



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

FÁBIO LUCAS ZITO DE MORAES

**RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS COM
O COMPORTAMENTO DE ESTRO E MÉRITO GENÉTICO EM
FÊMEAS *BOS TAURUS INDICUS***

Londrina
2020

FÁBIO LUCAS ZITO DE MORAES

**RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS COM
O COMPORTAMENTO DE ESTRO E MÉRITO GENÉTICO EM
FÊMEAS *BOS TAURUS INDICUS***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, Área de Concentração Produção Animal, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Marcondes Seneda.

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

M827 Moraes, Fábio Lucas Zito de.
RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIIS COM O COMPORTAMENTO DE ESTRO E MÉRITO GENÉTICO EM FÊMEAS BOS TAURUS INDICUS / Fábio Lucas Zito de Moraes. - Londrina, 2020.
77 f. : il.

Orientador: Marcelo Marcondes Seneda.
Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Contagem de folículos antrais - Tese. 2. Manifestação de estro - Tese. 3. Mérito genético - Tese. 4. Taxa de concepção em vacas Bos taurus indicus - Tese. I. Seneda, Marcelo Marcondes . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 619

FÁBIO LUCAS ZITO DE MORAES

**RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS COM
O COMPORTAMENTO DE ESTRO E MÉRITO GENÉTICO EM
FÊMEAS *BOS TAURUS INDICUS***

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina, Área de Concentração Produção Animal, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Marcondes
Seneda
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Fábio Morotti
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Flávio Antonio Barca Junior
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Dr. Gustavo Martins Gomes dos Santos
Sheep Embryo Reprodução Animal

Prof. Dr. Fábio Luiz Bim Cavaliere
Centro de Ensino Superior de Maringá –
UNICESUMAR

Londrina, 19 de fevereiro de 2020.

Dedico este trabalho à minha família, pai (*in memoriam*), mãe, esposa, irmãos e filhas, que muito me apoiaram e incentivaram nessa jornada. Em especial à minha esposa, Silvia, e minhas filhas, Livia e Clara que representam o amor mais verdadeiro que podemos sentir.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, causa maior da nossa existência, que com sua luz e proteção está presente em todos os momentos da minha vida.

Agradeço ao Professor Marcelo Marcondes Seneda, por ter me recebido e acreditado no meu potencial. Pelas seguidas palavras de otimismo, ensinamentos, confiança e consideração que teve por mim durante todo período do estudo. Agradeço pelos conselhos no momento certo e pelas palavras sábias e otimistas que nos norteiam. Agradeço pela imensa oportunidade que nos foi atribuída. Muito Obrigado!

Aos professores aos membros da banca examinadora de qualificação, Professor Dr. Fábio Morotti, Professor Dr. Flavio Antonio Barca Junior e Professora Dra. Katia Cristina Silva Santos, pela disponibilidade e contribuições na qualificação da tese.

Aos meus colegas do Laboratório de Biotecnologia da Reprodução Animal (ReproA), que acabaram se tornando uma família, pela amizade e a troca de experiências, algo que contribuiu de forma fundamental para minha formação. Às colegas Camila Costa Bortoliero, Paula Lunardelli e Ana Clara, pela ajuda prestada nas atividades de campo. Agradeço ao colega Denis Bonato, que sempre me auxiliou nas atividades pertinentes ao programa de pós-graduação.

Ao amigo e professor Dr. Fábio Morotti pela orientação nos assuntos técnicos. À amiga Camila Bizarro pela pronta ajuda prestada por ela. E agradeço a os amigos da equipe do REPROA: Andressa, Isabela, Fabiana, Larissa, Luciana, Anne, Lhays, Nathalia e Suellen.

Aos médicos veterinários e grandes amigos por quem tenho muito respeito e admiração Marcelo Carrara, Kadu Carrara e Sidney Atalla Junior que contribuíram para execução desse projeto.

Meu muito obrigado!

Moraes, Fábio Lucas Zito de. **Relação da contagem de folículos antrais com o comportamento de estro e mérito genético da progênie de fêmeas *Bos taurus indicus***. 2020. 77 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a relação da contagem de folículos antrais (CFA) de vacas *Bos taurus indicus* submetidas à IATF com a manifestação de estro, taxa de concepção, CFA das filhas e mérito genético de seus filhos. No primeiro estudo 450 vacas Nelore multíparas, avaliadas por ultrassonografia foram classificadas em baixa (≤ 15 folículos; $n= 150$), intermediária (≥ 19 e ≤ 26 folículos; $n= 150$) ou alta (≥ 30 folículos; $n= 150$) CFA. No primeiro dia do protocolo hormonal (D0), as vacas receberam um dispositivo intravaginal contendo 1,2 g de progesterona e administrado via IM 2,0 mg de benzoato de estradiol. Após 8 dias (D8), os dispositivos de P4 foram removidos e foram administrados via IM 450 μg de cloprostenol sódico, 300 UI de gonadotrofina coriônica equina e 1,0 mg de cipionato de estradiol. Após 48 horas (D10), no momento da inseminação artificial (IA), foi realizada a avaliação da manifestação de estro. Trinta dias após a IA procedeu-se o diagnóstico de gestação por ultrassonografia. Os dados foram analisados por teste de regressão logística binária ($p < 0.05$). A taxa de concepção de fêmeas do grupo de baixa CFA (69,3%) foi maior ($p < 0.05$) em relação aos de intermediária (60%) e a alta (56,7%); e maior ($p < 0.05$) para a vacas que manifestaram cio (67,3%) em relação às que manifestaram cio parcial (58,2%) e as que não manifestaram cio (45,4%). A taxa de concepção foi influenciada pela CFA ($p=0,04$) e pelo cio ($p=0,006$), mas não houve efeito da interação entre CFA e cio ($p=0,511$). No segundo estudo, foram utilizados 444 animais *Bos taurus indicus*, da raça Nelore. Durante a estação de monta, foram avaliadas 222 vacas recém paridas quanto à CFA em baixa (≤ 15 folículos; $n= 52$), intermediária (≥ 16 e ≤ 29 folículos; $n= 37$) ou alta (≥ 30 folículos; $n= 38$) contagem. Avaliou-se 95 filhas e 127 filhos dessas vacas provenientes de IA, para análise de uma possível relação entre a CFA de mães e filhas e o mérito genético dos filhos. As filhas foram analisadas quanto sua CFA e os filhos foram avaliados num programa de melhoramento genético que utiliza matriz de parentesco além de dados de perímetro escrotal (PE) e peso corporal para classificação dos animais quanto seu mérito genético. Para análise da prole foi incluso o efeito paterno. O modelo linear generalizado de efeito misto (GLIMMIX) foi utilizado para análise da CFA, PE, peso e mérito genético. A CFA das filhas não teve relação com efeitos maternos e paternos e vacas de alta CFA apresentaram filhos com melhor mérito genético ($p= 0,09$). Embora esse estudo demonstre uma relação positiva da CFA com o mérito genético, mais estudos devem ser realizados sobre a atuação da CFA em provas de melhoramento animal. Contudo, em vacas selecionados geneticamente, as fêmeas de baixa CFA apresentam maior taxa de concepção à IATF.

