size of size at D8 was 10mm, while heifers with high CFAs had an average follicle size of 9mm at D8. on D8 was 9.93mm. These data suggest that the number of antral can influence the reproductive performance of *Bos taurus indicus* beef cattle in artificial insemination in fixed-time artificial insemination programs.

Keywords: biotechnology, beef cattle, reproductive efficiency, follicles, insemination, ultrasound.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Anatomia do aparelho reprodutivo feminino da vaca (visão dorsal).....	17
Figura 2 - Morfologia dos folículos em diferentes fases.	17
Figura 3 - Genitália externa da vaca.	19
Figura 4 - Variação hormonal no ciclo estral de vacas.....	21
Figura 5 - Divisões do ciclo estral de vacas.	22
Figura 6 - Mecanismo de seleção e dominância folicular.	24
Figura 7 - Dinâmica folicular – ondas de crescimento folicular.	26
Figura 8 - Classificação da contagem de folículos antrais.	29
Figura 9 - Protocolo hormonal para sincronizar a ovulação em três manejos.....	35
Figura 10 - Protocolo hormonal para sincronizar a ovulação em quatro manejos.	36
Figura 11 - Protocolo de sincronização feito no estudo.	40
Figura 12 - Variável da quantidade total de folículos em Q-Q plots.....	41
Figura 13 - Média de folículos antrais encontrados nas novilhas nelore categorizadas em Alta e Baixa CFAs.....	41
Figura 14 - Taxa de ocorrência dos folículos em cada ovário.	42
Figura 15 - Porcentagem da detecção do estro nas novilhas categorizadas com Alta e Baixa CFAs.....	43
Figura 16 - Teste de normalidade para a variável de tamanho folicular nos dias D8 e D10 em Q-Q plots.	44
Figura 17 - Taxa de dominância dos folículos em cada ovário.	45
Figura 18 - Teste de normalidade para a variável de medidas ovarianas em Q-Q plots.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Teste de normalidade para a variável da quantidade de folículos presentes em cada ovário.	42
Tabela 2 - Teste de normalidade para a variável de tamanho folicular nos dias D8 e D10.	44
Tabela 3 – Teste de normalidade variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.....	46
Tabela 4 – Teste t para revisar variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.	47
Tabela 5 - Médias e respectivos desvios padrão das variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes

ANOVA – Analysis of Variance (Análises de Variância)

BE – Benzoato de Estradiol

CE – Cipionato de Estradiol

CEUA – Comitê de Ética no Uso de Animais

CFAS – Contagem de Folículos Antrais

CL – Corpo Lúteo

COMP - Comprimento

DG – Diagnóstico de Gestação

DIP – Dispositivo Intravaginal de Progesterona

E2 - Estradiol

ECG – Gonadotrofina Coriônica Equina

ECP – Cipionato de Estradiol

EPM – Erro Padrão da Média

FAPESPA – Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas do Pará

FD – Folículo Dominante

FOL – Folículo Ovulatório

FSH – Hormônio Folículo Estimulante

G - Gauge

GnRH – Hormônio Liberador de Gonadotrofinas

H0 – Hipótese Nula

IA – Inseminação Artificial

IATF – Inseminação Artificial em Tempo Fixo

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IM – Intramuscular

LARG - Largura

LH – Hormônio Luteinizante

P4 – Progesterona

PGF2 – Prostaglandina

QNT – Quantidade

SAS – Statistical Analysis System

US – Ultrassonografia

USG – Ultrassonografia

VR – Vacina Reprodutiva

VS – Versus

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVO	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Fêmeas bovinas Nelore	16
3.1.1 Anatomia do aparelho reprodutivo	16
3.1.2 Controle hormonal do ciclo estral	19
3.1.3 Fases do ciclo estral	20
3.1.4 Desenvolvimento folicular	23
3.1.5 Ondas de crescimento	25
3.1.6 Ovulação.....	26
3.1.7 Corpo lúteo	26
3.1.8 Anestro	27
3.2 Dinâmica folicular	27
3.3 Contagem de folículos antrais (CFA)	28
3.4 Inseminação artificial em tempo fixo (IATF).....	30
3.4.1 Sincronização da ovulação e protocolos farmacológicos	32
3.4.2 Tipos de protocolo	34
3.4.3 Eficiência dos protocolos.....	36
3.4.4 Fatores que interferem no resultado da IATF.....	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1 Localização	38
4.2 Animais e alimentação	38
4.3 Características do experimento	38

4.4	Análise estatística	40
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
6.	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
	ANEXO.....	58

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é uma das atividades que mais movimentam a economia do Brasil, sendo a reprodução uma característica importante para garantir importantes resultados zootécnicos e produtivos para uma propriedade, gerando assim maiores lucros ao produtor (Ouverney, 2021).

A produção da pecuária no Brasil possui um papel de destaque mundial. O país tem o segundo maior rebanho bovino do mundo (ABIEC, 2023). Segundo dados do IBGE em 2023, o tamanho do rebanho no Brasil era de 238.626.442, sendo 25.040.621 cabeças no Pará, já em Santarém 128.750 e no município de Mojuí dos Campos 23.132 cabeças de gado (IBGE, 2024).

Os sistemas de produção de bovinos buscam identificar animais eficientes, através de práticas de manejo eficazes aliadas ao uso de tecnologias. As biotecnologias da reprodução animal possuem um papel fundamental para disseminação de genética de alta qualidade (Viana et al., 2017; Vasconcelos et al., 2017). O uso de biotecnologias reprodutivas em associação aos programas de melhoramento genético tem se apresentado como uma estratégia para melhorar a produção pecuária em espaço de tempo mais curto (Morotti et al. 2017).

Apesar da gama de fatores que interferem na reprodução animal, o uso de biotecnologias reprodutivas no gado bovino tem apresentado resultados positivos, sendo importante para o crescimento econômico (Faleiro et al., 2019), desta forma a pecuária moderna tem aliado biotecnologias da reprodução para acelerar o melhoramento genético, logo, a produtividade animal.

Visando a melhoria da produtividade, a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), é uma técnica que reduz as dificuldades enfrentadas na inseminação artificial convencional, eliminando a necessidade de detecção do estro, pois através de protocolos farmacológicos permite a ovulação sincronizada, assim, aumentando a taxa de concepção, logo favorecendo o melhoramento genético do rebanho (Pereira et al., 2018).

O avanço das biotécnicas da reprodução aconteceram em decorrência do melhor conhecimento da fisiologia envolvida no ciclo estral da fêmea bovina (Gheller, 2019). Assim, iniciaram-se os estudos sobre a contagem de folículos antrais (CFA) e sua influência no desempenho reprodutivo de vacas (Santos et al., 2016). A contagem de folículos antrais em um mesmo indivíduo tornou-se uma oportunidade estratégica de classificar fêmeas bovinas com

baixo, intermediário ou alto número de folículos por meio da realização de um único exame ultrassonográfico durante o ciclo estral (Silva-Santos et al., 2014).

Afim de obter uma boa eficiência reprodutiva associa-se a biotécnica IATF a avaliação da dinâmica folicular e a contagem de folículos antrais. O estudo teve por objetivo avaliar a dinâmica folicular de novilhas Nelore com alta e baixa contagem de folículos antrais, submetidas a Inseminação Artificial em Tempo Fixo.

2. OBJETIVO

2.1 Geral

- Avaliar a dinâmica folicular a partir da contagem de folículos antrais em novilhas Nelore submetidas ao protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo.

2.2 Específicos

- Avaliar e comparar o diâmetro dos folículos antrais nas novilhas com alta e baixa CFAs nos dias D8 (folículo dominante) e D10 (folículo ovulatório);
- Indicar a ocorrência dos folículos em cada ovário e determinar a detecção de estro;
- Mensurar a média dos folículos e o tamanho dos ovários dos animais categorizados em alta e baixa contagem de folículos antrais.

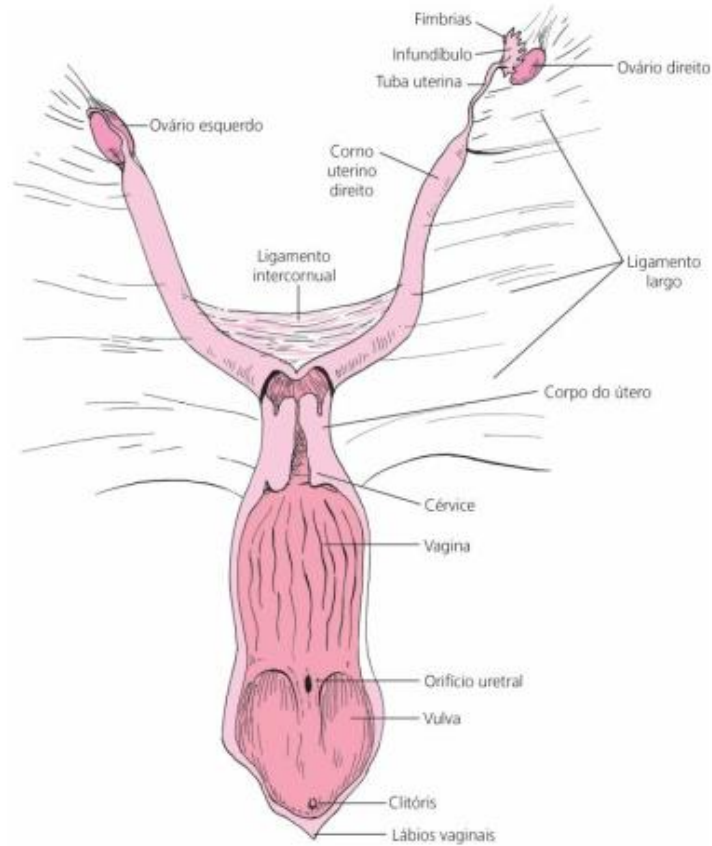
3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fêmeas bovinas Nelore

3.1.1 Anatomia do aparelho reprodutivo

O trato reprodutor da fêmea bovina (Figura 1) é constituído pelos ovidutos, ovários, útero, cérvix, vagina e vulva (Carvalho et al., 2018; Silva, 2021). Os ovários, são divididos em duas regiões: a cortical que contém os folículos ovarianos em diferentes fases de desenvolvimento, e outras estruturas – corpo hemorrágico e o corpo lúteo, e a região medular que possui diversos vasos sanguíneos e tecido conjuntivo fibroso (Junqueira; Carneiro, 2023).

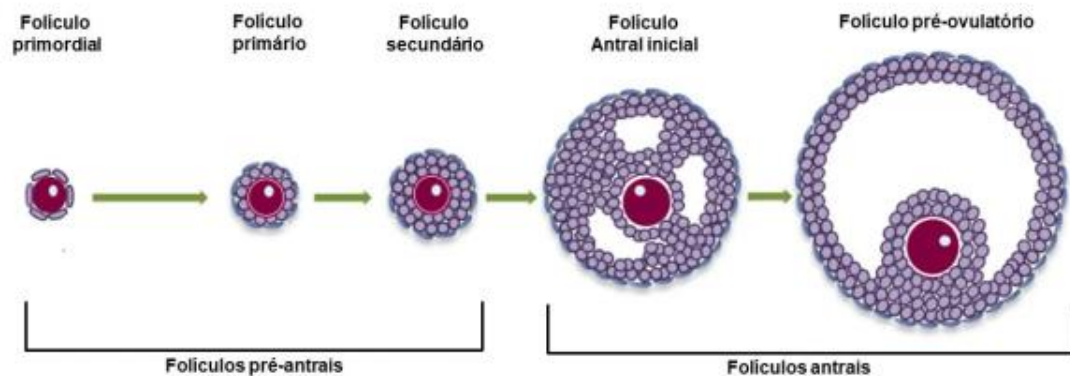
Figura 1 - Anatomia do aparelho reprodutivo feminino da vaca (visão dorsal).



Fonte: Dukes, 2018.

Os folículos ovarianos (Figura 2) são constituídos por camadas de células foliculares e um ovócito em maturação, bloqueado em diferentes fases da meiose à medida que a gametogênese progride. A morfologia dos folículos é compatível com diferentes fases do seu desenvolvimento sendo eles no estágio primordial, primário, secundário, terciário e maduro (Santos; Alessi, 2023).

Figura 2 - Morfologia dos folículos em diferentes fases.



Fonte: adaptado de Sanchez; Smitz, 2012.

Os folículos primordiais primários são diferenciados pela morfologia, sendo que os primordiais apresentam-se circundados por células achatadas, enquanto os primários apresentam uma única camada de células com aspecto cuboide. Os oócitos primários continuam se desenvolvendo e a partir desse momento as células foliculares que o circundam também começam a se dividir (Figueiredo et al., 1997; Lucci et al., 2001). Inicia-se a formação das células tecais, sendo esse denominado o folículo secundário (Figueiredo et al., 1997; Van Der Hurk et al., 1997). Então, surgem os folículos antrais com um antro folicular, essa categoria compreende os folículos terciários e folículos pré-ovulatórios. Nessa fase há formação do *cummulus oophorus*, da corona radiata, e intensa divisão do estroma e células tecais. O folículo vai tornando-se maduro e então chamado de folículo de Graaf ou pré-ovulatório, então o oócito completa a primeira divisão meiótica, estando pronto para a ovulação (Figueiredo et al., 1997).

A tuba uterina é a região que ocorre a fecundação nos mamíferos e é o local dos primeiros eventos da clivagem e do desenvolvimento, divide-se em istmo, ampola e infundíbulo. Por toda a tuba uterina há uma camada de músculo liso que permite a contração da tuba uterina durante o transporte dos gametas até o sítio exato da fecundação (Santos; Alessi, 2023).

O útero é composto por três partes, o corpo, os cornos e o cérvix, o útero possui cerca de 3 a 5cm sendo o local onde será feito o depósito do sêmen durante a inseminação artificial, sua função é alocar o embrião em primeiro momento e posteriormente o feto até o final da gestação (Silva, 2020; Santos et al., 2021; Silva, 2021).

O útero também é composto por três camadas histologicamente distintas: endométrio (responsiva aos hormônios do ciclo reprodutivo, rica em glândulas e vasos sanguíneos, onde ocorre a implantação e dá origem à porção materna da placenta), perimétrio (auxilia no transporte) e miométrio (responsiva a diferentes hormônios que afetam a sua contração) (Junqueira; Carneiro, 2023).

A cérvix ou colo é composto por anéis cartilagosos com objetivo de fechamento do canal vaginal, sendo responsável por conectar a vagina ao corpo do útero (Carvalho, et al., 2018); já a vagina, é um órgão copulatório, onde o sêmen é ejaculado na sua porção final durante o processo de monta natural ou inseminação, possui um comprimento em torno de 30cm (Santos et al., 2021).

A genitália externa (Figura 3) é composta pela vulva e pelo clitóris, sendo essas as porções genitais mais externas do trato genital feminino, a vulva é responsável pelo fechamento externo do trato genital, e é recoberta por pelos, mucosa e pele, o clitóris é localizado na porção

inferir da vulva e ao ser estimulado aumenta a contração uterina e a excitabilidade do animal, além de acelerar a elevação das taxas de LH, reduzindo o intervalo entre o estro e a ovulação (Silva, 2020).

Figura 3 - Genitália externa da vaca.



Fonte: Melo-Sterza et al., 2021.

O ciclo ovariano é regulado por hormônios e tem influência sob outros órgãos, promovendo uma integração hormonal entre hipotálamo, hipófise, gônadas e útero (Santos; Alessi, 2023).

3.1.2 Controle hormonal do ciclo estral

A puberdade nas fêmeas é marcada por alterações nas gonadotrofinas e pelo aumento dos hormônios esteroides sexuais circulantes, conhecida como teoria gonadostática (Sousa, et al., 2018). Para Filipiak, Viqueira e Bielli (2016) a puberdade das fêmeas bovinas é determinada pela fase em que ocorre a primeira ovulação e é caracterizada por várias condições, como por exemplo, idade, peso, nutrição, raça, estação do ano. O tamanho corporal e o peso, juntamente com a nutrição, são determinantes ainda mais significativos do que a idade do animal na previsão do momento da puberdade. Sá Filho et al., (2008) relacionaram o desenvolvimento uterino de novilhas Nelore com a puberdade, tal feito foi decorrente da estimulação exercida pelo aumento das concentrações de E2 e P4 durante o período pós-púbere.

As fêmeas bovinas atingem a puberdade entre 11 e 19 meses, indicando os ciclos estrais, o que geralmente marca o início da receptividade sexual, também chamada de "estro" ou "cio", no qual a fêmea busca, atrai e aceita a monta do macho (Silva, 2020). Em termos fisiológicos as fêmeas bovinas são consideradas poliestricas não estacionais, isto significa dizer que possuem vários durante o ano inteiro, a duração do ciclo estral dura de 17 a 24 dias, e em média 21 dias, com a duração do estro aproximadamente de 18 horas (10 a 24 horas), e o momento da ovulação em torno de 10 a 12 horas após o primeiro sinal de estro (Bazilo, 2018; Santos; Alessi, 2016).