Palavras-chave: bovinos; contagem de folículos antrais; prole; inseminação artificial; mérito genético.

Moraes, Fábio Lucas Zito de. **Relationship of antral follicles count with estrus behavior and genetic merit in *Bos taurus indicus* progeny of females.** 2020. 77 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the relationship between the antral follicles count (AFC) of in *Bos taurus indicus* cows submitted to a TAI with the manifestation of estrus, conception rate, AFC of the female offspring and the genetic merit of their male offspring. In the first study, 450 multiparous Nelore cows, evaluated by ultrasound, were classified as low (≤ 15 follicles; $n= 150$), intermediate (≥ 19 and ≤ 26 follicles; $n= 150$) or high (≥ 30 follicles; $n= 150$) AFC. On the first day of the hormonal protocol (D0), the cows received an intravaginal device containing 1.2 g of progesterone and administered by IM 2.0 mg of estradiol benzoate. After 8 days (D8), the P4 devices were removed and IM 450 μg of sodium cloprostenol, 300 UI of equine chorionic gonadotrophin and 1.0 mg of estradiol cypionate were administered by IM. After 48 hours (D10), at the time of artificial insemination (AI), the evaluation of the estrus manifestation was performed. Thirty days after the AI, a pregnancy diagnosis was made by ultrasound. The data were analyzed by binary logistic regression test ($p < 0.05$). The conception rate of females in the low AFC group (69.3%) was higher ($p < 0.05$) in relation to intermediate (60%) and high (56.7%); and higher ($p < 0.05$) for cows that showed estrus (67.3%) in relation to those that showed partial estrus (58.2%) and those that did not show estrus (45.4%). The conception rate was influenced by AFC ($p = 0.04$) and estrus ($p = 0.006$), but there was no effect of the interaction between AFC and estrus ($p = 0.511$). In the present study, the conception of Nelore cows was influenced by the estrus manifestation (67.3%) and low CFA (69.3%). In the second study, 444 *Bos taurus indicus* of the Nelore breed were used. During the breeding season, 222 cows recently calved for low CFA (≤ 15 follicles; $n= 52$), intermediate (≥ 16 and ≤ 29 follicles; $n= 37$) or high (≥ 30 follicles; $n= 38$) score were evaluated. 95 female offspring and 127 male offspring of these cows from AI were evaluated to analyze a possible relationship between the AFC of mothers and female offspring AFC and the genetic merit of their male offspring. The female offspring were analyzed about their AFC and male offspring were evaluated in a genetic improvement program that uses a kinship matrix in addition to scrotal perimeter (SP) and body weight data to classify the animals according to their genetic merit. For the analysis of offspring, the paternal effect was included. The generalized mixed effect linear model (GLIMMIX) was used to analyze AFC, SP, weight and genetic merit. The female offspring AFC was not related to maternal and paternal effects and high CFA cows had male offspring with better genetic merit ($p = 0.09$). Although this study demonstrates a positive relationship between AFC and genetic merit, more studies should be carried out on AFC performance in animal breeding tests. However, in genetically selected cows, females with low AFC have a higher conception rate at TAI.

Key words: antral follicular count, offspring, artificial insemination, genetic merit, cattle.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO A - Relação da contagem de folículos antrais com a expressão de cio e taxa de concepção de vacas Nelore submetidas à IATF

- Figura 1** - Representação esquemática do protocolo de sincronização da ovulação e avaliação de estro utilizado em fêmeas bovinas zebuínas..... 42
- Figura 2** - Frequência de distribuição da CFA, média (25,85), desvio padrão (SD= 16,50) e número de animais (N= 470) 45
- Figura 3** - Frequência de distribuição da CFA em função da taxa de concepção aos 30 dias após protocolo de IATF para vacas gestantes (Sim) e não gestantes (Não)..... 46

ARTIGO B - Relação da contagem de folículos antrais de fêmeas bovinas *Bos taurus indicus* com o mérito genético de seus filhos e a população folicular antral de suas filhas

- Figura 1** - Frequência de distribuição da CFA, média (25,02), desvio padrão (SD= 17,33) e número de animais (N= 127) 65
- Figura 2** - Distribuição da CFA da filha em função dos grupos de baixa, intermediária e alta CFA das mães 67

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A - Relação da contagem de folículos antrais com a expressão de cio e taxa de concepção de vacas Nelore submetidas à IATF

Tabela 1 - Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta) e expressão de cio (presente, parcial e ausente) com a taxa de concepção em vacas *Bos taurus indicus* submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação 45

ARTIGO B - Relação da contagem de folículos antrais de fêmeas bovinas *Bos taurus indicus* com o mérito genético de seus filhos e a população folicular antral de suas filhas

Tabela 1 - Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta), das mães com Perímetro escrotal (PE), Peso e Mérito Genético Total econômico (MGTe) dos filhos, em animais *Bos taurus indicus*..... 65

Tabela 2 – Correlação da contagem de folículos antrais (CFA) com o Perímetro Escrotal (PE), Peso, Mérito Genético Total econômico (MGTe), em animais *Bos taurus indicus* 65

Tabela 3 – Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta), das mães com as filhas *Bos taurus indicus* 66

Tabela 4 – Correlação da contagem de folículos antrais (CFA) das filhas com o Perímetro Escrotal (PE), Mérito Genético Total econômico (MGTe) e CFA das mães em animais *Bos taurus indicus* 66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCZ	- Associação Brasileira dos Criadores de Zebu
AFC / CFA	- <i>antral follicles count</i> / contagem de folículos antrais
AMH	- <i>anti-Müllerian hormone</i> - hormônio anti-Mülleriano
ANOVA	- análise de variância
CL	- corpo lúteo - <i>corpus luteum</i>
FD/DF	- folículo dominante / dominant follicle
DP/SD	- desvio padrão / <i>standard deviation</i>
EB	- <i>estradiol benzoate</i> - benzoato de estradiol
EC	- <i>estradiol cypionate</i> - cipionato de estradiol
eCG	- <i>equine chorionic gonadotropin</i> - gonadotrofina coriônica equina
EPDs	- <i>expected progeny differences</i>
ET / TE	- <i>embryo transfer</i> - transferência de embriões
FOPA	- folículos ovarianos pré-antrais
FSH	- <i>follicle stimulant hormone</i> - hormônio folículo estimulante
GnRH	-Hormônio liberador de gonadotrofina- Gonadotropin-Releasing Hormone
IA/AI	- inseminação artificial / <i>artificial insemination</i>
IATF/TAI	- inseminação artificial em tempo fixo / <i>timed artificial insemination</i>
IVF/ FIV	- <i>in vitro fertilization</i> - Fecundação <i>in vitro</i>
IVP/ PIVE	- <i>in vitro embryo production</i> - produção <i>in vitro</i> de embriões
Kg	- quilograma
LH	- <i>luteinizing hormone</i> - hormônio luteinizante
M	- <i>mean</i> – média
Mg	- miligrama
N°	- número
OPU	- <i>ovum pick up</i> - aspiração folicular guiada por ultrassom
PGF _{2α}	- prostaglandina F _{2α}
PE/SC	- Perimetro escrotal/ Scrotal Circunferene
PV	- <i>Peso corporal vivo</i>
SE	- <i>standard error</i>
SOB	- superovulação
UI / IU	- unidade internacional / <i>international unit</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	CICLO ESTRAL.....	16
2.2	USO DA CFA COMO FERRAMENTA REPRODUTIVA.....	17
2.3	RELAÇÃO DA CFA COM A IA/IATF	20
2.4	CFA E MÉRITO GENÉTICO	21
2.5	COMPORTAMENTO DE ESTRO.....	22
2.6	NOVAS ABORDAGENS E DESAFIOS RELACIONADOS À CFA.....	23
3	REFERÊNCIAS	25
4	HIPÓTESE	35
5	OBJETIVOS	36
5.1	OBJETIVO GERAL.....	36
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
6	ARTIGO A – RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS COM A EXPRESSÃO DE CIO E TAXA DE CONCEPÇÃO DE VACAS NELORE SUBMETIDAS À IATF.....	37
6	ARTIGO B – RELAÇÃO DA CONTAGEM DE FOLÍCULOS ANTRAIS DE FÊMEAS BOVINAS BOS TAURUS INDICUS COM O MÉRITO GENÉTICO DE SEUS FILHOS E A POPULAÇÃO FOLICULAR ANTRAL DE SUAS FILHAS	57
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77

1 1 INTRODUÇÃO

2

3

4 Animais de alto mérito genético podem ser multiplicados de forma
5 eficiente utilizando técnicas reprodutivas como a inseminação artificial (IA) e a
6 produção *in vitro* de embriões (PIVE). Essas estratégias permitem multiplicar o
7 número de animais de maior valor genético e consequentemente aumentar a
8 produtividade dos rebanhos em um menor período de tempo (HANSEN, 2014). Nos
9 últimos anos houve um maior interesse em estudos sobre a contagem de folículos
10 antrais (CFA) e sua influência sobre o desempenho reprodutivo na espécie bovina,
11 assim como na aplicação em técnicas reprodutivas (SILVA-SANTOS et al., 2014a;
12 MOROTTI et al., 2017a).

13 A CFA tem demonstrado ser uma ferramenta bastante importante e
14 útil para a seleção de matrizes com melhor possibilidade de b desempenho quando
15 submetidas às técnicas reprodutivas (MOROTTI et al., 2017a; 2017b). Além disso,
16 a CFA é um critério importante para a seleção de fêmeas bovinas, devido à alta
17 repetibilidade deste parâmetro ao longo da vida do mesmo animal (SILVA-SANTOS
18 et al., 2014b). Assim a CFA de uma fêmea pode ser avaliada por único exame
19 ultrassonográfico, classificando-a em grupos de alta, média ou baixa CFA (BURNS et
20 al., 2005; IRELAND et al., 2008).

21 A seleção de doadoras de alta CFA, especialmente para realização
22 de aspiração folicular (Ovum Pick Up – OPU) para PIVE, traz vantagens quantitativas
23 para a produção de embriões *in vitro* em virtude da possibilidade de maior número de
24 bezerros nascidos por meio dessa técnica (PONTES et al., 2010). O sucesso da
25 PIVE está intimamente relacionado à população de folículos antrais presente nos
26 ovários dessas fêmeas doadoras de embriões. No entanto, outros fatores também
27 podem estar relacionados, como é o caso da genética, raça e idade das fêmeas
28 (BARUSELLI et al., 2015; WATANABE et al., 2017).

29 Santos et al. (2016), avaliando procedimentos de recuperação de
30 oócitos por OPU para a PIVE demonstraram maior taxa de produção de blastocistos
31 para o grupo de alta CFA quando comparados com o grupo de baixa CFA. Estudos
32 mostraram resultados controversos com relação a CFA, constatando que a contagem
33 folicular não está associada a prenhez em vacas da raça Nelore após inseminação

1 artificial em tempo fixo (BARUSELLI et al., 2014; RODRIGUES, et al., 2015; SANTOS
2 et al., 2016), embora resultados recentes em vacas Nelore demonstram maior taxa de
3 concepção para grupos de baixa CFA (MOROTTI et al., 2018; MORAES et al., 2019).

4 Estudos em *Bos taurus indicus* relacionados à IATF demonstraram
5 maior taxa de concepção em vacas que manifestaram estro (THOMAS et al. 2017;
6 BÓ, et al. 2018; FERRAZ et. al. 2018), e mais recentemente estudos complementares
7 evidenciaram uma relação da CFA com a presença de estro em protocolos de
8 sincronização da ovulação (BOMTEMPO, 2019).

9 Desta forma, há um grande interesse em avaliar a relação entre CFA
10 e as características de fenótipo e genótipo das matrizes, uma vez que existe a
11 possibilidade da CFA ser usada como critério de seleção de doadoras após a
12 avaliação do mérito genético dessas fêmeas (MOROTTI et al., 2017a).

13 O presente estudo teve o objetivo de avaliar os efeitos da CFA sobre
14 a taxa de concepção e manifestação de estro em vacas *Bos taurus indicus* submetidas
15 à IATF e a possível relação da CFA de mães com as filhas e mérito genético dos filhos.

1 2 REVISÃO DE LITERATURA

2

3 2.1 CICLO ESTRAL

4 A fêmea bovina entra em um período de ciclicidade logo após a
5 puberdade, que persistirá ao longo de toda sua vida reprodutiva. São ciclos de
6 atividade ovariana que consistem em uma série de mudanças dinâmicas, envolvendo
7 o crescimento e regressão dos folículos e do corpo lúteo (SARTORI et al., 2017).

8 O ciclo estral bovino é dividido em quatro fases, de acordo com a
9 ocorrência de eventos fisiológicos e endócrinos: proestro, estro, metaestro e diestro
10 (CAETANO; CAETANO JR., 2015). As duas primeiras fases (proestro e estro) também
11 podem ser denominadas de fase folicular, quando ocorre o desenvolvimento dos
12 folículos culminando na ovulação. As duas últimas (metaestro e diestro) são referentes
13 à fase lútea, caracterizada pelo desenvolvimento do corpo lúteo e secreção de
14 progesterona. Caso não ocorra a fecundação, o corpo lúteo formado após a ovulação
15 regride por volta do 15º ao 17º dia, e inicia-se uma nova fase folicular. Assim, o
16 intervalo médio entre dois ciclos estrais é de 21 dias.