Além das mudanças que ocorrem no eixo-hipotalâmico-hipofisário-gonadal durante a fase pré-púbere, ocorrem também modificações morfofisiológicas nos órgãos sexuais da fêmea criando condições adequadas para uma possível prenhez com o aumento no peso do útero, cérvix e vagina, sendo que novilhas pré-púberes geralmente possuem diâmetro do útero inferior em relação as novilhas púberes (Sousa, et al, 2018).

De acordo com Dantas (2021), as raças zebuínas costumam apresentar puberdade tardia, quando comparada com as raças taurinas que apresentam maior precocidade, ou seja, se tornam púberes mais cedo. As fêmeas da raça Nelore, a idade média na qual elas se tornam púberes, pode variar entre 22 a 36 meses quando criadas a pasto, que é a realidade de 80% do rebanho brasileiro, o que contribui para a baixa produtividade do rebanho nacional.

Em cada etapa do ciclo estral há mecanismos químicos e físicos que são regulados por hormônios pelos mecanismos endócrinos denominados "*feedback*", e segundo Palhano (2008) diversos hormônios participam do controle endócrino reprodutivo da fêmea bovina.

3.1.3 Fases do ciclo estral

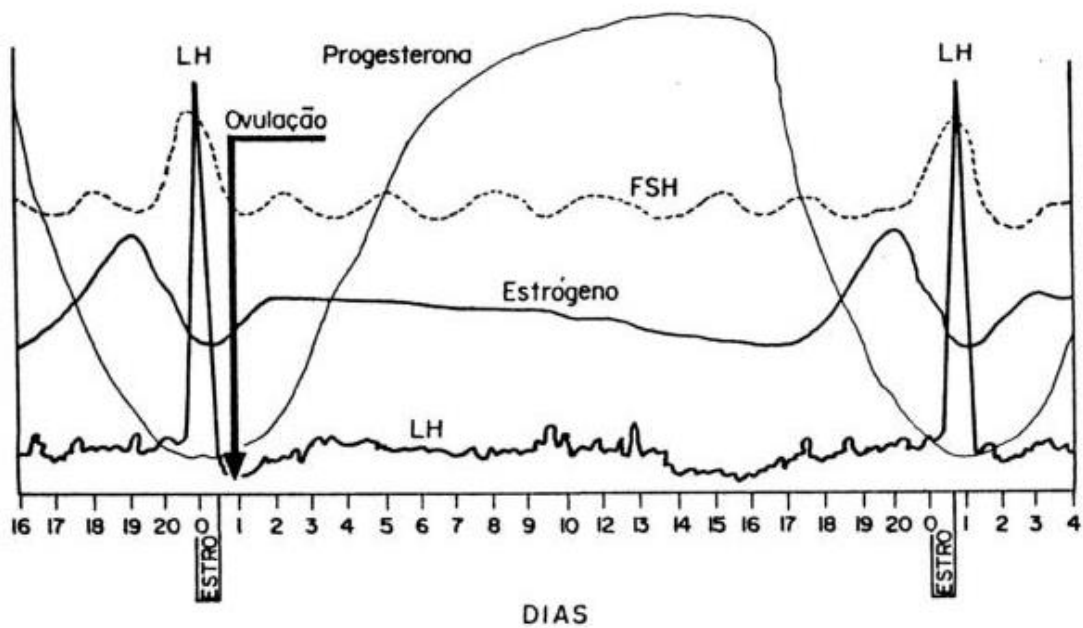
Hafez & Hafez (2004) expõem que o ciclo estral é regulado mediante mecanismos endócrinos e neuroendócrinos, especialmente pela ação dos hormônios hipotalâmicos, as gonadotrofinas e os esteroides secretados pelas gônadas.

Os principais hormônios hipotalâmicos e hipofisários são: GnRH (o hormônio liberador de gonadotrofina), que é sintetizado e secretado de forma contínua pelo hipotálamo – controlando a onda pré-ovulatória, através do eixo hipotalâmico-hipofisário, atingindo a hipófise anterior e consecutivamente provoca a liberação de FSH e LH que por sua vez caem na corrente sanguínea e chegam aos ovários, mais especificadamente nos folículos onde o FSH (hormônio folículo estimulante) responsável pela estimulação do desenvolvimento dos

folículos ovarianos e da secreção de estrogénios, e o LH (hormônio luteinizante) estimula a ovulação, a formação e a manutenção do corpo lúteo (Buratini,2007; Junqueira; Carneiro, 2023).

De acordo com Lima et al., (2024), as oscilações dos níveis hormonais durante o ciclo estral bovino constituem uma informação básica essencial para a compreensão da técnica de IATF e da aplicação de seus protocolos (Figura 4).

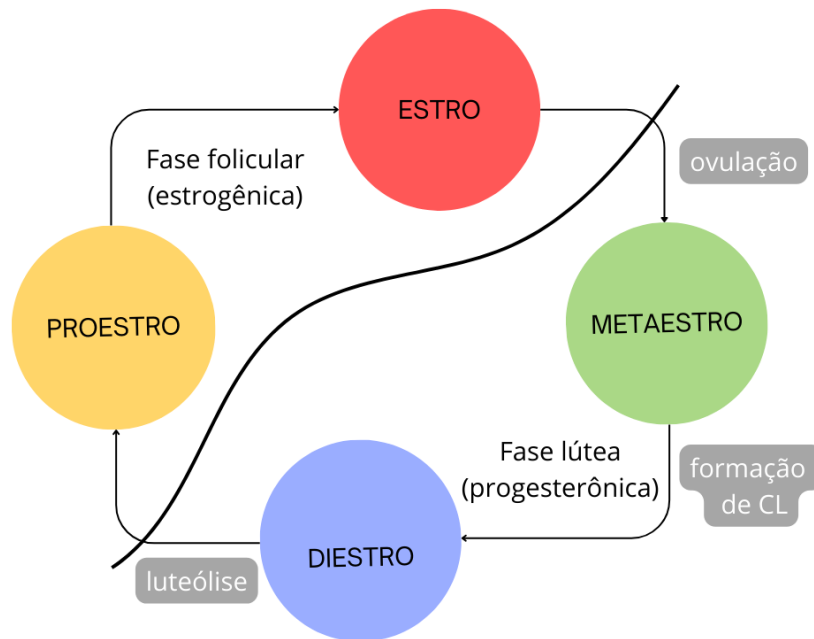
Figura 4 - Variação hormonal no ciclo estral de vacas.



Fonte: Valle et al., 1991.

O ciclo estral é composto de duas fases: a fase folicular, na qual os folículos ovarianos desenvolvem-se, amadurecem até a ovulação; já a fase lútea refere-se as etapas do ciclo em que o corpo lúteo se forma (Silva, 2020). Os hormônios ovarianos envolvidos no ciclo estral são: o estradiol, efetado nos folículos ovarianos, estimulador da liberação de LH e da manifestação do estro e a progesterona, que é secretada pelo corpo lúteo e responsável pela manutenção da gestação (Junqueira; Carneiro, 2023). O ciclo ainda é subdividido (Figura 5) na fase estrogênica sendo proestro e estro, e na fase progesterônica sendo metaestro e diestro (Pansani et al., 2010).

Figura 5 - Divisões do ciclo estral de vacas.



Fonte: Autorial pessoal, 2024.

3.1.3.1 Fase folicular

A fase folicular é dividida em proestro e estro. O proestro antecede o estro, dura em média 2 a 3 dias e nele ocorre a queda dos níveis de progesterona, aumento dos níveis de estradiol e desenvolvimento dos folículos, por ação do FSH. Os folículos em desenvolvimento produzem cada vez mais estradiol, cujos altos níveis estimulam a manifestação do estro e a liberação massiva de LH, os principais sinais são inquietação, aumento da micção, cauda erguida, vulva edemaciada e brilhante, agrupamento entre animais e o indivíduo montar outros animais, mas não se deixa montar. O pico de LH no proestro marca o início da segunda etapa da fase folicular, o estro (Valle, 1991).

Níveis de estradiol caracterizam o início do estro, e são responsáveis pela manifestação do estro e por uma série de modificações fisiológicas como a dilatação da cérvix, síntese e secreção de muco vaginal, ocorrência de corrimento vaginal claro e de consistência viscosa, e vulva/vagina avermelhadas e intumescidas (Valle, 1991). O estro é o período em que a fêmea mais se apresenta receptiva, o melhor sinal ocorre quando a fêmea se deixar montar por outra vaca ou touro, é a fase mais curta do ciclo entre 11 e 18 horas e seus principais sinais além da aceitação da monta, são: vulva edemaciada e brilhante, liberação de muco, aumento de micção e mugir constantemente (Barros et al., 1995).

3.1.3.2 Fase lútea

O metaestro dura cerca de 2 a 3 dias e é caracterizado principalmente pela ovulação com liberação do óvulo através da ruptura do folículo. Em vacas a ovulação ocorre entre 12 a 16 horas após o fim do estro (Prestes; Alvarenga, 2017).

O período em que o corpo lúteo se forma e passa a ser funcional, sintetizando progesterona é conhecido diestro, que dura 15 dias (entre as fases do ciclo estral, o diestro é o que tem a maior duração) (Prestes; Alvarenga, 2017). O diestro é o período mais longo do ciclo estral, em que o CL produz P4 acima de 1ng/mL, deixando o endométrio mais desenvolvido e com maior atividade de suas glândulas, regride a cérvix e termina com a luteólise caso não haja gestação, causando um novo ciclo (Martin, 2008).

Caso ocorra fecundação e gravidez, o corpo lúteo será mantido, ao passo que este regride caso não haja prenhez, por volta do 17º dia do ciclo. A queda nos níveis de progesterona causada pela lise do corpo lúteo permite o início de um novo ciclo (Lima et al., 2024).

3.1.4 Desenvolvimento folicular

A foliculogênese é um processo regulado por diversos fatores autócrinos, parácrinos e endócrinos. Neste processo ocorre a formação e desenvolvimento da estrutura folicular e de todos os tipos celulares, que atuarão diferentemente no ambiente folicular para proporcionar a preparação do oócito (Webb et al., 2016). A maioria dos folículos irá sofrer atresia em algum período da foliculogênese, enquanto outros conseguirão atingir o seu completo desenvolvimento (Greenfield, 2016).

De acordo com Seneda et al., (2021), em ruminantes, a foliculogênese começa na fase fetal, quando as células germinativas primordiais migram do saco vitelino para as gônadas primordiais realizando a produção mitótica sequencial de células germinativas, estabelecendo muitos grupos de oogônias.

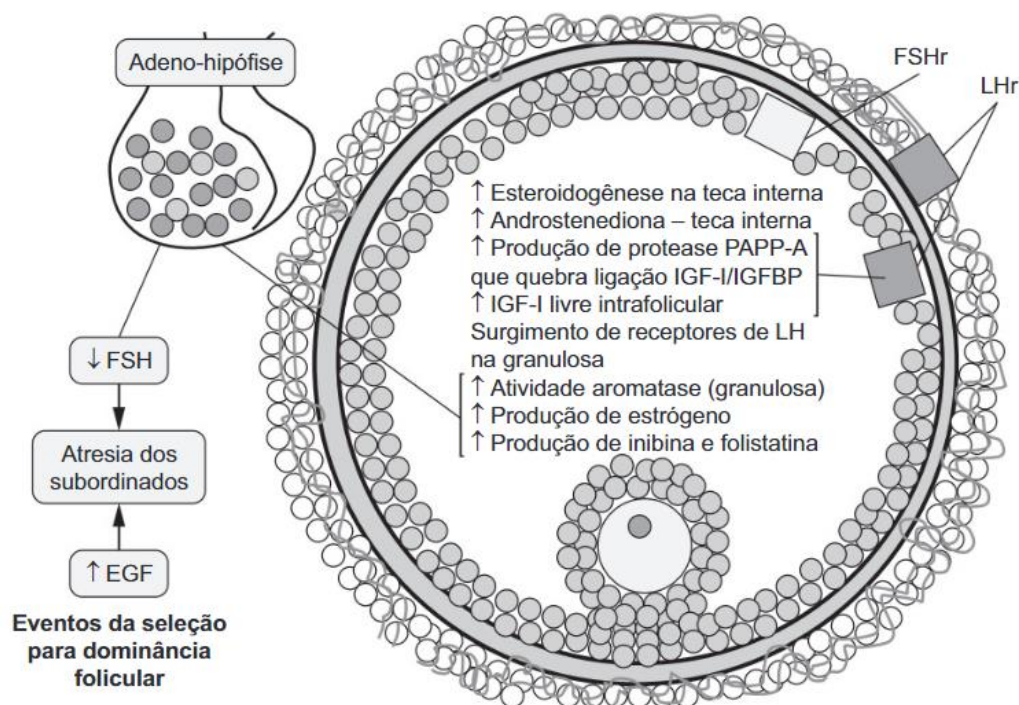
Os folículos primordiais são formados no feto entre 150 e 180 dias de gestação. Os oócitos mantêm-se no estágio de prófase da primeira divisão meiótica, sem zona pelúcida, neste período não há aporte sanguíneo para tais folículos então a nutrição acontece por difusão (Moraes, 2014).

De acordo com Filipiak, Viqueira e Bielli (2016) os folículos são descritos como unidade fundamental do ovário e são as estruturas que coordenam os processos reprodutivos e as fases do ciclo estral, o folículo contém o ovócito coberto por células epiteliais pré-granulosas

ou granulosa, o folículo é uma estrutura ovariana que é responsável pela produção de hormônios e ovócitos maduros para a fertilização.

Os hormônios FSH e LH são conhecidos como hormônios gonadotróficos e são essenciais para a maturação das células da granulosa, logo para o desenvolvimento folicular (Figura 6). Em vacas, as concentrações basais de gonadotrofinas durante o ciclo estral promovem ondas de crescimento folicular a cada 7-9 dias, o que resulta em 2 a 3 ondas de crescimento folicular por ciclo estral. Em cada onda há o aparecimento simultâneo de 3 a 6 folículos de diâmetro igual ou superior a 5mm. O mecanismo de seleção e dominância folicular permite que 1, dificilmente 2, folículos alcancem a ovulação. Os demais folículos entram em atresia folicular, por um mecanismo ainda pouco elucidado, mas que pode ser influenciado por fatores endócrinos, parácrinos e autócrinos (Nascimento; Santos, 2021).

Figura 6 - Mecanismo de seleção e dominância folicular.



Fonte: Nascimento; Santos, 2021.

O processo de desenvolvimento folicular (Figura 7) em fêmeas bovinas é fragmentado em quatro fases, sendo elas, a seleção, recrutamento, dominância e fase de atresia ou ovulação do folículo dominante (Rippe, 2015).

A fase de recrutamento consiste em um grupo de folículos primordiais que iniciará o processo de desenvolvimento folicular, sendo que apenas um folículo será

selecionado e sofrerá ação do hormônio folículo estimulante (FSH); então, na fase de seleção, este folículo continuará seu desenvolvimento, não entrando em processo de atresia folicular e podendo ovular. Os demais folículos sofrem atresia, podendo ocorrer a qualquer momento de sua sequência de desenvolvimento (Furtado, 2011; Rippe, 2015). Ocorrerá um pico de FSH quando o futuro folículo dominante medir 4mm de diâmetro e logo em seguida os níveis de FSH diminuem (Rippe, 2015). A fase de dominância é marcada pelo desenvolvimento rápido do folículo selecionado, o que acaba impossibilitando o desenvolvimento dos demais e o recrutamento de um novo grupo de folículos (Furtado, 2011). Este domínio permanece até este folículo morrer ou ovular (Rippe, 2015).

O folículo dominante produz inibina, que é um hormônio peptídeo produzido pelas células da granulosa, responsável pela retroalimentação negativa para liberação de FSH, agindo eixo hipotálamo-hipófise-ovário, inibindo os folículos antrais, mantendo sua dominância (Floriani, 2006; Furtado, 2011). O folículo dominante, secreta mais que 80% do estradiol e também é responsável por 55% da inibina liberada na circulação (Moraes et al., 2002). Segundo Mello et al., (2014), o folículo dominante sofre uma transição na dependência de FSH para LH, sendo capaz de se desenvolver e maturar em condições baixas de FSH circulante. Portanto, o FD é refém de FSH até a ocorrência de sua dominância, e logo em seguida se tornam dependentes de LH.