17 O dia do estro é considerado o dia zero do ciclo estral, quando a
18 fêmea apresenta receptividade sexual seguida por ovulação. Neste dia, também
19 ocorre a emergência da primeira onda de crescimento folicular (AERTS; BOLS, 2010).
20 A onda folicular é uma sequência de eventos que compreende o recrutamento e
21 crescimento de um grupo de folículos antrais, seguido pela seleção de um folículo
22 dominante concomitante à regressão dos folículos subordinados (BARUSELLI et al.,
23 1997). A regulação da onda folicular é realizada por mecanismos de retroalimentação
24 envolvendo principalmente os hormônios Hormônio liberador de gonadotrofina
25 (GnRH), hormônio folículo estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH), estradiol e
26 progesterona (MELLO et al., 2014).

27 O número de ondas de crescimento folicular por ciclo estral pode
28 variar entre as subespécies. Em *Bos taurus taurus*, normalmente são manifestadas
29 somente duas, enquanto as fêmeas *Bos taurus indicus* manifestam três ondas
30 (GINTHER et al., 1989; FIGUEIREDO et al., 1997).

31 Cabe ressaltar que fatores intrínsecos à fêmea como nutrição,

1 condição corporal, lactação, idade, raça e ambiente exercem influência sobre o
2 número de ondas foliculares por ciclo estral (GINTHER et al., 1996).

3

4 2.2 USO DA CFA COMO FERRAMENTA REPRODUTIVA

5 A seleção de fêmeas com maior potencial de fertilidade é de grande
6 importância para a eficiência de biotécnicas como a inseminação artificial em tempo
7 fixo (IATF), visto que as características fisiológicas ovarianas exercem influência direta
8 sobre o número e a qualidade de oócitos (WISE, 1987; PAVLOK et al., 1992;
9 LONERGAN et al., 1994; GANDOLFI et al., 1998).

10 Estudos demonstraram que o hormônio Anti-Mülleriano (AMH),
11 sintetizado pelas células da granulosa de folículos pré-antrais e antrais, é um
12 importante marcador da população folicular ovariana em fêmeas bovinas. Essa função
13 é possível devido a correlação positiva existente entre a concentração de AMH na
14 corrente sanguínea e o número de folículos antrais presentes nos ovários (CATE et
15 al., 1986; DURLINGER et al., 1999; WEENEN et al., 2004).

16 É importante considerar que a CFA tem sido relacionada com
17 parâmetros de fertilidade (HUNTER, 1788; ERICKSON, 1966), tais como, diâmetro
18 ovariano, tamanho do corpo lúteo, número de oócitos saudáveis, espessura do
19 endométrio, concentração sanguínea circulante de progesterona, taxa de prenhez e
20 intervalo entre partos (IRELAND et al., 2008; IRELAND et al., 2009; JIMENEZ-
21 KRASSEL et al., 2009; MARTINEZ et al., 2016).

22 A CFA pode ser apresentada como uma ferramenta para auxiliar na
23 avaliação reprodutiva das fêmeas, pois é sabido que apesar da alta variabilidade da
24 CFA entre os indivíduos de uma mesma espécie, existe repetibilidade dessa
25 característica ao longo da vida do animal (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2007;
26 SILVA-SANTOS et al., 2014). Assim, a seleção de fêmeas para a reprodução poderá
27 ser realizada através de um único exame ultrassonográfico em qualquer momento da
28 reprodutiva destes animais (HEHENKAMP et al., 2006; IRELAND et al., 2011;
29 MOROTTI et al., 2017).

30 É importante considerar que a subespécie tem apresentado
31 diferenças na CFA. Estudos demonstram que fêmeas *Bos taurus indicus* possuem
32 maior população de folículos antrais quando comparadas com fêmeas *Bos taurus*

1 *taurus* (BATISTA et al., 2014), possibilitando maior recuperação de oócitos viáveis e
2 respostas distintas à produção *in vivo* e *in vitro* de embriões (BARUSELLI et al., 2007;
3 PONTES et al., 2011).

4 O primeiro estudo evidenciando a importância da CFA para
5 características reprodutivas foi realizado em *Bos taurus taurus* em que as vacas foram
6 classificadas 4 categorias, sendo denominadas de baixa (≤ 15 folículos antrais),
7 intermediária (16 a 20 folículos antrais), alta (21 a 25 folículos antrais) e muito alta (\geq
8 25 folículos antrais), (BURNS et al., 2005). Os resultados relacionados à CFA
9 encontrados em animais *Bos taurus taurus* (BURNS et al., 2005; IRELAND et al.,
10 2007) representam de maneira geral um pool de folículos antrais numericamente
11 menor que os encontrados nas vacas *Bos taurus indicus* (SILVA-SANTOS et al.,
12 2014a).

13 Quando se trata da população de folículos antrais em animais *Bos*
14 *taurus taurus*, em alguns aspectos esse assunto está bem elucidado, pois sabe-se
15 que animais com baixa CFA também possuem características relacionadas com baixa
16 fertilidade, bem como ovários pequenos (IRELAND et al., 2008), menor taxa de
17 prenhez à Inseminação Artificial (IA; MOSSA et al., 2012), menor resposta à
18 superovulação (SOV; IRELAND et al., 2007), reduzida espessura endometrial (dia 0
19 ao dia 6 do ciclo estral) e concentração de progesterona (dia 0 a 12 do ciclo estral;
20 JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009), e maior quantidade de marcadores (Catepsina B e
21 S) de células do cumulus associado à baixa qualidade do oócito (IRELAND et al.,
22 2008).

23 Porém, estudos conduzidos em animais *Bos taurus indicus* relatam
24 que a taxa de prenhez aos 60 dias após IATF em foi maior para o grupo de baixa CFA,
25 seguido pelas vacas de intermediária e alta, respectivamente (MOROTTI et al., 2018).
26 Além disso, foi demonstrada maior taxa de crescimento folicular e folículo ovulatório
27 de maior diâmetro para aquelas consideradas com baixa CFA (SANTOS et al., 2012;
28 MOROTTI et al., 2014; 2018).