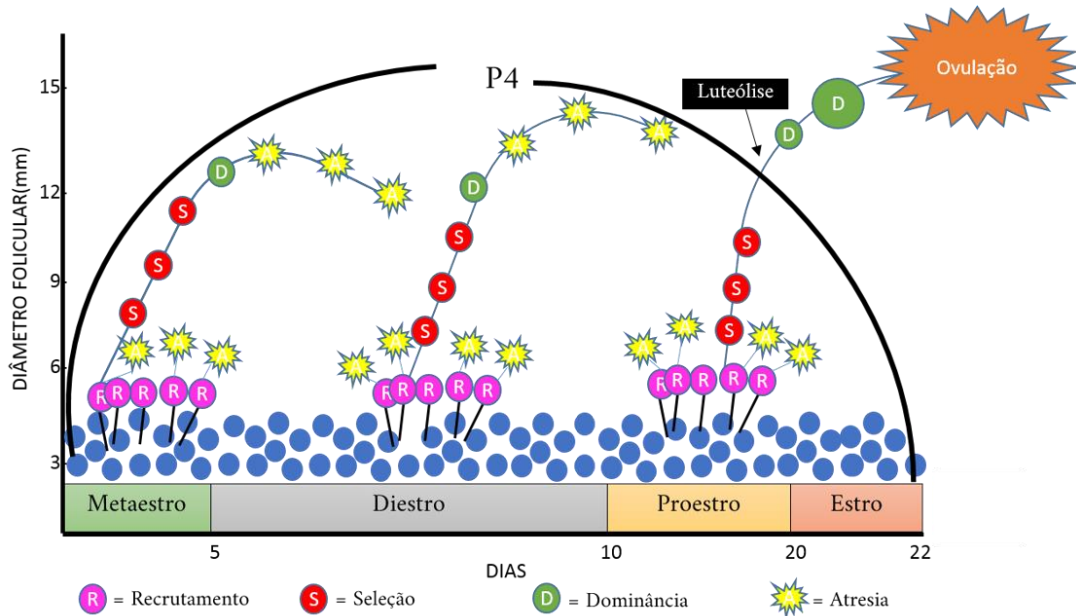
De acordo com Neto (2012), em vacas, o maior folículo presente no ovário, em aproximadamente 60% dos casos se tornam dominante, e, no início do processo divergência o maior folículo mede cerca de 8,5mm e o segundo maior 7,2mm, podendo chegar por volta de 16mm no dia antes da ovulação. O diâmetro folicular é diretamente proporcional a taxa de ovulação e de concepção, ou seja, quanto maior o diâmetro folicular, maior a probabilidade da fêmea ovular, além de ovular um oócito de melhor qualidade, logo possuirá maior chance de ser fecundado (Ribeiro Filho et al., 2013).

3.1.5 Ondas de crescimento

Silva (2020), descreve que o crescimento folicular (Figura 7) no estágio antral ocorre em forma de ondas, cada onda inicia com um aumento nos níveis de FSH - o recrutamento; em seguida, um único folículo continua a crescer, o que provoca um aumento das concentrações de estrogênios e inibina, gerando uma diminuição das concentrações de FSH e atresia dos folículos subordinados. O folículo dominante permanece entre quatro a seis dias e se não chega a ovular, sofre atresia, após a atresia do folículo dominante, diminuem-se os níveis

de estrogênio e inibina, nota-se um aumento das concentrações de FSH e começa uma nova onda folicular. Durante o ciclo estral são apresentadas de duas a três ondas foliculares, fêmeas com três ondas foliculares têm uma fase lútea mais longa – tornando-se um ciclo estral mais longo, de 22 a 23 dias; enquanto as vacas com duas ondas apresentam um ciclo estral de 18 a 21 dias.

Figura 7 - Dinâmica folicular – ondas de crescimento folicular.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

3.1.6 Ovulação

Silva (2020), descreve que a ovulação ocorre em média 30 horas após o pico pré-ovulatório de LH. A secreção pré-ovulatória de LH causa a liberação de enzimas proteolíticas e de mediadores da inflamação na parede folicular, as quais degradam o tecido conjuntivo e ocasionam morte celular, promovendo a ruptura do folículo maduro, logo, acontece uma hemorragia e o espaço que antes era preenchido com o líquido folicular passa a ser preenchido pelo corpo hemorrágico, então a $PGF2\alpha$ induz contrações da teca externa, levando à ruptura folicular e à expulsão do ovócito (Santos; Alessi, 2016).

3.1.7 Corpo lúteo

O corpo lúteo é produzido através do colapso das células foliculares e invasão do antro folicular por sangue e linfa, após a ovulação, é formado por células esteroidogênicas; é considerado uma glândula endócrina temporária que secreta progesterona a qual é fundamental

para a manter a gestação, e caso haja fecundação o corpo lúteo será mantido (Schams; Berisha, 2004).

O principal hormônio que é produto da secreção do corpo lúteo é a progesterona que atua basicamente sobre os órgãos genitais da fêmea, sendo responsável pela preparação do útero para o estabelecimento e manutenção da gestação (Silva, 2020). A progesterona é o hormônio essencial para a permanência da gestação, pois estimula a secreção endometrial responsável pela nutrição do embrião durante as primeiras etapas de seu desenvolvimento e inibe a contratilidade do músculo uterino criando um ambiente favorável para implantação do embrião. Além disso, a progesterona atua sobre o hipotálamo inibindo a secreção do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), portanto não haverá maturação folicular e ovulação neste período (Santos; Alessi, 2016).

A luteólise, ou seja, a regressão do corpo lúteo, é desencadeada pela ação da prostaglandina (PGF₂), que possui a ação de deixar o corpo lúteo mais suscetível à medida que envelhece, por volta do 10º dia do ciclo (Berardinelli; Adair, 1989).

3.1.8 Anestro

Há fatores que impedem que o ciclo estral ocorra normalmente, deixando a fêmea em anestro, ou seja, com inatividade sexual, apresentando deficiência no desenvolvimento de folículos ovarianos. O anestro, neste cenário, pode ser por uma insuficiência de gonadotrofinas, oscilação de temperatura relacionada mudanças no clima, freemartinismo, ovários císticos, deficiências nutricionais e em alguns animais pela lactação, podendo ser também desencadeado por persistência do corpo lúteo, em casos de gestação, infecções devido processo de mumificação e/ou piometra, infecções por parasitos (Soethe et al., 2014).

3.2 Dinâmica folicular

A dinâmica folicular representa um dos aspectos mais importantes da fisiologia ovariana (Coutinho et al., 2007). Os ovários possuem uma função endócrina, a partir da produção e liberação de hormônios esteróides, e também uma função exócrina, como o crescimento de folículos e a liberação cíclica de oócitos aptos à fertilização (Hafez e Hafez, 2004).

Na vida fetal, a fêmea já possui sua reserva de folículos primordiais que crescem de forma contínua durante a sua vida reprodutiva até que ocorra a exaustão da reserva; já ao nascimento, as fêmeas bovinas já possuem cerca de 150.000 folículos primordiais estacionários

em sua reserva (Hafez e Hafez, 2004; Bezerra, 2009). Com o desenvolvimento fetal, os folículos ovarianos iniciam um período de desenvolvimento de três a quatro meses caracterizado por estágios independente e dependente de gonadotrofina (Webb et al., 2004). O crescimento folicular ocorre em ondas, sendo duas a três ondas de crescimento folicular por ciclo estral (Ginther et al., 1989).

Segundo Figueiredo et al., (1997) na raça Nelore, há um predomínio de duas ondas na vaca (83,3%) e três ondas na novilha (64,7%). Cada onda de crescimento folicular envolve crescimento, o desenvolvimento e a maturação dos folículos ovarianos são processos fundamentais na eficiência reprodutiva em animais de produção (Morotti, 2013). Em decorrência aos avanços e a utilização mais ampla da ultrassonografia na reprodução de bovinos tornou-se possível a comprovação do padrão ondulatório de crescimento folicular na espécie (Borges, 2001).

De acordo com Morotti (2013), através do conhecimento da fisiologia do ciclo estral dos bovinos, tornou-se possível o controle das fases de desenvolvimento folicular sendo elas: recrutamento, seleção e ovulação, em virtude à utilização de estratégias farmacológicas específicas; este controle farmacológico do ciclo estral facilita não só o manejo reprodutivo, como também permite a aplicação das biotecnologias da reprodução nos rebanhos de leite e de corte, proporcionando uma produção mais eficiente.

Atualmente, a dinâmica folicular se faz parte indispensável do estudo de biotécnicas da reprodução, devido a fisiologia ovariana que é o pilar principal da reprodução com influências na produção de hormônios e na gametogênese (Soares; Junqueira, 2018).

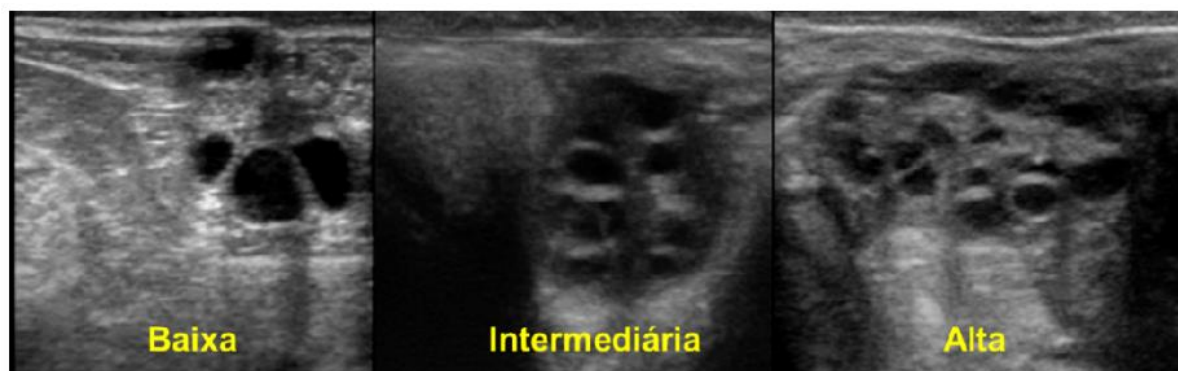
3.3 Contagem de folículos antrais (CFA)

A contagem de folículos antrais (CFA) nos ovários de bovinos é um marcador fenotípico de fertilidade frequentemente utilizado (Ireland et al., 2011; Mossa et al., 2012; Silva-Santos et al., 2014; Santos et al., 2016). A população de folículos antrais presentes nos ovários pode ser mensurada utilizando a técnica de contagem de folículos antrais (CFA). CFA foi identificada como um identificador de fertilidade em bovinos (Summers et al., 2019). Dependendo de sua classificação, a CFA é um alvo ideal das biotecnologias reprodutivas (Silva-Santos et al., 2014).

A contagem de folículos antrais (CFA) maiores ou iguais a 3mm de diâmetro pode ser facilmente avaliada por ultrassonografia transretal e podem ser um importante marcador para a seleção precoce de fêmeas bovinas. (Ireland et al., 2008; Morotti et al., 2017).

A relação entre a contagem de folículos antrais (CFA) e a fertilidade é de importância significativa, uma vez que a CFA e o desempenho reprodutivo têm sido foco de vários estudos nos últimos anos (Morotti et al., 2017). A CFA se destaca como um dos fatores de maior influência, empregando o uso da ultrassonográfica transretal, as fêmeas podem ser classificadas (Figura 8) como baixo, intermediário ou alto número de folículos, além disso, a alta repetição desta qualidade possibilita realizar esta classificação em diferentes momentos da vida reprodutiva do animal (Silva-Santos et al., 2014; Morotti et. al., 2021).

Figura 8 - Classificação da contagem de folículos antrais.



Fonte: Morotti et al., 2021.

De acordo com Silva et al., (2023) a seleção de novilhas mais férteis pode ter impacto na duração da reprodução e conseqüentemente o retorno econômico da atividade; para que a CFA seja efetivamente adotada como ferramenta de seleção, é importante que todos os fatores que possam interferir com a caracterização da CFA sejam avaliados, para que possa ser realizada de forma confiável.

Morotti et al., (2021) ressaltam que apesar da relação entre CFA e fertilidade na inseminação ainda não esteja definitivamente compreendida, a CFA tem se destacado como um fator importante na seleção das matrizes, que por sua vez gera um resultados positivo nos programas reprodutivos.

Morotti et al. (2018), diz que a baixa CFA em fêmeas *Bos taurus* está associada a várias características relacionadas ao baixo desempenho reprodutivo, como ovários pequenos, menor probabilidade de prenhez no final da estação reprodutiva, tratamento superovulatório não eficaz, menor potencial para produção de embriões e menos embriões viáveis, menores

concentrações circulantes de progesterona e hormônio anti-Mülleriano e espessura endometrial reduzida; já as fêmeas com maiores CFAs têm características fisiológicas e endócrinas opostas às daquelas com menores CFAs, o que sugere uma correlação linear entre maiores CFAs e aspectos importantes da fertilidade reprodutiva em bovinos *Bos taurus*. Neste contexto, Garcia et al., (2020) diz que a CFA tem sido amplamente estudada, tanto em bovinos de corte, quanto de leite, se destacando como uma ferramenta estratégica para seleção de animais que possuem maior probabilidade de sucesso reprodutivo.

Curiosamente em fêmeas *Bos indicus*, a baixa CFA está relacionada a melhores taxas de gestação após inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (Santos et al., 2013; Morotti et al., 2018), e maiores diâmetros do folículo ovariano dominante (Morotti et al., 2016). Diversos estudos avaliaram a relação da CFA com fertilidade à IATF encontraram resultados afirmando que fêmeas de baixa CFA têm apresentado maiores diâmetros foliculares e consecutivamente maior taxa de prenhez (Morotti et al., 2018; Moraes et al., 2019; Lima et al., 2020; Morotti et al., 2021).

Em decorrência aos achados nos estudos, a influência da CFA passou então a ser estudada em animais *Bos indicus*, pesquisadores constataram que esta relação pode ocorrer, em um padrão inverso do referido (Santos et al., 2013; Morotti et al., 2018), pois as vacas Nelore de baixa CFA possuem uma maior taxa de proliferação das células foliculares, característica a qual é indicada como um possível mensurador fisiológico da atividade ovariana (Machado et al., 2017).

3.4 Inseminação artificial em tempo fixo (IATF)

Lima et al., (2024) dizem que é essencial ter o conhecimento no que se refere a anatomia e morfologia dos órgãos reprodutores dos bovinos, pois é importante na prática de IATF, assim como o domínio da fisiologia do ciclo estral e dos hormônios envolvidos na ovulação e na gestação.

Segundo Chaves (2023), o uso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF), vem aumentando cada vez mais em propriedades de bovinos de corte, afim de gerar uma maior difusão de material genético superior e melhorando ganhos genéticos em menor espaço de tempo. Para que esta biotecnologia possa ser eficaz, é necessário que seja executada por profissional plenamente capacitado, pois etapas que precisam ser avaliadas minuciosamente e definidas, especialmente no que diz respeito a escolha do protocolo a ser utilizado.

A sincronização é um recurso significativo quando a estratégia é trabalhar com Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), pois através da aplicação de fármacos estimuladores, torna-se possível promover um mecanismo de feedback positivo para o LH no momento final do crescimento folicular (Vale et al., 2011; Pereira et al., 2018)

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) é uma biotecnologia, que vem crescendo atualmente, e tem facilitado a vida dos pecuaristas, pois proporciona o alcance de eficiência reprodutiva do rebanho com alta tecnologia, esta biotécnica consiste na sincronização do ciclo estral através do uso da hormonioterapia em um período pré-determinado, nesta técnica o pecuarista tem a oportunidade de determinar a época de gestação e parição do seu plantel (Souza; Soares, 2022).

Entre suas vantagens estão a possibilidade de reconhecimento paterno, menor número de touros utilizados na estação de monta, maior disseminação de material genético superior, padronização do rebanho e controle de doenças sexualmente transmissíveis. Contudo, as falhas na detecção de estro associada ao anestro pós-parto, são fatores que determinam baixa eficiência reprodutiva dos rebanhos (Caetano e Caetano Júnior, 2015).

Com o objetivo de complementar e facilitar o uso da IA em propriedades rurais, desenvolveu-se a Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), que sincroniza o ciclo estral, permitindo que a ovulação de todas as fêmeas ocorra em um intervalo semelhante, e assim, possibilita que muitos animais sejam inseminados no mesmo período (Palhano, 2008).

Esta técnica surgiu na década de 1990, na Universidade de Wisconsin (EUA), em que Pursley et al. (1995) trabalharam na otimização da reprodução de vacas leiteiras, através de um protocolo de manipulação hormonal para sincronizar o momento de ovulação utilizando o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) e prostaglandina (PGF₂), que ficou conhecido como “Ovsynch” e foi o primeiro protocolo de IATF que apresentou resultados positivos sobre a taxa de prenhez.