29
30
31
32
33
34

1 Quadro 1 - Estudos envolvendo contagem de folículos antrais na
 2 subespécie *Bos taurus indicus* e cruzamento (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*).
 3

Autor	Subespécie	CFA
Rodrigues et al., 2013	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (≤ 34 folículos)
		Alta (≥ 53 folículos)
Pinheiro et al., 2014	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (< 28 folículos)
		Alta (> 38 folículos)
Santos et al., 2014	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (< 10 folículos)
		Alta (> 25 folículos)
Silva-Santos et al., 2014	<i>Bos indicus-taurus</i>	Baixa (≤ 10 folículos)
		Alta (≥ 40 folículos)
Rodrigues et al., 2015	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (≤ 32 folículos)
		Alta (≥ 48 folículos)
Santos et al., 2016	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (≤ 7 folículos)
		Alta (≥ 40 folículos)
Garcia et al., 2017	<i>Bos indicus-taurus</i>	Baixa (≤ 17 folículos)
		Alta (≥ 35 folículos)
Monteiro et al., 2017	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (< 15 folículos)
		Alta (≥ 15 folículos)
Rosa et al., 2018	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (≤ 31 folículos)
		Alta (≥ 92 folículos)
Moraes et al., 2019	<i>Bos taurus indicus</i>	Baixa (≤ 10 folículos)
		Alta (≤ 30 folículos)

4
 5 A discrepância nas classificações entre os grupos de baixa,
 6 intermediária e alta CFA nos estudos realizados até o momento pode ser uma possível
 7 causa da variabilidade entre os resultados anteriormente apresentados, indicando a
 8 necessidade de outros estudos para esclarecer a CFA em relação à fertilidade nas
 9 diferentes subespécies.

1 Estudando os efeitos da nutrição sobre a CFA, Mossa et al. (2009)
2 estudaram dois grupos de animais da raça Holandesa, sendo, um grupo que recebeu
3 alimentação de manutenção e outro grupo que foi submetido à restrição alimentar (60%
4 das necessidades energéticas de manutenção) nos primeiros 110 dias de gestação e,
5 posteriormente, avaliaram os ovários de suas bezerras com 7, 18 e 35 semanas de
6 idade. Ao final do estudo, a CFA das bezerras com diferentes idades, cujas vacas
7 foram submetidas à restrição alimentar foi em média 60% menor do que a das
8 bezerras do grupo das vacas que receberam alimentação de manutenção. Esses dados
9 sugerem que a nutrição durante o início da gestação tem influência sobre o tamanho
10 da reserva folicular ovariana da progênie.

11 2.3 RELAÇÃO DA CFA COM A IA/IATF

12 Na última década ocorreu um grande aumento na utilização da IA no
13 Brasil, em grande parte devido ao conhecimento e popularização das técnicas de
14 sincronização da ovulação (RODRIGUES et al., 2013). De acordo com Baruselli et al.
15 (2012), a IATF é apontada como grande responsável pelo aumento do número de
16 vacas inseminadas no Brasil. Existem aproximadamente 83 milhões de fêmeas aptas
17 a reprodução em solo brasileiro (ASBIA, 2017), criadas em sua maioria sob manejo
18 extensivo. Baseando-se no número de doses de sêmen comercializadas, estima-se
19 que cerca de 12% destas fêmeas sejam inseminadas (ASBIA, 2017). Desta forma a
20 técnica de IATF pode ser considerada uma importante alternativa para a redução nas
21 perdas causadas por falha na detecção do estro e pelo anestro pós-parto, que são
22 característicos das vacas *Bos taurus indicus* (MENEGETTI et al., 2009).

23 No entanto, estudos que investigam a relação da CFA com fertilidade
24 em fêmeas submetidas à IATF, apontaram uma maior taxa de crescimento folicular e
25 folículos ovulatórios e maior diâmetro do folículo ovulatório para *Bos taurus indicus* e
26 cruzamento *Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus* com baixa CFA, assim como
27 melhor taxa de concepção (SANTOS et al., 2012; MOROTTI et al., 2014; 2018;
28 MORAES et al., 2019). Estes resultados divergem do encontrado para animais *Bos*
29 *taurus taurus* (IRELAND et al., 2011; EVANS et al., 2012), no entanto, podem ser
30 explicados fisiologicamente, em hipótese que ainda precisa ser testada, através do
31 provimento de maior quantidade de gonadotrofinas para cada folículo na fase de
32 crescimento folicular, dando origem a folículo ovulatório de maior diâmetro, por

1 conseguinte corpo lúteo maior e mais competente na manutenção da gestação (SÁ
2 FILHO et al., 2010; PFEIFER et al., 2012).

3 De maneira geral, é necessário salientar a diferença entre os critérios
4 para a classificação dos grupos experimentais nos trabalhos anteriormente citados,
5 cada qual exibiu um delineamento experimental distinto e em alguns casos fêmeas
6 que foram classificadas na categoria de alta CFA poderiam ter sido classificadas como
7 baixa CFA em outro estudo, o mesmo vale para o inverso (MOROTTI et al., 2015).

8 Um rebanho de novilhas da raça Holandesa foi acompanhado desde
9 o início da vida reprodutiva até a quinta ou sexta lactação, esse período maior de
10 observação possibilitou investigar o tempo de vida produtiva de cada animal no
11 rebanho. As fêmeas de alta CFA (≥ 25 folículos) apresentaram fertilidade sub-ótima e
12 uma vida produtiva mais curta quando comparadas àquelas de baixa CFA (≤ 15
13 folículos; JIMENEZ-KRASSEL et al., 2017). Mesmo para os animais *Bos taurus taurus*
14 em que a relação de CFA com a fertilidade parecia estar bem elucidada, ainda há
15 muito o que ser esclarecido. Para isso, são necessários mais estudos envolvendo
16 aspectos da foliculogênese de cada subespécie, epigenética e, sobretudo, é preciso
17 considerar cada biotécnica de forma individual ao elaborar delineamentos
18 experimentais com variáveis mais homogêneas e controladas.

19 2.4 CFA E MÉRITO GENÉTICO

20 A relação entre o mérito genético e a CFA é um assunto pouco
21 estudado. Ainda não está bem esclarecido se o número de folículos antrais pode sofrer
22 influência das características de seleção genética utilizadas em programa de
23 melhoramento. Em rebanhos de corte (taurinos, zebuínos ou cruzas) existem poucos
24 relatos sobre a relação da CFA com as características de mérito genético, sendo
25 apontada uma relação negativa para características morfológicas à desmana em
26 animais Braford (MOROTTI, et al., 2017).

27 Em um estudo realizado com um rebanho leiteiro composto por vacas
28 da raça Holandesa (*Bos taurus taurus*) mostrou que a CFA tem de baixa a moderada
29 herdabilidade. Os dados mostraram uma correlação negativa da CFA com o mérito
30 concentração de gordura no leite e, além disso, observou-se que a gestação durante
31 a lactação gera uma progênie de novilhas com maior CFA (WALSH et al., 2014).

32 Em bovinos, a maioria das características relacionadas à fertilidade

1 se caracteriza por apresentar uma herdabilidade baixa, frequentemente inferior a 0,02
2 (CAMMACK et al., 2009). Isso ocorre porque o desempenho reprodutivo em bovinos
3 sofre influência de diversos fatores, entre eles aqueles ligados ao meio ambiente, às
4 práticas de manejo do rebanho, bem como às diferentes estratégias reprodutivas que
5 podem ser aplicadas na reprodução animal (CAMMACK et al., 2009; WALSH et al.,
6 2011).

7 Mas apesar dos estudos sobre população folicular ovariana, as razões
8 para as diferenças no número de folículos antrais em bovinos e a sua relação com a
9 fertilidade do rebanho e com a eficiência das biotécnicas reprodutivas ainda não são
10 totalmente compreendidas. Várias lacunas relacionadas às particularidades
11 reprodutivas de animais *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus* precisam ser mais
12 bem compreendidas, a fim de permitir ajustes no manejo dos rebanhos e melhorar a
13 eficiência das biotécnicas reprodutivas.

14 2.5 COMPORTAMENTO DE ESTRO

15 Fêmeas *Bos taurus taurus* possuem duração média de estro de 12 a
16 14 horas, enquanto em fêmeas *Bos taurus indicus* o estro tem duração média de 10
17 horas (DISKIN, 2008). Além disso, fêmeas *Bos taurus indicus* apresentam alta
18 porcentagem de estro noturno, o que dificulta a observação dos sinais apresentados
19 pela fêmea (BÓ; BARUSELLI; MARTÍNEZ, 2003).

20 O comportamento estral de fêmeas bovinas pode ser influenciado por
21 fatores ambientais, presença do touro, presença de grupo sexualmente ativo, fatores
22 climáticos e manejo dos animais (GALINA; ORIHUELA; RUBIO, 1996; DISKIN, 2008).
23 Episódios de estresse também podem influenciar nas concentrações sanguíneas de
24 cortisol, alterando a amplitude e frequência de pulsos de hormônios como GnRH e
25 LH, adiando o pico de LH pré-ovulatório do folículo dominante. Conseqüentemente,
26 há uma diminuição da produção estrogênica pelo folículo dominante, diminuindo a
27 expressão de estro e ocorrência normal do processo de ovulação (FORDE et al.,
28 2011).

29 Em estudo recente avaliando a contagem de folículos antrais (CFA)
30 em vacas da raça Brahman, com características que podem influenciar a taxa de
31 concepção, Bomtempo (2019) encontrou relação da baixa CFA ($p = 0,050$) com alta
32 proporção com de manifestação de estro (94,7%) no momento da IATF. Em estudos

1 anteriores Sá Filho et al., (2010), relataram maior taxa de concepção à IATF em vacas
2 *Bos taurus indicus* que manifestaram estro.

3 2.6 NOVAS ABORDAGENS E DESAFIOS RELACIONADOS A CFA

4 Estudos vêm mostrando novas abordagem quanto a relação da CFA
5 com características produtivas como a longevidade reprodutiva das vacas (JIMENEZ-
6 KRASSEL et al., 2017). Por meio dessas associações, existe a possibilidade da CFA
7 ser usada como uma característica fenotípica para a produção comercial de bezerros
8 com alto mérito genético (MOROTTI et al., 2017).

9 Outros dados avaliando CFA com IATF, demonstraram um melhor
10 desempenho reprodutivo de fêmeas *Bos taurus indicus* de baixa CFA (MOROTTI et
11 al., 2018; MORAES et. al., 2019). Embora em *Bos taurus taurus* as fêmeas com alta
12 CFA tiveram menor fertilidade e vida produtiva mais curta, quando comparado com
13 aquelas de baixa CFA (JIMENEZ-KRASSEL et al., 2017), estudos sugeriram que a
14 seleção da CFA não causa impacto no valor genético para a progênie, uma vez que
15 se apresenta como uma característica de baixa a moderada herdabilidade, tanto para
16 bovinos leiteiros (WALSH et al., 2014), como para bovinos de corte (MOROTTI et al.,
17 2017).

18 Esses dados demonstram a necessidade de se esclarecer a relação
19 entre a CFA e a fertilidade, tanto em animais *Bos taurus taurus* quanto em *Bos taurus*
20 *indicus*, principalmente quando consideradas diferentes biotécnicas da reprodução,
21 como IATF, PIVE, TE, entre outras. É interessante considerar que o sucesso dessas
22 biotécnicas também depende das características ovarianas individuais do animal em
23 questão, justamente pela alta variabilidade entre os indivíduos (SILVA-SANTOS et al.,
24 2014b; STOJSIN-CARTER et al., 2016), portanto a fertilidade deve ser estudada
25 individualmente.

26 Um dos maiores desafios encontrados durante o desenvolvimento de
27 pesquisas com CFA é a falta de padronização quanto ao número de folículos antrais
28 determinados dentro de cada grupo (alta, média e baixa) e ainda entre as diferentes
29 subespécies. Essa divergência encontrada na literatura quanto a grande variação na
30 classificação das fêmeas dificulta a comparação de dados dentro de uma mesma
31 categoria, e se torna ainda mais crítico quando se compara a CFA em *Bos taurus*
32 *taurus* e *Bos taurus indicus* (MOROTTI et al., 2015).

1 A fertilidade de fêmeas bovinas sofre influência da população de
2 folículos presentes nos ovários, porém, devido a discrepância nas classificações dos
3 grupos entre os trabalhos publicados se torna ainda mais desafiador o esclarecimento
4 sobre o envolvimento da população folicular nas diferentes espécies, fisiologia, ciclo
5 estral e conseqüentemente taxa de prenhez.

6 Devido aos resultados obtidos pelas vacas *Bos taurus indicus*, na taxa
7 de concepção e eficiência reprodutiva em protocolos de IATF, que pode resultar em
8 multiplicação de animais com menor CFA, torna-se necessário o aprofundamento na
9 investigação da sua relação com mérito genético a fim de elucidar a real importância
10 que de contagem de folículos antrais exerce no melhoramento animal.