A Inseminação Artificial em Tempo Fixo é amplamente utilizada no Brasil e tem especial importância em fazendas localizadas em áreas remotas, contribuindo para um manejo eficiente e conseqüentemente uma melhora da genética e da produtividade em áreas como o Baixo Amazonas (Silva et al., 2022).

De acordo com Lima et al., (2024) inúmeros protocolos de IATF envolvem a administração hormonal a fim de manipular e sincronizar os ciclos reprodutivos de fêmeas que

podem ser inseminadas todas a um único tempo, protocolos estes que são adaptados a diferentes particularidades ou seguem um padrão já estabelecido; de todo modo, a eficiência da IATF traduzida no aumento da taxa de prenhez, entre outros parâmetros positivos, é incontestável.

3.4.1 Sincronização da ovulação e protocolos farmacológicos

Na IA tradicional, os animais com melhores escores corporais são selecionados e em seguida é realizado a detecção do estro na vaca; caso seja positivo, é realizado a coleta do sêmen do touro, e este é depositado no sistema reprodutor feminino de forma mecânica utilizando-se de instrumentos, ou seja, o processo de fecundação e o desenvolvimento do bezerro ocorrem de forma natural, sem a intervenção humana. (Baruselli, 2019).

Em programas de IA, fêmea bovina é o centro de tudo, por isso é fundamental prezar pelo bem estar e saúde desses animais, visto que aquelas que apresentarem um baixo escore de condição corporal possuem uma baixa chance de manifestarem estro e de conceberem o bezerro, dessa forma é indicado separar os animais em aptos ou inaptos ao programa de IATF. Os animais não aptos necessitam passar por um programa de manejo rigoroso para melhorar a condição corporal e, posteriormente, serem inseridas no programa de IA (Carvalho et al., 2018).

É preciso ter planejamento, organização e a decisão de qual protocolo será utilizado, como será feito a aplicação de hormônios, seleção do sêmen, manejo nutricional e sanitário geral do rebanho, além da capacitação de recursos humanos e financeiros envolvidos com todo o processo, para que dessa forma a IATF seja efetiva para o manejo reprodutivo (Silva; Mello; Palhano, 2021).

Silva et al. (2011), descrevem que a inseminação artificial consiste na transferência de sêmen de um macho fértil para uma fêmea fértil, por via instrumental. Há uma diversidade de tratamentos hormonais para manejo produtivo e reprodutivo, porém necessitam de conhecimento dos mesmos para uma melhor manipulação e obtenção das vantagens da regulação farmacológica do ciclo estral.

Como alternativa para otimizar o emprego da IA, vários protocolos hormonais foram desenvolvidos, com a finalidade de controlar o crescimento folicular e induzir a ovulação permitindo, assim, a sincronização do estro e da ovulação, possibilitando o emprego da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) sem a necessidade de detecção do estro (Bó et al., 2013).

O emprego da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) proporciona às fêmeas bovinas a diminuição e/ou eliminação de problemas relacionados à baixa eficiência reprodutiva. A escolha deverá ser feita de acordo com as características apresentadas pelo rebanho e o conhecimento do profissional, quanto aos mecanismos fisiológicos que comandam a dinâmica folicular (Soares, 2019). A biotécnica admite a utilização do sêmen de touros geneticamente superiores, acelerando o ganho genético e resultando em bezerros mais produtivos que geram maior retorno econômico ao produtor (Baruselli et al., 2019).

Nos últimos 20 anos, vários protocolos de sincronização para IATF foram estudados para atender diferentes realidades de manejo, raças e categoria animal (Baruselli et al., 2019).

Os protocolos mais utilizados no Brasil baseiam-se no uso do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) ou de ésteres de estradiol, ambos combinados com dispositivos de liberação de progesterona (D'ávila et al., 2019). Os protocolos à base de estradiol e progesterona normalmente apresentam duração média de 9 a 11 dias e consiste na inserção de um dispositivo liberador de progesterona e na administração de 2 mg de benzoato de estradiol (BE) no dia 0, com o intuito de induzir a atresia folicular e sincronizar surgimento de uma nova onda folicular (Martinez et al., 2000). O dispositivo de progesterona permanece por cerca de 7, 8 ou 9 dias, ao realizar a sua remoção é realizada a aplicação de PGF2a para garantir a luteólise, podendo ser administrada também eCG visando estimular o crescimento do folículo dominante e proporcionar o aumento na taxa de ovulação (Sá Filho et al., 2010), especialmente, em vacas com anestro pós-parto e/ou em baixo ECC (Bó et al., 2013) Para indução da ovulação pode ser utilizado o benzoato de estradiol administrado 24 horas após a remoção do dispositivo (quatro manejos) (Sales et al., 2012) ou o cipionato de estradiol administrado no dia da remoção do dispositivo de progesterona (protocolo três manejos) (Torres-Júnior et al., 2014) e GnRH no momento da IATF (Sá Filho et al., 2010).

Protocolos à base de GnRH e PGF, também conhecido como protocolo Ovsynch, é um dos protocolos pioneiros na utilização de GnRH para o controle do ciclo estral e ovulação de vacas leiteiras. Nesse protocolo é realizada a aplicação de GnRH no dia 0, administração de PGF no dia 7 e após 48 horas é realizada uma nova aplicação de GnRH, e após 12 horas as vacas são inseminadas (Pursley et al., 1995).

O objetivo da primeira aplicação de GnRH é promover a liberação de LH, que pode induzir a ovulação, e conseqüentemente ocorrer a formação do CL e aumento da concentração de P4 (Baruselli et al., 2004). No D7 a aplicação de prostaglandina irá gerar a lise do CL, e após

de 48 horas a segunda dose de GnRH irá sincronizar o cio e a ovulação das fêmeas, para então após 12 a 16 horas realizar a inseminação (Pursley et al., 1995).

Foram realizadas diversas alterações no protocolo Ovsynch, resultando no surgimento de diversos protocolos, como o protocolo Co-Synch, no qual se realiza a inseminação no momento da segunda aplicação de GnRH, enquanto no Ovsynch a inseminação é realizada cerca de 12 horas após a segunda aplicação de GnRH (Gottschall et al., 2016). A única diferença desta técnica é o momento da inseminação, que é realizada no momento da segunda dose de GnRH. Esse tipo de protocolo se justifica pelo fato de diminuir o número de manejos feito com o animal (Geary; Whittier, 1998).

Em produções de bovinos de corte criados em regiões tropicais, onde a maior parte são zebuínos, o tratamento mais utilizado para o retorno da ciclicidade ovariana pós-parto é a utilização de implante intravaginal de progesterona por 5 a 10 dias. O implante mantém as concentrações plasmáticas de progesterona por um certo tempo. Dessa forma, a progesterona atinge níveis adequados para que ocorra um aumento na frequência dos pulsos de LH, levando ao crescimento folicular, prevenindo a atresia do folículo dominante (Sávio et al., 1993). Este mecanismo permite o crescimento e maturação do folículo dominante que será ovulado, inclusive em animais que se encontram em anestro (Rhodes et al., 2002). A ovulação decorrente do tratamento com progesterona permite a formação de um corpo lúteo com atividade normal, fazendo a manutenção da gestação (Wiltbank et al., 2002). O uso do estradiol em combinação com a progesterona foi adicionado ao protocolo, quando foi provado que o estradiol induzia a regressão luteal (Wiltbank et al., 1961).

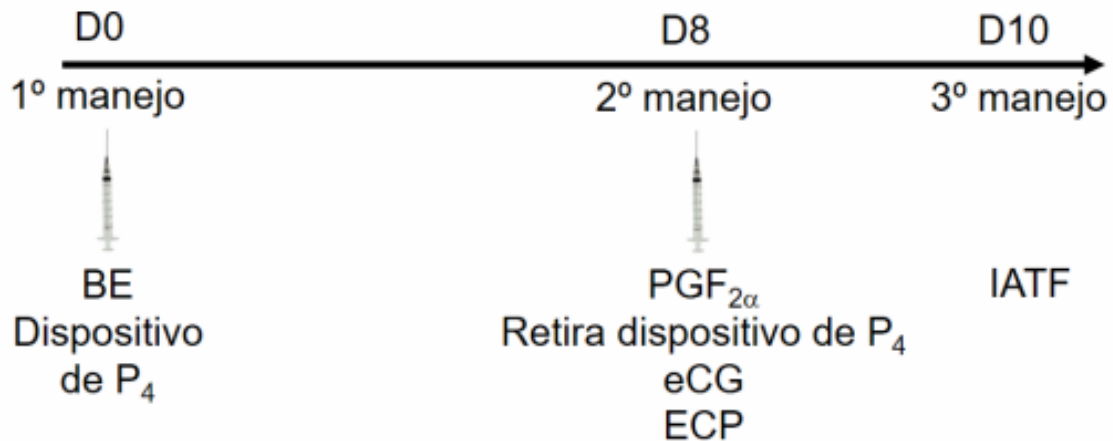
A disponibilidade de protocolos e insumos destinados à elaboração de protocolos de IATF no mercado, hoje, é muito vasta. A principal preocupação com relação ao protocolo escolhido deve ser a aplicação e manipulação correta dos insumos, a dosagem correta de hormônios e outras questões relacionadas ao lote de fêmeas a ser inseminado, como por exemplo o escore corporal (Lima et al., 2024).

3.4.2 Tipos de protocolo

O protocolo de três manejos (Figura 9) é o mais utilizado em vacas multíparas. É realizado através da administração de uma dose de benzoato de estradiol (BE) e aplicação de um dispositivo de progesterona intravaginal (DIP) no dia zero, chamado de (D0). A retirada do DIP é feito no D8 juntamente com a aplicação de uma dose da gonadotrofina coriônica equina (eCG), cipionato de estradiol (CE) e prostaglandina (PGF2). No D10 o animal estará apto para

ser inseminado (Baruselli et al., 2017). O pico de LH, por sua vez, induz à ovulação e a inseminação é realizada no D10, cerca de 60 horas após a aplicação do ECP. (Baruselli, et al. 2004).

Figura 9 - Protocolo hormonal para sincronizar a ovulação em três manejos.



Fonte: Borges et al., 2022.

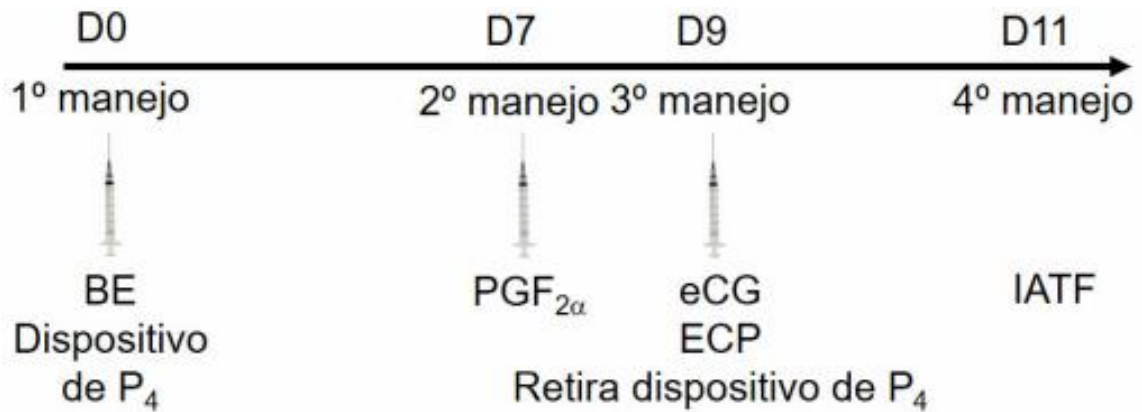
Segundo Baruselli et al., (2004), o protocolo de 3 manejos pode ser ainda adaptado com a aplicação de duas doses de PGF₂: uma no D0 (junto com a colocação do implante de P₄) e outra no D8 ou D9, quando da retirada do implante de P₄. A aplicação de duas doses de PGF₂, leva à diminuição das concentrações de P₄ durante o protocolo, melhorando a fertilidade. Esse protocolo é indicado para vacas solteiras, de ciclo estral desconhecido.

De acordo com Furtado et al. (2011), os medicamentos utilizados no Dia 0, a progesterona e o benzoato de estradiol possuem o objetivo promover o crescimento de uma nova onda folicular no animal; já no D8, que é caracterizado pela retirada do DIP e aplicação do BE e PGF₂, tem o objetivo de promover a redução nos níveis de P₄ e quebra do corpo lúteo e o eCG, por sua vez, estimula a liberação de hormônios que atuam no crescimento folicular, por sua vez o CE fica a cargo de promover sincronização da ovulação.

Há ainda o protocolo de 4 manejos, que é mais comum em novilhas e primíparas, ele possui um dia a mais de manejo que os protocolos mencionados anteriormente (Figura 10). Neste protocolo, ocorre a aplicação de BE no D0 e a colocação do dispositivo intravaginal de P₄. Esses procedimentos estimulam o fim da onda folicular e o desenvolvimento de uma nova onda, mantendo-se as concentrações de P₄ elevadas. No D7 é feita a aplicação de PGF₂, e no D9 o implante de P₄ é retirado e é feita a aplicação de ECP e eCG. Já no D11, 48 horas após a aplicação de ECP, a inseminação é realizada (Furtado et al., 2011).

A metodologia adotada no protocolo de 4 manejos, leva a um melhor crescimento do folículo dominante, sabe-se que quanto maior o tamanho do folículo ovulatório, maiores serão as chances de formação de um corpo lúteo responsivo (Baruselli, et al. 2004).

Figura 10 - Protocolo hormonal para sincronizar a ovulação em quatro manejos.



Fonte: Borges et al., 2022.

O protocolo de 4 manejos também tem uma versão onde o benzoato de estradiol (BE) é aplicado, como indutor da ovulação, em média de 30 a 36 horas antes da inseminação. O BE é aplicado no D0 juntamente com a colocação do implante de P4. No D8, o implante é removido e são aplicadas PGF_{2α} e eCG. Uma nova aplicação de BE é realizada no D9, e a inseminação ocorre no D10 (Furtado, et al., 2011).

Existem também protocolos que associam P4, BE e o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) como indutor da ovulação. O GnRH atuará diretamente sobre a hipófise, causando uma liberação massiva e conseqüentemente um pico de LH. A inseminação é feita 16 horas após a aplicação do GnRH; já o hormônio luteinizante (LH) pode ser usado como indutor de ovulação que atua diretamente sobre o folículo pré-ovulatório. A ovulação ocorrerá entre 14 a 16 horas após a aplicação do LH (Furtado, et al., 2011).

3.4.3 Eficiência dos protocolos

A eficiência dos diferentes protocolos de IATF depende de fatores como os cuidados durante o manejo e as condições iniciais dos animais antes dos procedimentos (Lima et al., 2024).

Com o avanço das biotécnicas da reprodução por meio de manejo farmacológico, como a IATF (Inseminação Artificial em Tempo Fixo), na pecuária brasileira, os pesquisadores se interessaram em compreender mais a fundo sobre as relações entre as características

fisiológicas da fêmea com seu desempenho reprodutivo (Moraes et al., 2016; Morotti et al., 2017).

Conforme Lima et al., (2024), é evidente na literatura que protocolos distintos adaptados a condições singulares e com metas específicas, apresentem diferentes níveis de eficiência em diversas condições, para múltiplas raças de bovinos. Em suma, de fato, a IATF é uma técnica de manejo reprodutivo eficiente no que diz respeito a rebanhos bovinos.

3.4.4 Fatores que interferem no resultado da IATF

Na pecuária de corte, a inseminação artificial em tempo fixo é uma biotecnologia reprodutiva amplamente utilizada, pois possui a função de otimizar o processo do ciclo reprodutivo, entretanto, há inúmeros fatores capazes de influenciar nos resultados (Belmonte, et al., 2024).

Ressalta-se que existem muitas variáveis que podem interferir nos resultados de protocolos de IATF como: condições físicas, saúde do animal, sêmen, inseminador e protocolo, de forma que as vacas com melhor condição corporal apresentam maior taxa de concepção. Da mesma forma, vacas com menor condição corporal resultam em menor taxa de concepção (Vasconcelos et al., 2006).