11

12

1 3 REFERÊNCIAS

- 2 AERTS, J. M. J.; BOLS, P. E. J. Ovarian follicular dynamics: a review with emphasis
3 on the bovine species. Part II: Antral development, exogenous influence and future
4 prospects. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 45, p. 180-187, 2010.
- 5
- 6 ASBIA. Associação Brasileira de Inseminação Artificial. 2017. Disponível em:
7 <http://www.asbia.org.br/wp-content/uploads/2018/10/INDEX-ASBIA-201>. Acesso
8 em: 09/01/2019.
- 9
- 10 BARUSELLI, P. S.; MUCCIOLO, R. G.; VISINTIN, J. A. Ovarian follicular dynamics
11 during the estrous cycle in buffalo (*Bubalus bubalis*). **Theriogenology**, v. 47, p. 1531-
12 1547, 1997.
- 13
- 14 BARUSELLI, P. S.; GIMENES, L. U.; SALES, J. N. S. Fisiologia reprodutiva de fêmeas
15 taurinas e zebuínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 31, p. 205-211,
16 2007.
- 17
- 18 BARUSELLI, P. S.; SALES, J. N. S.; SALA, R. V.; VIEIRA, L. M.; SÁ FILHO, M. F.
19 History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil.
20 **Animal Reproduction**, v. 9, p. 139-152, 2012.
- 21
- 22 BATISTA, E. O.; MACEDO, G. G.; SALA, R. V.; ORTOLAN, M. D.; SÁ FILHO, M. F.;
23 DEL VALLE, T. A.; JESUS, E. F.; LOPES, R. N.; RENNÓ, F. P.; BARUSELLI, P. S.
24 Plasma antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in
25 *Bos indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. **Reproduction in Domestic**
26 **Animals**, v. 49, n. 3, p.448-452, 2014.
- 27
- 28 BÓ, G. A.; BARUSELLI, P. S.; MARTÍNEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular
29 development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 78, p. 307-326,
30 2003.
- 31
- 32 BURNS, D. S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J. L. H.; KNIGHT, P. G.; IRELAND,
33 J. J. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high

- 1 variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse
2 association with serum follicle stimulating hormone concentrations. **Biology of**
3 **Reproduction**, v. 73, p. 54–62, 2005.
- 4
- 5 CAETANO; CAETANO, Jr. Métodos de detecção de estro e falhas relacionadas.
6 **PubVet**, v. 9, p. 381-393, 2015.
- 7
- 8 CAMMACK, K. M.; THOMAS, M. G.; ENNS, R. M. Review: Reproductive traits and
9 their heritabilities in beef cattle. **The Professional Animal Scientist**, v. 25, p. 517-
10 528, 2009.
- 11
- 12 CATE, R. L.; MATTALIANO, R. J.; HESSION, C.; TIZARD, R.; FARBER, N. M.;
13 CHEUNG, A.; NINFA, E. G.; FREY, A. Z.; GASH, D. J.; CHOW, E. P.; FISHER, R. A.;
14 BERTONIS, J. M.; TORRES, G.; WALLNER, B. P.; RAMACHANDRAN, K. L.; RAGIN,
15 R. C.; MANGANARO, T. F.; MACLAUGHLIN, D. T.; DONAHOE, P. K. Isolation of the
16 bovine and human genes for müllerian inhibiting substance and expression of the
17 human gene in animal cells. **Cell**, v. 45, p. 685-698, 1986.
- 18
- 19 DIAS, F. M. G. N. **Efeito da condição corporal, razão peso/altura e peso vivo sobre**
20 **o desempenho reprodutivo pós-parto de vacas de corte zebuínas**. 100p.
21 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal
22 de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1991.
- 23 DISKIN, M. G. Heat watch: a telemetric system for heat detection in cattle. **Veterinary**
24 **Quarterly**, v. 30, p. 37-48, 2008.
- 25
- 26 DURLINGER, A. L.; KRAMER, P.; KARELS, B.; DE JONG, F. H.; UILENBROEK, J.
27 T.; GROOTEGOED, J. A.; THEMME, A. P. Control of primordial follicle recruitment
28 by anti-Müllerian hormone in the mouse ovary. **Endocrinology**, v. 12, p. 5789-5796,
29 1999.
- 30
- 31 ERICKSON, B. H. Development and senescence of the postnatal bovine ovary.
32 **Journal Animal Science**, v. 25, p. 800-805, 1966.
- 33

- 1 EVANS, A. C. O.; MOSSA, F.; WALSH, S. W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL,
2 F.; IRELAND, J. L. H.; SMITH, G. W.; IRELAND, J. J. Effects of maternal environment
3 during gestation on ovarian folliculogenesis and consequences for fertility in bovine
4 offspring. **Reproduction Domestic Animals**, v. 47, p. 31-37, 2012.
- 5
- 6 FARIA, C. U.; MAGNABOSCO, C. U.; ALBUQUERQUE, L. G.; REYES, A.;
7 BEZERRA, L. A. F.; LOBO, R. B. Análise bayesiana na estimação de correlações
8 genéticas entre escores visuais e características reprodutivas de bovinos Nelore
9 utilizando modelos linear-limiar. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e**
10 **Zootecnia**, v. 61, p. 949-958, 2009.
- 11
- 12 FIGUEIREDO, R. A.; BARROS, C. M.; PINHEIRO, O. L.; SOLE, J. M. P. Ovarian
13 follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. **Theriogenology**, v. 47, p.
14 1489–1505, 1997.
- 15
- 16 FORDE, N.; BELTMAN, M. E.; LONERGAN, P.; DISKIN, M.; ROCHE, J. F.; CROWE,
17 M. A. Oestrous cycles in *Bos taurus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 124, p.
18 163-169, 2011.
- 19
- 20 FORNI, S.; FEDERICI, J. F.; ALBUQUERQUE, L. G. Tendências genéticas para
21 escores visuais de conformação, precocidade e musculatura à desmama de bovinos
22 Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 572-577, 2007.
- 23
- 24 GALINA, C. S.; ORIHUELA, A.; RUBIO, I. Behavioural trends affecting oestrus
25 detection in Zebu cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 42, p. 465-470, 1996.
- 26
- 27 GANDOLFI, F.; MILANESI, E.; POCAR, P.; LUCIANO, A. M.; BREVINI, T. A.;
28 ACOCELLA, F.; LAURIA, A.; ARMSTRONG, D. T. Comparative analysis of calf and
29 cow oocytes during *in vitro* maturation. **Molecular Reproduction Development**, p.
30 168-175, 1998.
- 31
- 32 GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian
33 events in cattle during oestrous cycles with two or three follicular waves. **Journal of**
34 **Reproduction and Fertility**, v. 87, p. 223-230, 1989.