Segundo Rodrigues et al., (2020), a IA também apresenta algumas desvantagens como a necessidade de pessoal com treinamento adequado para realização dos procedimentos, mão-de-obra especializada, alto investimento em hormônios, ferramentas, insumos e estruturas adequadas, problemas de detecção do estro da vaca realizada pelo homem. Além disso, a qualidade do sêmen e a experiência do inseminador também tem que ser considerada, pois, qualquer falha diminui a concepção (Vasconcelos et al., 2006). A taxa de prenhez média dos programas de IATF geralmente variam em torno de 50% em cada protocolo, em propriedades bem-organizadas, essa taxa pode chegar a 60%. Em casos de propriedades com um manejo sanitário, nutricional e reprodutivo extremamente rigoroso e impecável, a taxa de prenhez pode até atingir 70% (Baruselli, 2013).

Atualmente, a IATF é bastante empregada devido seu sucesso e redução do tempo de serviço dos touros e pessoal, porém, a taxa de sucesso dessa forma de inseminação artificial depende de vários fatores, não se limitando apenas à seleção adequada dos animais, mas também à escolha correta de protocolos empregados, à técnica e ao manejo pré e pós inseminação (Firmino; Chagas, 2021). Por isso, é de suma importância o produtor dispor de

pastagens de boa qualidade, sal mineral e água à vontade, além de ser imprescindível ter um manejo sanitário eficiente para que o rebanho responda de forma satisfatória à biotécnica utilizada (Silva et al., 2021).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

O experimento foi realizado em uma propriedade no município de Mojuí dos Campos/PA (2° 28' e 4° 23' S e 54° 31' e 55° 40' W), nos meses de dezembro de 2023 a janeiro de 2024. O clima de Mojuí dos Campos é zonal equatorial úmido e possui um índice pluviométrico, com uma média anual em torno de 2.000 mm, com alta umidade do ar em quase todo o ano e com três meses seco, as temperaturas são elevadas e conta com médias anuais em torno de 30° C, para as máximas de 36° C e para mínimas de 22,6° C (FAPESPA, 2023).

4.2 Animais e alimentação

Foram utilizadas 50 novilhas da raça Nelore, com aproximadamente 18 meses, pesando em média 330kg, cujo critério de inclusão a ser adotado foi de novilhas púberes com escore de condição corporal entre 2,75 a 4 (escala de 1 a 5), isentas de moléstias infecciosas e mantidas a pasto com capim *Brachiaria sp.* com suplementação de sal mineral e proteinado e água *ad libitum*. Os procedimentos utilizados com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolo N° 0320240294, da UFOPA.

4.3 Características do experimento

Foi conduzido o protocolo de sincronização semelhante ao utilizado no projeto de Oliveira et al. (2022), (Figura 11): no dia -7, isto é, sete dias antes de iniciar o protocolo de inseminação artificial, as novilhas foram examinadas por ultrassonografia transretal para gravação de vídeos dos ovários (DP-50 Vet, Mindray, China), que posteriormente foram avaliados em câmara escura afim de realizar a contagem de folículos antrais em cada ovário utilizando o critério de ≥ 3 mm em cada ovário como descrito por (Burns et al., 2005; Ireland et al., 2008), ainda no D-7 foi administrado 2mL da vacina reprodutiva (Vacina Vac-Cherry®, GlobalGen, São Paulo, Brasil).

A média geral da CFA foi de 27,58 folículos. Sendo assim, as novilhas foram divididas em dois grupos, contendo 25 animais em cada, sendo grupo A: novilhas com alta contagem de folículos antrais (≥ 28 folículos); e grupo B: novilhas com baixa contagem de folículos antrais (≤ 28 folículos).

No dia 0 (D0), foi inserido um implante intravaginal de progesterona (P4; Repro one® 0,5 g, GlobalGen, São Paulo, Brasil) e 2mg de benzoato de estradiol (Syncrogen®, GlobalGen, São Paulo, Brasil) administrado por via intramuscular profunda, usando agulha 18G e seringas de 5mL.

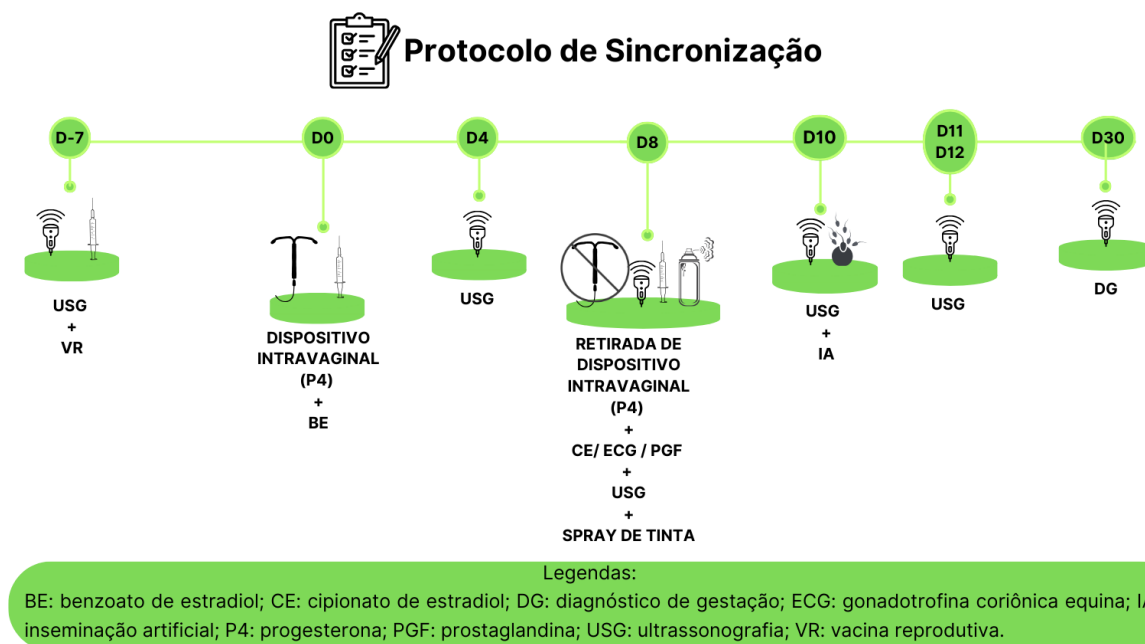
No dia 4 (D4), foi realizado uma ultrassonografia para monitorar a emergência de uma nova onda folicular.

No dia 8 (D8) às 08h ocorreu a retirada do implante intravaginal de progesterona, em seguida realizada aplicação de 1,0mg de cipionato de estradiol (Cipion®, GlobalGen, São Paulo, Brasil), 300UI de Gonadotrofina Coriônica Equina - ECG (eCGen®, GlobalGen, São Paulo, Brasil) e 0,53mg de Prostaglandina (Induscio®, GlobalGen, São Paulo, Brasil) ambos por via intramuscular profunda usando agulha 18G e seringas de 5mL; além disso, foi realizado a ultrassonografia para mensurar o folículo dominante, e também foi feita uma marcação com spray de tinta colorida no dorso da cauda dos animais para detectar o estro entre as vacas através da monta.

No dia 10 (D10) foi observado a confirmação do estro por monta entre as vacas devido à ausência da marcação da tinta no dorso da cauda, foi realizado ultrassonografia para mensurar o tamanho do folículo ovulatório, logo em seguida, foi executado a inseminação artificial em todas as novilhas com o sêmen de reprodutores de acordo com acasalamento para cada animal, avaliados por tipo morfológico e pedigree, os quais estavam armazenados em um botijão de nitrogênio. As doses foram previamente avaliadas seguindo os requisitos do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Durante a inseminação, o sêmen foi descongelado a 37°C por 30 segundos.

A partir da inseminação, as avaliações ultrassonográficas foram realizadas a cada 12 horas até a confirmação do momento da ovulação, caracterizada pelo tempo médio entre a última observação e o desaparecimento do folículo dominante na imagem ultrassonográfica do exame subsequente. O diagnóstico de gestação foi feito 30 dias após a IATF por meio da ultrassonografia transretal utilizando-se um transdutor linear, considerando como diagnóstico positivo de gestação a presença de uma vesícula embrionária viável.

Figura 11 - Protocolo de sincronização feito no estudo.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

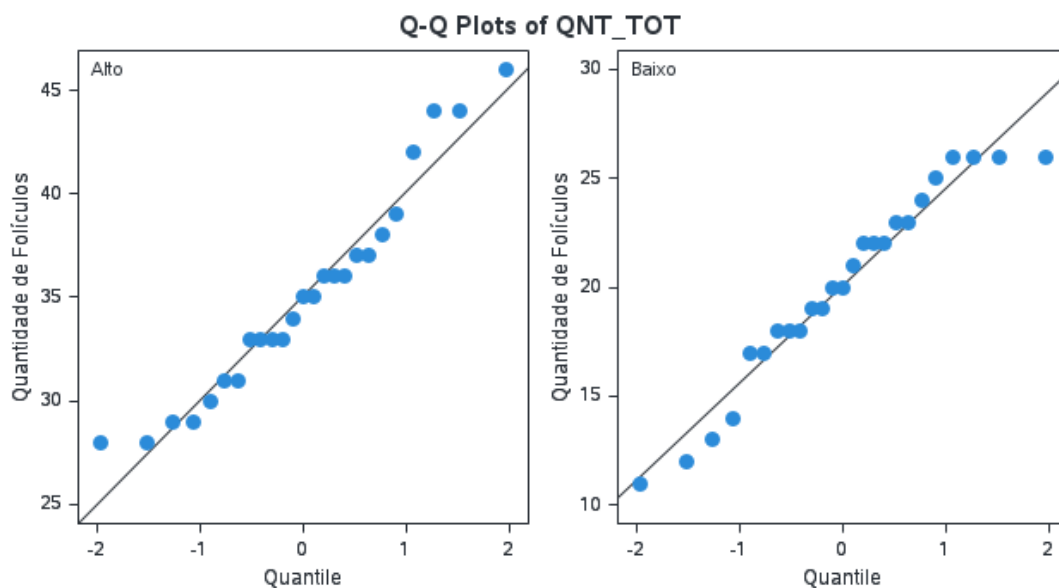
4.4 Análise estatística

A análise dos dados foi realizada com auxílio do software Statistical Analysis System for Windows SAS® (versão viya. SAS Inst. Inc., Cary, NY), a normalidade foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov por meio do aplicativo PROC UNIVARIATE do SAS. As variáveis dependentes contínuas foram expressas em média e desvio padrão (média \pm DP) sendo ajustadas para distribuição normal. O nível de significância adotado para rejeitar H₀ (hipótese de nulidade) foi de 5%, isto é, para um nível de significância menor que 0,05, se considerou que houve efeito das variáveis classificatórias e das suas interações. Outros foram realizadas através do software Microsoft Excel®, calculando média, mediana e desvio padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável de quantidade total de folículos para as novilhas com alta CFAs no teste de normalidade por Shapiro-Wilk (0.1762) e Kolmogorov-Smirnov (>0.1500), para as novilhas com baixa CFAs os valores foram para Shapiro-Wilk (0.1748) e Kolmogorov-Smirnov (>0.1500), ambos apresentaram-se compatíveis com uma distribuição normal (Figura 12).

Figura 12 - Variável da quantidade total de folículos em Q-Q plots.

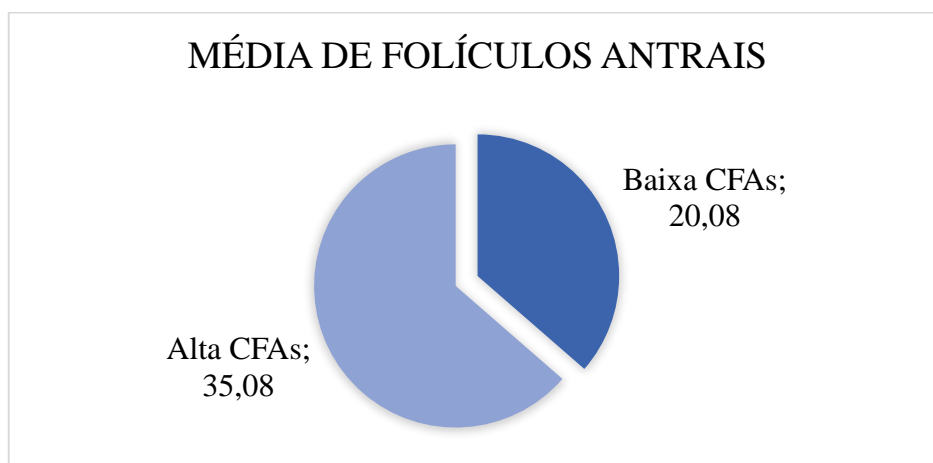


Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Na imagem acima os Q-Q Plots indicam que a variável da quantidade total de folículos segue aproximadamente uma distribuição normal em ambos grupos de novilhas, sendo que o grupo com baixa CFAs apresenta uma melhor aderência; já no grupo de altas CFAs há uma leve curva assimétrica positiva significando alguns valores maiores que o esperado para a distribuição normal.

A média das novilhas com baixa CFAs foi de $20,08 \pm 4,46$; já para as novilhas com alta CFAs foi de $35,08 \pm 5,04$ (Figura 13).

Figura 13 - Média de folículos antrais encontrados nas novilhas nelore categorizadas em Alta e Baixa CFAs.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

A média geral da CFA na população estudada foi de $27,58 \pm 8,9$, verificando-se alta variabilidade individual para esta característica, oscilando entre 11 e 46 folículos por animal.

No estudo de Rodrigues et al., (2015) a média foi de 44,27, oscilando entre 8 e 145 folículos por animal; já no estudo de Loureiro et al., (2012), obtiveram um número médio de 30 a 50 folículos por onda e com variação individual de 6 a 67 folículos por animal.

A variável da quantidade de folículos antrais no ovário direito e ovário esquerdo, ambos apresentaram-se compatíveis com uma distribuição normal, estão descritas abaixo (Tabela 1):

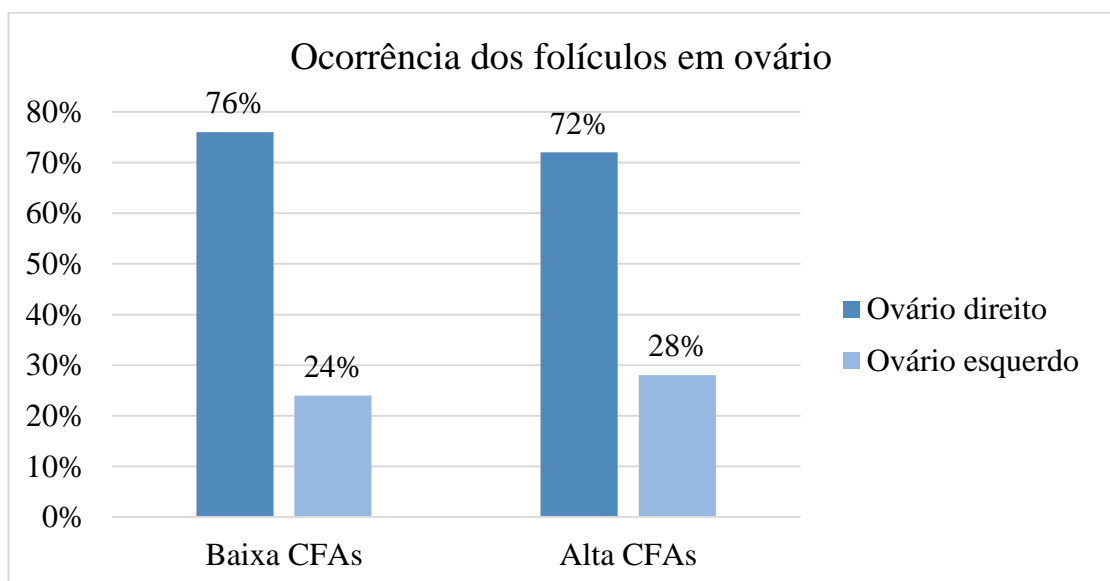
Tabela 1 - Teste de normalidade para a variável da quantidade de folículos presentes em cada ovário.

Categoria	Ovários	Estatística	Teste	Estatística	Teste
			Shapiro-Wilk (p Valor)		Kolmogorov-Smirnov (p Valor)
Alta CFA	Direito	0.920485	0.0526	0.124021	>0.1500
	Esquerdo	0.980009	0.8853	0.07606	>0.1500
Baixa CFA	Direito	0.96549	0.5342	0.140156	>0.1500
	Esquerdo	0.970316	0.6531	0.145645	>0.1500

Fonte: Autorial pessoal, 2024.

Para as novilhas com baixa CFAs, tais animais apresentaram um ovário dominante, cerca de 76% no ovário direito; já as novilhas com alta CFAs cerca de 72% no ovário direito (Figura 14).

Figura 14 - Taxa de ocorrência dos folículos em cada ovário.



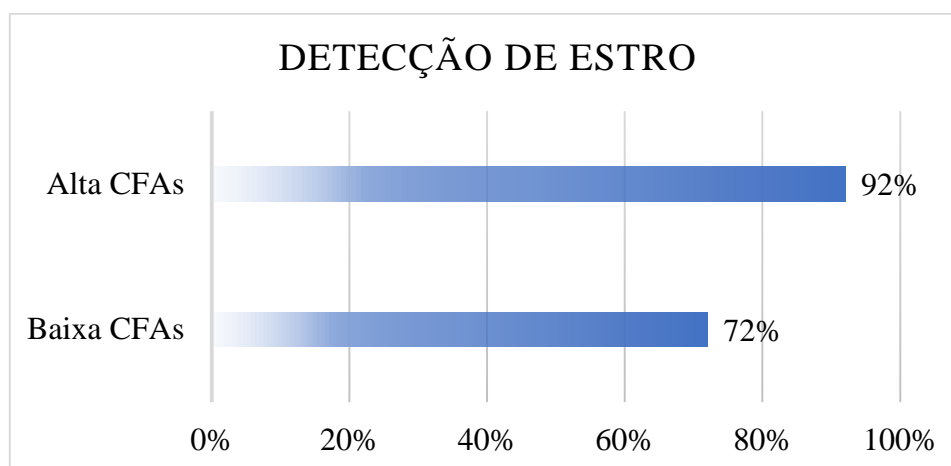
Fonte: Autorial pessoal, 2024.

Dados similares foram encontrados no estudo de Monteiro et al., (2008) no qual mostra uma frequência de corpos lúteos encontrados nas vacas foi de 85% para o ovário direito e 25% para o esquerdo e nas novilhas, 60% para o ovário direito e 15% para o esquerdo.

De acordo com Matté (2024), há um fenômeno do intraovarianismo que é caracterizado pela maior atividade folicular e maior propensão para ovulação no ovário direito em comparação ao esquerdo, podendo gerar impactos diretamente nas biotecnologias reprodutivas que envolvem a dinâmica folicular. Na espécie bovina, este fenômeno é conhecido desde 1916, porém, ainda não há total entendimento de sua origem e fatores de influência; há relatos também de maior população folicular no ovário direito de bezerras recém-nascidas e novilhas pré-púberes.

Cerca de que 72% das novilhas com baixo CFAs apresentaram estro; já as com alta CFA apresentaram 92%, dados foram baseados na ausência de tinta na base da cauda realizada no D8 (Figura 15).

Figura 15 - Porcentagem da detecção do estro nas novilhas categorizadas com Alta e Baixa CFAs.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Segundo Silva et al., (2016), a marcação com tinta na cauda é um método para avaliação da intensidade de expressão de estro, e acredita-se que isto esteja relacionado ao tamanho do folículo dominante, a medida em que os folículos vão se desenvolvendo, ocorre um aumento das concentrações plasmáticas de estradiol, hormônio que é responsável pelo comportamento das fêmeas no estro, como a realização e aceitação da monta. Animais que recebem tinta na cauda e são montados perdem a intensidade da coloração da tinta, o que indica maior expressão de estro (Silva et al., 2016). Os resultados observados no D10 condizem com o que Soares e Junqueira (2018) descrevem, que as vacas irão manifestar postura submissa para serem montadas pelo touro e/ou por outras vacas do rebanho. De acordo com Oliveira et al.,

(2022), na IATF a ocorrência de estro é observada com base na remoção de giz, sendo sem estro: 100% de giz restante e estro: <25% de giz restante, ou ainda ausência total do giz.

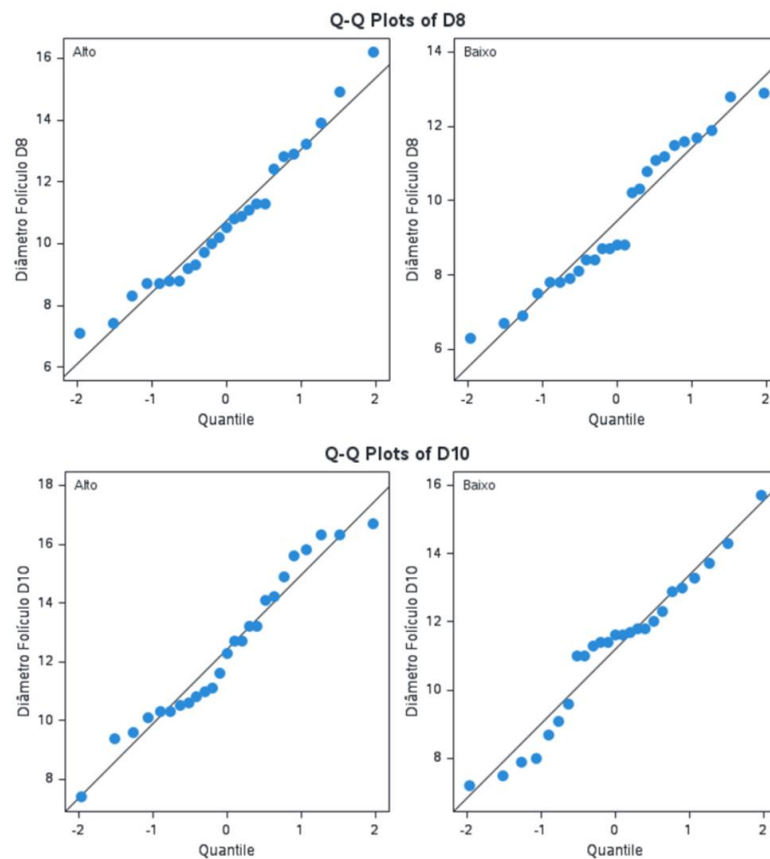
A variável da quantidade de folículos antrais no ovário direito e ovário esquerdo, ambos apresentaram-se compatíveis com uma distribuição normal, estão descritas abaixo (Tabela 2 e Figura 16):

Tabela 2 - Teste de normalidade para a variável de tamanho folicular nos dias D8 e D10.

Categoria	Dias	Estatística	Teste	
			Shapiro-Wilk (p Valor)	Kolmogorov-Smirnov (p Valor)
Alta CFA	D8	0.962483	0.4661	0.123618
	D10	0.953111	0.2943	0.139837
Baixa CFA	D8	0.938117	0.1339	0.193225
	D10	0.952486	0.2850	0.1849

Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Figura 16 - Teste de normalidade para a variável de tamanho folicular nos dias D8 e D10 em Q-Q plots.

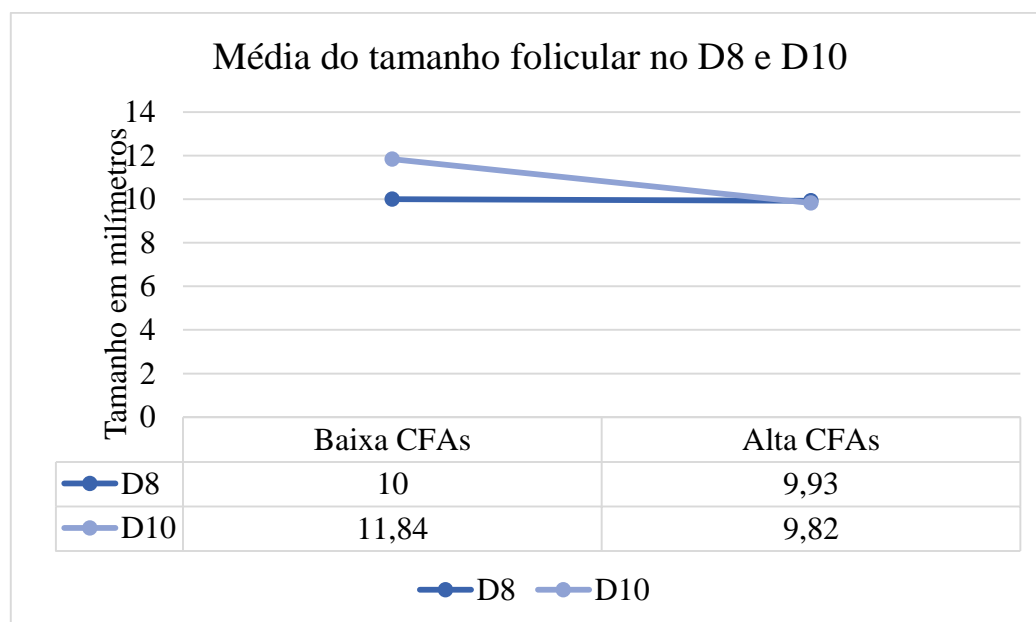


Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Na imagem acima os Q-Q Plots indicam que a variável do tamanho folicular nos dias D8 e D10 seguem aproximadamente uma distribuição normal em ambos grupos de novilhas, sendo que o grupo com alta CFAs apresenta uma melhor aderência no D8 do que no D10, destacando-se uma curva assimétrica; já no grupo de baixa CFAs nos dias D8 e D10 apresentam uma leve curva assimétrica positiva significando alguns valores maiores que o esperado para a distribuição normal, porém, todas os dados obtidos são compatíveis com uma distribuição normal.

Para as novilhas com baixa CFAs, a média do tamanho folicular no D8 foi de 10mm; já no D10 foi de 11,84mm. Para as novilhas com alta CFAs, a média do tamanho folicular no D8 foi de 9,93mm; já no D10 foi de 9,82mm (Figura 17).

Figura 17 - Taxa de dominância dos folículos em cada ovário.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

As novilhas com baixa CFA tiveram folículos dominantes com milímetros maiores com relação as fêmeas de alta CFA corroborando com o estudo de Morotti et al., (2018), o diâmetro do folículo dominante 48 horas (posteriormente a remoção do implante de progesterona foi maior em vacas com CFAs baixos do que com CFAs altos (13,4±1,3vs.12,2±1,8mm, respectivamente, $P<0,05$) e ainda ressalta que para explicar o maior diâmetro folicular observado em vacas com baixas CFAs, é que o grande número de folículos antrais proporcionou um ambiente mais competitivo por meio de ação hormonal. Segundo Gimenes et al., (2008), quanto maior o diâmetro do folículo ovulatório, maior a capacidade ovulatória desse folículo, o que pode justificar a maior taxa de concepção em fêmeas com maior

diâmetro folicular, dessa maneira, a capacidade ovulatória ocorre quando folículo dominante atinge entre 7,0 a 8,4mm de diâmetro em novilhas *Bos taurus indicus* e aumenta significativamente quando o folículo alcança 8,5mm de diâmetro.

Um fator positivamente correlacionado com a taxa de ovulação é o diâmetro do folículo dominante, ou seja, a melhor resposta ovulatória foi a dos folículos de maior diâmetro. Resultados semelhantes aos encontrados por Butter et al. (2011), menciona que as novilhas que ovularam apresentavam folículos de maior diâmetro em relação as que não ovularam, sugerindo que o sucesso dos protocolos de sincronização depende do crescimento e desenvolvimento do folículo dominante. Tendo base nos resultados, um fator que pode influenciar nas taxas de concepção e na eficiência reprodutiva é o diâmetro do folículo ovulatório ao fim do programa de IATF, sendo um indicador de fertilidade em fêmeas zebuínas (Veras et al., 2017; Simões et al., 2012; Ribeiro Filho et al., 2013). O diâmetro do folículo ovulatório está associado com o aumento das concentrações de estradiol, logo, maior probabilidade de ovulação e concepção (Sá Filho et al., 2011).

A variável da média ovariana das novilhas, apresentaram-se compatíveis com uma distribuição normal, estão descritas abaixo (Tabela 3 e Figura 18), também não diferiram no teste t ($p < 0,05$) (Tabela 4).

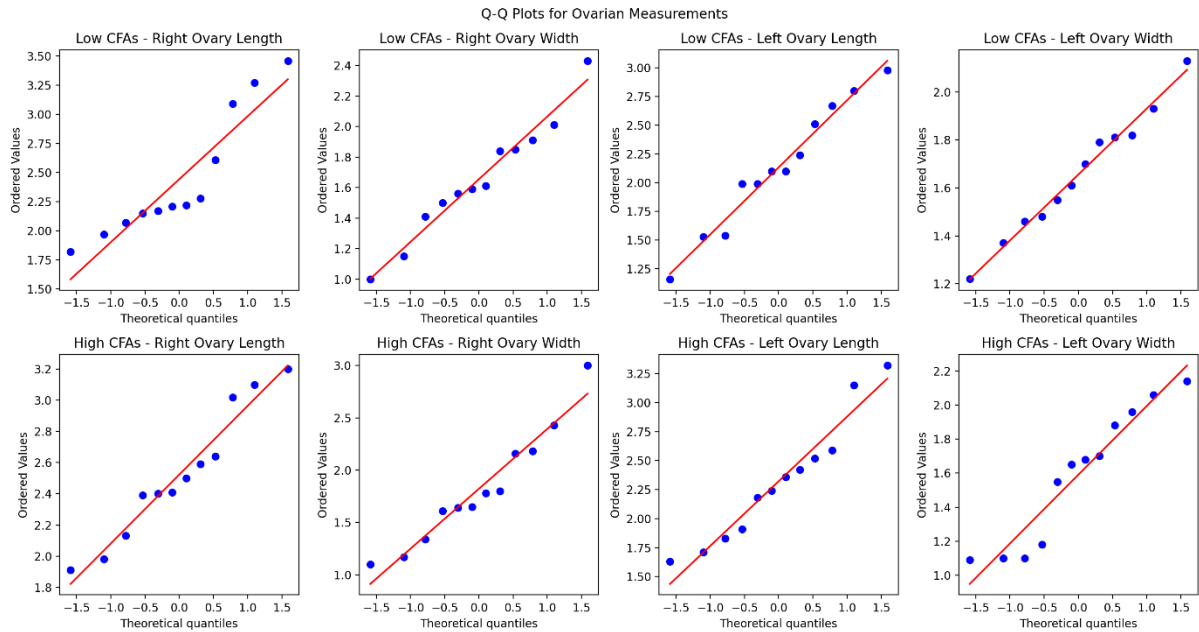
Tabela 3 – Teste de normalidade variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.

Categoria	Ovários	Medidas	Estatística	Teste	Estatística	Teste
				Shapiro -Wilk (p Valor)		Kolmogoro v-Smirnov (p Valor)
Baixa	Direito	Comp.	0.8520	0.0389*	0.2907	0.2159
		Larg.	0.9763	0.9648	0.1317	0.9680
CFA	Esquerdo	Comp.	0.9676	0.8843	0.1418	0.9417
		Larg.	0.9878	0.9990	0.1241	0.9815
Alta	Direito	Comp.	0.9419	0.5226	0.1428	0.9389
		Larg.	0.9444	0.5577	0.1832	0.7518
CFA	Esquerdo	Comp.	0.9391	0.4864	0.1320	0.9674
		Larg.	0.8949	0.1361	0.1981	0.6646

*Variável de apresentação não normal ($p < 0.05$), revisado em teste t.

Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Figura 18 - Teste de normalidade para a variável de medidas ovarianas em Q-Q plots.



Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Na imagem acima os Q-Q Plots indicam que as variáveis das medidas ovarianas apresentam curvas assimétricas positivas com desvios menores nos extremos, significando alguns valores maiores que o esperado para a distribuição normal, porém, todos os dados obtidos são compatíveis com uma distribuição normal.

Tabela 4 – Teste t para revisar variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.

Ovários	Medidas	Estatística	Teste T (p Valor)
Direito	Comp.	-0.4014	0.692
	Larg.	-0.8619	0.398
Esquerdo	Comp.	0.8512	0.4038
	Larg.	0.4828	0.634

Fonte: Autoria pessoal, 2024.

Para a estatística da mensuração do tamanho dos ovários, selecionamos uma amostra da população geral, de 50 novilhas, foi selecionado uma amostra de 24 animais, sendo 12 classificadas com baixa contagem de folículos antrais e 12 como alta CFAs (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias e respectivos desvios padrão das variáveis ovarianas das novilhas categorizadas com alta e baixa contagem de folículos antrais.

Categoria	Medidas	Ovário direito	Ovário esquerdo
		(média e desvio padrão)	(média e desvio padrão)
Baixa CFA	Comprimento	$\cong 2,44 \pm 0,5^a$	$\cong 2,13 \pm 0,5^a$
	Largura	$\cong 1,65 \pm 0,3^a$	$\cong 1,65 \pm 0,2^a$
Alta CFA	Comprimento	$\cong 2,52 \pm 0,4^a$	$\cong 2,32 \pm 0,5^a$
	Largura	$\cong 1,82 \pm 0,5^a$	$\cong 1,59 \pm 0,3^a$

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha não indicam diferenças pelo teste *t* ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria pessoal, 2024.

O tamanho dos ovários torna-se um sinal da reserva folicular ovariana, sendo maiores nas fêmeas com maior CFA (Morotti et al., 2018).

No estudo de Jimenez-Krassel et al., (2017), é possível que as técnicas relacionadas à fertilidade e alta CFA encontrados em animais taurinos não sejam os mesmos, ou não respondam da mesma maneira em animais zebuínos, devido às diferenças fisiológicas entre as subespécies, portanto mais pesquisas neste campo são necessárias para melhor esclarecer estas particularidades entre estes animais.

6. CONCLUSÃO

Este estudo mostrou informações relevantes sobre a dinâmica folicular, no qual as fêmeas com baixa CFAs apresentaram maiores diâmetros foliculares (dominante e pré-ovulatório) e provavelmente futuras taxas de concepção, em comparação as novilhas com alta CFAs, tais achados são consistentes com a hipótese do presente estudo. Além disso, novilhas com baixa contagem podem ter maior taxa de concepção do que as novilhas com alta contagem de folículos, o que sugere que o número de folículos antrais pode influenciar o desempenho reprodutivo de bovinos de corte *Bos taurus indicus* em programas de inseminação artificial em tempo fixo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da Pecuária no Brasil**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2023/>. Acesso em: 10 de jan 2024.

BARROS, C. M., FIGUEIREDO, R. A., PINHEIRO, O.L. **Estro, ovulação e dinâmica folicular em zebuínos**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.19, p.9-22, 1995.

BARUSELLI, P. S et al. **Timed artificial insemination: current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil.** Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE); Cabo de Santo Agostinho – PE, Brasil, p. 14, 2017.

BARUSELLI, P. S. **A sigla da qualidade superior dos bezerros.** IATF. Porto Alegre, n. 172. 16, p. 12-18, 2013.

BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. A.; ELLIFF, F. M. **Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos.** In: Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA-2019); Gramado, RS, 15 a 17 de maio de 2019.

BARUSELLI, Pietro Sampaio et al. **Efeito do tratamento com eCG na taxa de concepção de vacas Nelore com diferentes escores de condição corporal inseminadas em tempo fixo.** Acta Scientiae Veterinariae 32 (suplemento), p. 228, 2004. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/actavet/32-suple/ANAIS%20SBTE-2004%20-%20PalestraResumos.pdf> Acesso em: 22 de fev.2024.

BAZILO, João Gabriel Dos Santos. **Manejo reprodutivo em vacas de corte: Revisão De Literatura.** 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação de Medicina veterinária). Centro universitário CESMAC, Marechal Deodoro, AL, 2018.

BELMONTE, Juliano César C. et al. **Efeito da produtividade e reatividade na taxa de prenhez de novilhas nelore submetidas a IATF.** In: Anais do VII Workshop de Pós Graduação em Zootecnia e Ciência Animal do Estado de Mato Grosso do Sul-2023. 2024.

BERARDINELLI, J.G.; ADAIR, R. **Effects of prostaglandina F2 dosage and stage of estrus cycle response and corpus luteum function in beef heifers.** Theriogenology, v.32, n.2, p.301-314, 1989.

BEZERRA, G.A. **Somatotropina bovina recombinante sobre a produção de embriões bovinos *in vitro*.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá. Paraná. 2009.

BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MAPLETOFT, R. J. **Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle.** Animal Reproduction Science; 10: 137–42, 2013

BORGES, A.M. **Influência de diferentes manejos e tratamentos hormonais na dinâmica ovariana durante o ciclo estral e no anestro pós- parto de vacas Gir e Nelore.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais. 2001.

BORGES, M. S.; NASCIMENTO, V. S.; DIAS, M.; DIAS, F. J. S. **A inseminação artificial em bovinos de corte no Brasil.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, v. 19, n. 42, p. 23-46, 2022.

BURATINI, J. Júnior. **Controle endócrino e local da foliculogênese em bovinos.** Rev. Bras. Reprod. Anim., Belo Horizonte, v.31, n.2, p.190-196, 2007.

BURNS, D. S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J. L. H.; KNIGHT, P. G.; IRELAND, J. J. **Numbers of Antral Follicles During Follicular Waves in Cattle: Evidence for High Variation Among Animals, Very High Repeatability in Individuals, and an Inverse Association with Serum Follicle-Stimulating Hormone Concentrations.** Biology of

Reproduction, v. 73, n. 1, p. 54–62, 1 jul. 2005. Disponível em: <<https://academic.oup.com/biolreprod/articlelookup/doi/10.1095/biolreprod.104.036277>>. Acesso em: 17 dez 2023.

BUTTER, S. A. A.; PHILLIPS, N. J.; BOE-HANSEN, G. B.; BO, G. A.; BURNS, B. M.; DAWSON, K.; MCGOWAN, M. R. **Ovarian responses in *Bos indicus* heifers treated to synchronise ovulation with intravaginal progesterone releasing devices, oestradiol benzoate, prostaglandin F2 α and equine chorionic gonadotrophin.** Animal Reproduction Science, v. 129, p. 118-126, 2011.

CAETANO, G. A. O.; CAETANO JÚNIOR, M. B. **Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas.** PUBVET, v. 9, n. 8, p. 381-393, 2015.

CARVALHO, N. U. M.; DAU, A. M. P.; SANTOS, M. P.; CESARO, M. P.; ROSA, P. R. A. **Aspectos reprodutivos aplicados à inseminação artificial em bovinos.** Santa Maria, RS : Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM : Rede e-Tec Brasil, 2018.

CHAVES, Arthur Raphael. **Utilização de iatf em rebanhos de bovinos de corte.** 2023.

COUTINHO, G. T. R. M. et al. **Avaliação ultra-sonográfica da dinâmica folicular e lútea em vacas da raça Guzerá.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, p. 1089-1096, 2007.

DANTAS, Luiz. **Fatores que afetam a precocidade sexual em novilhas.** Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, 2017. 32. Trabalho de conclusão de curso – Zootecnia, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína – TO, 2021. Disponível em: <http://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/3263/1/Luiz%20Eduardo%20José%20da%20Silva%20Dantas%20-%20TCC%20Monografia%20-%20Zootecnia.pdf> Acesso em: 07/01/2023.

DUKES - **Fisiologia dos Animais Domésticos**, 13ª edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018

FALEIRO, N.S.; NEVES, K.A.L.; PEREIRA, L.L.; DA SILVA, C.M.G.; VALE, W.G.; MINERVINO, A.H.H. **Effect of Oestrous Resynchronization on the Reproductive Efficiency of Zebu Cows.** Reprod. Domest. Anim., 54, 1050–1053. 2019.

FAPESPA (Fundação Amazônia de Ampara a Estudos e Pesquisas). **Estatística Municipal Mojuí dos Campos 2023.** Governo do Pará, Belém. Disponível em: <https://www.fapespa.pa.gov.br/wp-content/uploads/2024/03/Mojui-dos-Campos.pdf>. Acesso em: 28 set. 2024.

FIGUEIREDO, R.A.; BARROS, C.M.; PINHEIRO, O.L.; SOLER, J.M.P. **Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle.** Theriogenology, v.47, p.1489-1505, 1997.

FILIPIAK, Y.; VIQUEIRA, M.; BIELLI, A. **Development and follicular dynamics from fetal life until puberty in cattle.** Veterinaria (Montevideo), v. 52, n. 202, p. 2-2, 2016.

FIRMINO, A. A. F.; CHAGAS, J. C. C. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em bovinos de corte na Fazenda Alfredo de Maya no município de Cacimbinhas/AL.** Diversitas journal, v. .6, n. 4, 2021.

FLORIANI, A. R. **Efeito de progesterona e benzoato de estradiol na dinâmica folicular e produção in vitro de embriões bovinos.** Tese (Doutorado) - apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FURTADO, D.A. et al. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo em Bovinos de Corte**. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária, n. 16, pag. 25, 2011.

GARCIA S, MOROTTI F, CAVALIERI F, LUNARDELLI P, SANTOS A, MEMBRIVE C, CASTILHO C, PUELKER R, SILVA J, ZANGIROLAMO A, SENEDA MM. **Synchronization of stage of follicle development before OPU improves embryo production in cows with large antral follicle counts**. Anim Reprod Sci, v.221, 106601, 2020.

GEARY, T. W.; WHITTIER, J. C. **Effects of a Timed Insemination Following Synchronization of Ovulation Using the Ovsynch or CO-Synch Protocol in Beef Cows**. The Professional Animal Scientist. v. 14, p. 217-220, 1998.

GHELLER, Janaina Menegazzo. **Parâmetros reprodutivos de fêmeas nelore com diferentes contagens de folículos antrais**. 2019. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vtt-212649>>. Acesso em: 19 jan. 2024.

GIMENES, L. U., Sá Filho, M. F., Carvalho, N. A. T., Torres-Júnior, J. R. S., Souza, A. H. de, Madureira, E. H., Trinca, L. A., Sartorelli, E. S., Barros, C. M. & Carvalho, J. B. P. (2008). **Follicle deviation and ovulatory capacity in *Bos indicus* heifers**. Theriogenology, 69(7), 852–858. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2008.01.001>.

GINTHER, O.J.; KASTELIC, J.P.; KNOFF, L. **Composition and characteristics of follicular waves during the bovine estrous cycle**. Animal Reproduction Science, v.20, p.187-200, 1989.

GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, L. D.; ALMEIDA, M. D. **Análise econômica de dois protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas de corte**. Revista Brasileira de Reprodução Animal, v.40, p.99-104, 2016.

GREENFIELD, A. **Molecular Mechanisms of Cell Differentiation in Gonad Development**. [s.l: s.n.]v. 58. 2016

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

IBGE, **Produção da Pecuária Municipal 2023**; Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IRELAND ME, SLATCHER RB, EASTWICK PW, SCISSORS LE, FINKEL EJ, PENNEBAKER JW. **Language style matching predicts relationship initiation and stability**. Psychol Sci. 2011 Jan;22(1):39-44. doi: 10.1177/0956797610392928. Epub 2010 Dec 13. PMID: 21149854.

IRELAND, J. L. H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMME, A. P. N.; WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; PEREZ, G. I.; EVANS, A. C. O.; IRELAND, J. J. **Antral Follicle Count Reliably Predicts Number of Morphologically Healthy Oocytes and Follicles in Ovaries of Young Adult Cattle**. Biology of Reproduction, v. 79, n. 6, p. 1219–1225, 1 dez. 2008. Disponível em: <<https://academic.oup.com/biolreprod/articlelookup/doi/10.1095/biolreprod.108.071670>>. Acesso em: 17 dez. 2023.

JIMENEZ-KRASSEL F, Scheetz DM, Neuder LM, Pursley JR, Ireland JJ. **A single ultrasound determination of ≥ 25 follicles ≥ 3 mm in diameter in dairy heifers is predictive of a reduced productive herd life**. J Dairy Sci, v.100, p.5019-5027, 2017.

JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**, 14^a edição. Rio de Janeiro, RJ GuanAbara Koogan, 2023.

LIMA MA, MOROTTI F, BAYEUX BM, DE REZENDE RG, BOTIGELLI RC, DE BEM TH, FONTES PK, NOGUEIRA MFG, MEIRELLES FV, BARUSELLI PS, DA SILVEIRA JC, PERECIN F, SENEDA MM. **Ovarian follicular dynamics, progesterone concentrations, pregnancy rates and transcriptional patterns in *Bos indicus* females with a high or low antral follicle count.** Sci Rep v.10, p.19557, 2020.

LIMA, R. F. et al. **Aspectos relevantes sobre técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos: Uma revisão bibliográfica.** ALTUS CIÊNCIA, v. 23, n. 23, p. 256–273, 2024.

LOUREIRO, B. et al. **Expression of androgen producing enzymes in low and high follicle count Nelore cows.** In: Reunião anual da sociedade brasileira de tecnologia de embriões, 24., 2012, Foz do Iguaçu, PR. Anais... Belo Horizonte: Animal Reproduction, 2012. V.9, 695p. p.458.

LUCCI, C.M.; SILVA, R.V. CARVALHO, C.A.; FIGUEIREDO, R.; BÁO, N. **Light microscopical and ultrastructural characterization of goat preantral follicles.** Small Ruminant Research, North Carolina, v. 41, p. 61 69, 2001.

MACHADO, F. Z.; BERGAMO, L. Z.; BIZARRO-SILVA, C.; MOROTTI, F.; SILVA-SANTOS, K. C.; SENEDA, M. M. **Cell proliferation in ovarian follicles from *Bos taurus indicus* females with different antral follicle count.** Anim. Reprod., v. [s.l: s.n.] 2017. Disponível em: <http://sheepembryo.com.br/wpcontent/uploads/2018/04/Zandonadi_AR.2017_Cell_proliferation-in-ovarian-follicles-from-Bos-taurus-indicusfemales-with-different-antral-follicle-count-pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023

MARTIN, I.; GIOSSO, M. M.; TAVARES, R. Z.; BITTENCOURT, R. F.; MIRANDA, L. B; WECHSLER, F. S.; OBA, E.; FERREIRA, J. C. P. **Características ultrasonográficas do útero de vacas Nelore (*Bos taurus indicus*) ao longo do ciclo estral.** Veterinária e Zootecnia, Botucatu, V.15, n.2, p. 349-359, 2008.

MARTINEZ MF, ADAMS GP, KASTELIC JP, BERGFELT DR, MAPLETOFT RJ. **Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers.** Theriogenology, v.54, p.757-769, 2000.

MATTÉ, Bruno Streher. **Desenvolvimento gonadal fetal e análise do intraovarianismo em *Bos taurus indicus*.** 2024. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2024.

MELLO, R. R. C. et. al. **Aspectos da dinâmica folicular em bovinos.** Revisão de Literatura. v. 10, n. 4, p. 01-06, out – dez , 2014.

MELO-STERZA, Fabiana Andrade et al. **Anatomofisiologia do ciclo estral de fêmeas bovinas.** 2021.

MONTEIRO, C. M. R. et al. **Estudo morfológico comparativo dos ovários de vacas e novilhas da raça Nelore (*Bos taurus indicus*).** n, v. 24, n. 2, p. 122-126, 2008.

MORAES FLZ, MOROTTI F, COSTA CB, LUNARDELLI PA, SENEDA MM. **Relationships between antral follicle count, body condition, and pregnancy rates after timed-AI in *Bos indicus* cattle.** Theriogenology, v.136, p.4-10, 2019.

- MORAES, F.L.Z., DINIZ, L.T., MOROTTI, F., SILVA, C.B., ROSA, C. SENEDA, M.M. **Influência da contagem de folículos antrais na taxa de concepção de vacas submetidas á IATF.** In: I Congresso de Pesquisa em Saúde Animal e Humana. Londrina, PR, Londrina: UEL, p. 311-313, 2016.
- MORAES, J. C. F. **Controle do estro e da ovulação em ruminantes.** In P. B. D. Gonçalves, J. R. Figueiredo & V. J. F. Freitas (Eds.), *Biotécnicas aplicadas à reprodução animal* (pp. 33-56). São Paulo, Brasil: Roca. 2014.
- MORAES, J. C. F.; SOUSA, C. J. H.; GONÇALVES, P. B. D. **Controle do estro e da ovulação em bovinos e ovinos.** *Biotécnicas aplicadas à reprodução animal.* São Paulo: varela, 2002. cap.3, p.25-76.
- MOROTTI F, SANTOS GMG, KOETZ JÚNIOR C, SILVA-SANTOS KC, ROSO VM, SENEDA MM. **Correlation between phenotype, genotype and antral follicle population in beef heifers.** *Theriogenology*; 91:21-26 2017
- MOROTTI, F. **Influência da contagem de folículos antrais na dinâmica folicular ovariana e nos parâmetros de mérito genético de fêmeas bovinas.** 100f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016
- MOROTTI, F.; MORETTI, R.; DOS SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; RAMOS CERQUEIRA, P. H.; SENEDA, M. M. **Ovarian follicular dynamics and conception rate in Bos indicus cows with different antral follicle counts subjected to timed artificial insemination.** *Animal Reproduction Science*, v. 188, p. 170–177, 1 jan. 2018.
- MOROTTI, Fábio et al. **Contagem de folículos antrais: relação com a eficiência das biotécnicas e fertilidade.** *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 45, n. 4, p. 202-209, 2021.
- MOROTTI, Fábio. **Dinâmica folicular ovariana de vacas Nelore (Bos indicus) sincronizadas com protocolo de IATF à base de progesterona injetável.** 2013. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 2013.
- MOSSA F, WALSH SW, BUTLER ST, BERRY DP, CARTER F, LONERGAN P, SMITH GW, IRELAND JJ, EVANS ACO. **Low numbers of ovarian follicles \geq 3mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows.** *J Dairy Sci*, v. 95, p. 2355-2361, 2012.
- NASCIMENTO, Ernane Fagundes; SANTOS, Renato de Lima. **Patologia da Reprodução dos Animais Domésticos.** 4.ed. São Paulo: GEN, 2021
- NETO. E. P.B., **Diâmetro do folículo maior no momento da aplicação do estradiol e taxa de gestação em vacas submetidas à sincronização da ovulação para IATF 2012.** Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2012.
- OLIVEIRA JUNIOR JS, SILVA GM, MOREIRA EM, NUNES VRR, MOROTTI F, ANDRADE ER, SENEDA MM, PFEIFER LFM. BRAZ J **Low versus high antral follicle count on the fertility of timed AI Nelore heifers.** *Vet Res Anim Sci.* 2022;59:e190164. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2022.190164>
- OUVERNEY, Roberta B. et al. **Correlação Taxa De Prenhez Em Vacas Nelore (Bos Taurus Indicus) Com Baixo Escore De Condição Corporal Submetidas a IATF.** *Revista de Medicina Veterinária do UNIFESO*, v. 1, n. 02, 2021.

PALHANO, H. B. **Reprodução em Bovinos: Fisiopatologia, Terapêutica, Manejo e Biotecnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: L. F. Livros, 2008.

PANSANI, M. A.; BELTRAN, M. P. **Revista inf.br-Edic12-Rev04**, 2010

PEREIRA, L.L.L.; FERREIRA, A.P.A.; VALE, W.W.G.; SERIQUE, L.R.L.; NEVES, K.A.L.; MORINI, A.C.A.; MONTEIRO, B.M.B.; MINERVINO, A.H.H. **Effect of Body Condition Score and Reuse of Progesterone-Releasing Intravaginal Devices on Conception Rate Following Timed Artificial Insemination in Nelore Cows**. *Reprod. Domest. Anim.* 53, 624–628. 2018.

PRESTES, Nereu Carlos; ALVARENGA, Fernanda da Cruz Landim. **Obstetrícia Veterinária**. 2.ed. São Paulo: GEN, 2017.

PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C.; MEE, M. C. **Synchronization of ovulation in dairy cattle using PGF and GnRH**. *Theriogenology*, v.44, n.7, p.915 -923, 1995.

RHODES, F. M.; BURKE, C. R.; CLARK, B. A.; DAY, M. L.; MACMILLAN, K. L. **Effect of treatment with progesterone and oestradiol benzoate on ovarian follicular turnover in postpartum anoestrus cows and cows which have resumed oestrus cycle**. *Animal Reproduction Science*, v. 69, p. 139-50, 2002.

RIBEIRO FILHO, A.L.; FERRAZ, P. A.; RODRIGUES, A. S.; BITTENCOURT T. C. B. S. C.; LOIOLA, M. V. G.; CHALHOUB, M. **Diâmetro do folículo no momento da inseminação artificial em tempo fixo e taxa de concepção em vacas Nelore**. *Ciência Animal Brasileira*. v. 14, p. 501-507, 2013.

RIPPE, Christian. Veterinário, Médico & Técnicos, Serviços & Global, Abs. **El Ciclo Estral**. In: Conferência de reprodução de gado leiteiro. Minneapolis, MN Boise, ID. 2015.

RODRIGUES, A.S.; BRANDÃO, T. O.; DALCHIAVON, G. G.; ALCANTARA, M. R.; SANTOS, J. F.; FILHO, A. L. R.; LARA, L. L. **Eficácia do uso distintos estimulantes do crescimento folicular em um protocolo para IATF em fêmeas nelore**. *Veterinary Science*, v. 25, n. 1, 2020.

RODRIGUES, Alexandra Soares et al. **Contagem de folículos antrais em fêmeas Nelore submetidas a inseminação artificial em tempo fixo**. *Ciência Rural*, v. 45, n. 4, p. 711-717, 2015.

SÁ FILHO, M. F.; AYRES, H.; FERREIRA, R. M.; MARQUES, M. O.; REIS, E. L.; SILVA, R. C.; RODRIGUES, C. A.; MADUREIRA, E. H.; BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S. **Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (Bos indicus) cows**. *Theriogenology*, 73:651–8, 2010.

SÁ FILHO, M.F.; SALES, J.N.S.; CREPALDI, G.A. ; GIROTTO, R.W.; CAVALHEIRO, I.; BARUSELLI, P.S. **Effect of different ovulation inductors on pregnancy rates of Nelore (Bos indicus) heifers synchronized to fixed time artificial insemination**. ISABR - International Symposium on Animal Biology of Reproduction, 2008.

SÁ FILHO, M; F.; SANTOS, J. E. P.; FERREIRA, R. M.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. **Importance of estrus on pregnancy submitted to estradiol/progesterone – based time insemination protocols**. *Theriogenology*, v. 76, p. 455-463, 2011.

SALES, J. N.; CARVALHO, J. B.; CREPALDI, G. A.; CIPRIANO, R. S.; JACOMINI, J. O.; MAIO, J. R.; SOUZA, J. C.; NOGUEIRA, G. P.; BARUSELLI, P. S. **Effects of two estradiol**

esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. *Theriogenology*, 78(3), 510–516, 2012.

SÁNCHEZ, Flor; SMITZ, Johan. **Molecular control of oogenesis**. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, v. 1822, n. 12, p. 1896-1912, 2012.

SANTOS GMG, SILVA-SANTOS KC, BARREIROS TRR, MOROTTI F, SANCHES BV, MORAES FLZ, BLASCHI W, SENEDA MM. **High numbers of antral follicle are positively associated with in vitro embryo production but not the conception rate for FTAI in Nelore cattle**. *Animal Reproduction Science*; 165:17-21. 2016.

SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; BARREIROS, T. R. R.; BLASCHI, W.; MOROTTI, F.; SILVA, C. B.; MORAES, F. L. Z.; GIUDICISSI, D. P. L.; SENEDA, M. M. **Conception rates following FTAI of Nelore cows (*Bos indicus*) with high, intermediate and low numbers of antral follicles**. *Abstracts. Anim. Reprod*, v. 10, n. 3, p. 451, 2013.

SANTOS, Gustavo Martins Gomes dos et al. **Importância dos índices reprodutivos e fundamentos do programa de IATF em sistemas de cria**. In: Congresso Brasileiro de Reprodução Animal, 24., 2021, Belo Horizonte. Anais [...] Belo Horizonte, CBRA, 2021. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/portal/downloads/publicacoes/rbra/v45/n4/p.210-218.pdf> Acesso em: 15 de março de 2024

SANTOS, M. D.; CARVALHO, R. C.; SOARES, L. C. M.; FILHO, W. S. P.; FERREIRA, M. B.; REGO, F. C. A.; FILHO, L. F. C. C.; MEDEIROS, A. F. L.; SANTOS, R. M. **Exame ginecológico e diagnóstico de gestação**. Londrina: Editora Científica, 2021.

SANTOS, R. L.; ALESSI, A. C. **Patologia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca. 856 p. 2016.

SANTOS, Renato de Lima; ALESSI, Antonio Carlos. **Patologia Veterinária**. São Paulo: Roca, 2023

SÁVIO, J.D; THATCHER, W. W.; BADINGA, L.; DE LA SOTA, R. L.; WOLFENSON, D. **Regulation of dominant follicle turnover during the oestrus cycle in cows**. *Journal of Reproduction and Fertility*, v.97, p. 197-203, 1993.

SCHAMS, D.; BERISHA, B. **Regulation of corpus luteum function in cattle – an overview**. *Reprod. Dom. Anim.*, v.39, p.241-251, 2004.

SENEDA, Marcelo Marcondes et al. **Oogênese e Foliculogênese em bovinos**. *Rev Bras Reprod Anim*, v. 45, n. 4, p. 323-328, 2021.

SILVA KC, RODRIGUES WB, SILVA AC, BORGES JC, ABREU UPG, BATISTA DSN, ANACHE NA, BEZERRA AO, JARA JP, NOGUEIRA E. **Heat score assessed with aid of tail-chalk influences pregnancy rate of suckled *Bos indicus* beef cows subjected to P4/estradiol TAI-based protocols**. *Animal Reproduction* 2016;13:451.

SILVA, E. I. C. **Anatomia e fisiologia do sistema reprodutivo dos animais**. 1. ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2020.

SILVA, E. I. C. **Fisiologia do Ciclo Estral dos Animais Domésticos**. 1. ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2021.

SILVA, F.P.D.; NEVES, K.A.L.; CORREA, F.R.A.; SILVA, L.K.X.; BATISTA, H.R.; SILVA, W.C.D.; MERCADO CARUSO, N.; MINERVINO, A.H.H. **Follicular Dynamics and**

Pregnancy Rate in Nelore Heifers Submitted to Fixed-Time Artificial Insemination Protocols (FTAI). *Vet. Sci.* 9, 377. <https://doi.org/10.3390/vetsci9080377> 2022.

SILVA, J. R. et al. **Relationships between antral follicle counts and ovarian morphology of *Bos indicus* of different ages.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 74, p. 983-991, 2023.

SILVA, M. A. N.; DE MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. **Inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo em bovinos.** *Revista Científica do UBM*, p. 79-97, 2021.

SILVA, Paula Regina Basso et al. **Regulação farmacológica do ciclo estral de bovinos.** *Pubvet*, v. 5, p. Art. 1251-1257, 2011.

SILVA-SANTOS, K. C. et al. **Antral follicle populations and embryo production–in vitro and in vivo–of *Bos indicus*–taurus donors from weaning to yearling ages.** *Reproduction in Domestic Animals*, v. 49, n. 2, p. 228-232, 2014.

SIMÕES, R. A. L.; SATRAPA, R. A.; ROSA, F. S.; PIAGENTINI, M.; CASTILHO, A. C. S.; ERENO, R. L.; TRINCA, L. A.; NOGUEIRA, M. F. G.; BURATINI JR, J.; BARROS, C. M. **Ovulation rate and its relationship with follicle diameter and gene expression of the LH receptor (LHR) in Nelore cows.** *Theriogenology*, v. 77, p. 139-147, 2012.

SOARES, Paulo Henrique Araújo. **Métodos de sincronização de estro e ovulação em bovinos: Revisão de literatura.** *Revista Conexão Ciência*. 2019.

SOARES, Paulo Henrique Araújo; JUNQUEIRA, Fabiano Santos. **Particularidades reprodutivas da fêmea bovina: Revisão.** *Pubvet*, v. 13, p. 148, 2018.

SOETHE, A.M. et al. **Avaliação da técnica de inseminação artificial entre dois inseminadores no estado do Mato Grosso do Sul,** *Rev. Bras. de Higiene e Sanidade Animal*, v.8, n.4 p. 22 – 35, 2014.

SOUSA, Rafael, et al. **Fatores relacionados ao desenvolvimento reprodutivo em novilhas Nelore: Revisão.** *Pub Vet*, v.12, n.5, a82, p.1-10, maio, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/9d8a/2668799ce3c217603da05cd96a7efdb12496.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SOUZA, Breno Coutinho de; SOARES, Erica dos Santos. **Fatores que influenciam no desempenho da inseminação artificial em tempo fixo em gado de corte: Revisão de literatura.** 2022.

SUMMERS, A.F.; ROSASCO, S.L.; SCHOLLJEGERDES, E.F. **Beef ruminant nutrition cactus beef symposium: influence of management decisions during heifer development on enhancing reproductive success and cow longevity1.** *J. Anim. Sci.*, v.97, p.1407- 1414, 2019.

TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; PENTEADO, L.; SALES, J. N. S.; SÁ FILHO, M. F.; AYRES, H.; BARUSELLI, P. S. **A comparison of two different esters of estradiol for the induction of ovulation in an estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled *Bos indicus* beef cows.** *Animal Reproduction Science*, v.151, p.9-14, 2014.

VALE, W. G., MELO, P. C. H., WALTER, E., RIBEIRO, H. F. L., ROLIM-FILHO, S. T., REIS, A. N., ... *. **Fixed timed artificial insemination (FTAI) through the progesterone (CIDR) of 1st, 2nd, 3rd and 4th uses in bovine. I. Conception rate related to reproductive category, related to body condition scoring (BCS), related to calf withdrawal and use of eCG.** *Livestock Research for Rural Development*, 23(10), Article #205. 2011

VALLE, Ezequiel Rodriguesdo. **O ciclo estral de bovinos e métodos de controle**. Campo Grande:MS,EMBRAPA-CNPGC. 1991. Disponível em: <https://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc48/doc48.pdf> Acesso em: 18 de maio de 2024.

VAN DEN HURK, R.; BEVERS, M.M.; BECKERS, J.F. **In vivo and in vitro development of preantral follicles**. *Theriogenology*, v. 47, p. 73-82, 1997.

VASCONCELOS J. L. M.; CARVALHO R., PERES, R. F.G., RODRIGUES, A. D.P.; JUNIOR, I. C.; MENEGHETTI, M.; AONO, F. H.; COSTA, W. M.; LOPES, C. N., COOKE, R. F., POHLER, K. G. **Reproductive programs for beef cattle: incorporating management and reproductive techniques for better fertility**. *Animal Reproduction*, v.14, n.3, p.547-557, 2017.

VASCONCELOS, J. L. M.; MENEGHETTI, M.; SANTOS, R. M. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em bovinos**. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 34, p. 9-16, 2006.

VERAS, G. A.; SOUTO, P. F. M. P.; FERREIRA-SILVA, J. C.; NASCIMENTO, P. S.; GUIDO, S. I.; SANTOS FILHO, A. S.; OLIVEIRA, M. A. L.; BARTOLOMEU, C. C. **Efeito de diferentes concentrações de progesterona em dispositivos vaginais sobre a dinâmica folicular de novilhas holandesas (Bos taurus) submetidas a IATF**. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, v. 11, p. 203-209, 2017.

VIANA J. H. M.; FIGUEIREDO, A. C. S.; SIQUEIRA, L. G. B. **Brazilian embryo industry in context: pitfalls, lessons, and expectations for the future**. *Animal Reproduction*, v.14, n.3, p.476-481, 2017.

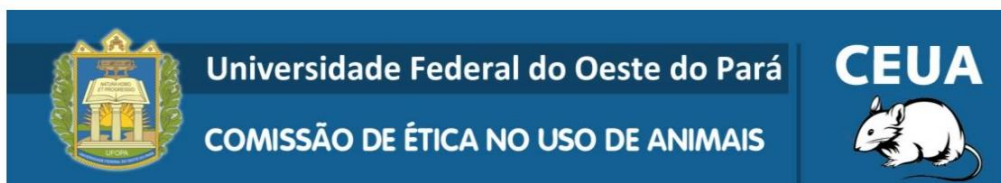
WEBB, R.; BURATINI, J.; HERNANDEZ-MEDRANO, J. H.; GUTIERREZ, C. G.; CAMPBELL, B. K. **Follicle development and selection: past, present and future**. *Anim. Reprod*, v. 13, n. 3, p. 234-249, 2016. Disponível em: <[http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v13/v13n3/p234-249\(AR883\).pdf](http://www.cbpa.org.br/pages/publicacoes/animalreproduction/issues/download/v13/v13n3/p234-249(AR883).pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2024.

WEBB, R.; GARNSWORTHY, P.C.; GONG, J.G.; ARMSTRONG, D.G. **Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences**. *Journal of Animal Science*, v.82, p.63-74, 2004.

WILTBANK, J. N; INGALLS, J.E.; ROWDEN, W. W. **Effects of various forms and levels of estrogens alone or in combination with gonadotrofinas on the estrous cycle of beef heifers**. *Journal Animal Science*, v. 20, p.341-346, 1961.

WILTBANK, M. C.; GUMEN, A.; SARTORI, R. **Physiological classification of anovulatory conditions in cattle**. *Theriogenology*, 57,p. 21-52, 2002.

ANEXO



CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo Nº **0320240294**, intitulado **DINÂMICA FOLICULAR EM NOVILHAS NELORE COM ALTA E BAIXA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIIS, SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO**, sob a responsabilidade de **Kedson Alessandri Lobo Neves**, está de acordo com os Princípios éticos na Experimentação Animal adotados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), tendo sido aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA.

CERTIFICATE

We certify that the protocol Nº **0320240294**, entitled "**DINÂMICA FOLICULAR EM NOVILHAS NELORE COM ALTA E BAIXA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIIS, SUBMETIDAS AO PROTOCOLO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO**", is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA). This project was approved by the institutional Commission for Ethics in the Use of Animals of Universidade Federal do Oeste do Pará.

Santarém-PA, 04/05/2024

Prof^ª. Dra. Aline Pacheco
Presidente

Verificar a autenticidade do certificado em <http://ufopa.edu.br/validar-certificado>