- 1
2 GINTHER, O. J.; WILTBANK, M. C.; FRICKE, P. M. Selection of the dominant follicle
3 in cattle. **Biology of Reproduction**, v. 55, p. 1187-1194, 1996.
4
- 5 HANSEN, P. J.: Current and future assisted reproductive technologies for mammalian
6 farm animals, in: Current and Future Reproductive Technologies and World Food
7 Production, edited by: Lamb, G. C. and DiLorenzo, N., Springer, New York, 1–22,
8 2014.
9
- 10 HEHENKAMP, W. J. K.; LOOMAN, C. W. N.; THEMME, A. P. N.; DE JONG, F. H.;
11 TE VELDE, E. R.; BROEKMANS, F. J. M. Anti – mullerian hormone levels in the
12 spontaneous menstrual cycle do not show substantial fluctuation. **The Journal Of**
13 **Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 91, p. 4057-4063, 2006.
14
- 15 HUNTER, J. An experiment to determine the effect of extirpating one ovarium upon
16 the number of young produced. **Philosophical Transactions Of The Royal Society**,
17 v. 77, p. 233-239, 1788.
18
- 19 IRELAND, J. J.; WARD, F.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J. L. H.; SMITH, G.
20 W.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O. Follicle numbers are highly repeatable within
21 individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the
22 proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. **Human**
23 **Reproduction**, v. 22, p. 1687-1695, 2007.
24
- 25 IRELAND, J. J.; ZIELAK, A. E.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.;
26 BETTEGOWDA, A.; SCHEETZ, D.; WALSH, S.; MOSSA, F.; KNIGHT, P. G.; SMITH,
27 G. W.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O. Variation in the ovarian reserve is linked to
28 alterations in intrafollicular oestradiol production and ovarian biomarkers of follicular
29 differentiation and oocyte quality in cattle. **Biology And Reproduction**, v. 80, p. 954-
30 964, 2009.
31
- 32 IRELAND, J. J.; SMITH, G. W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.
33 K.; IRELAND, J. L. H.; MOSSA, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O. Does size matter
34 in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on

- 1 ovarian function and fertility, utility of anti-müllerian hormone as a diagnostic marker
2 for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction,**
3 **Fertility and Development**, v. 23, p. 1-14, 2011.
- 4
- 5 IRELAND, J. L. H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSE, F.; THEMEN, A. P. N.;
6 WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G. W.; PEREZ, G. I.; EVANS, A. C. O.; IRELAND,
7 J. J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes
8 and follicles in ovaries of young adult cattle. **Biology of Reproduction**, v. 79, p. 1219-
9 1225, 2008.
- 10
- 11 JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J. K.; IRELAND, J. L. H.; SMITH, G. W.; HOU, X.;
12 DAVIS, J. S.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C. O.; IRELAND, J. J. Evidence that high
13 variation in ovarian reserves of healthy young adults has a negative impact on the
14 corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. **Biology of**
15 **Reproduction**, v. 80, p. 1272-1281, 2009.
- 16
- 17 JIMENEZ-KRASSEL, F.; SCHEETZ, D.M.; NEUDER, L.M.; PURSLEY, J.R.;
18 IRELAND, J.J. A single ultrasound determination of ≥ 25 follicles ≥ 3 mm in diameter in
19 dairy heifers is predictive of a reduced productive herd life. **Journal of Dairy Science**,
20 v. 100, p. 5019-5027, 2017.
- 21
- 22 LONERGAN, P.; MONAGHAN, P.; RIZOS, D.; BOLAND, M. P.; GORDON, I. Effect of
23 follicle size on bovine oocyte quality and development competence following
24 maturation, fertilization and culture *in vitro*. **Molecular Reproduction And**
25 **Development**, v. 37, p. 48-53, 1994.
- 26
- 27 MARTINEZ, M. F.; SANDERSON, N.; QUIRKE, L. D.; LAWRENCE, S. B.; JUENGEL,
28 J. L. Association between antral follicle count and reproductive measures in New
29 Zealand lactating dairy cows maintained in a pasturebased production system.
30 **Theriogenology**, v. 85, p. 466-475, 2016.
- 31
- 32 MELLO, R. R. C.; FERREIRA, J. E.; MELLO, M. R. B.; PALHANO, H. B. Aspectos da
33 dinâmica folicular em bovinos. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.
34 10, p. 01-06, 2014.

- 1
2 MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O. G.; PERES, R. F. G.; LAMB, G. C.;
3 VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and
4 progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols.
5 **Theriogenology**, v. 72, p.179- 189, 2009.
6
7 MORAES, F.L.Z.; MOROTTI, F.; BORTOLIERO, C.C.; LUNARDELLI, P.A.; SENEDA,
8 M. M. Relationships between antral follicle count, body condition, and pregnancy rates
9 after timed-AI in *Bos indicus* cattle. **Theriogenology**, v. 136, p. 10–14, 2019
10
11 MOROTTI, F.; SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; MORITZ, Y.;
12 MARCANTONIO, T. N.; SENEDA, M. M. Follicular dynamics in Nelore females (*Bos*
13 *indicus*) with high or low numbers of antral follicles. **Animal Reproduction**, v. 11, p.
14 352, 2014. Abstract.
15
16 MOROTTI, F.; BARREIROS, T. R. R.; MACHADO, F. Z.; GONZÁLEZ, S. M.;
17 MARINHO, L. S. R.; SENEDA, M. M. Is the number of antral follicles an interesting
18 selection criterium for fertility in cattle? **Animal Reproduction**, v. 12, p. 479-486, 2015.
19
20 MOROTTI, F.; SANTOS, G. M. G.; JÚNIOR, C. K.; SILVA-SANTOS, K. C.; ROSO, V.
21 M.; SENEDA, M. M. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle
22 population in beef heifers. **Theriogenology**, v. 91, p. 21–26, 2017.
23
24 MOROTTI, F.; MORETTI, R.; SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.;
25 CERQUEIRA, P. H. R.; SENEDA, M. M. Ovarian follicular dynamics and conception
26 rate in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjected to timed artificial
27 insemination. **Animal Reproduction Science**, v. 188, p. 170-177, 2018.
28
29 MOSSA, F.; KENNY, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; SMITH, G. W.; BERRY, D.;
30 BUTLER, S.; FAIR, T.; LONERGAN, P.; IRELAND, J. J.; EVANS, A. C. O.
31 Undernutrition of Heifers during the First Trimester of Pregnancy Diminishes Size of
32 the Ovarian Reserve in Female Offspring. **42nd Annual Meeting of the Society for**
33 **Study of Reproduction**, v.135, p.77. 2009. (Abstract).
34

- 1 MOSSA, F.; WALSH, S. W.; BUTLER, S. T.; BERRY, D. P.; CARTER, F.; LONERGAN,
2 P.; SMITH, G. W.; IRELAND, J. J.; EVANS, A. C. O. Low numbers of ovarian follicles
3 ≥ 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. **Journal of Dairy**
4 **Science**, v. 95, p. 2355-2361, 2012.
- 5
- 6 PAVLOK, A.; LUCAS-HAHN, A.; NIEMANN, H. Fertilization and developmental
7 competence of bovine oocytes derived from different categories of antral follicles.
8 **Molecular Reproduction and Development**, v. 31, p. 63-67, 1992.
- 9
- 10 PFEIFER, L.F.M.; LEAL, S.C.B.S.; SCHNEIDER, A.; SCHIMITT, E.; CORRÊA, M.N.
11 Effect of the ovulatory follicle diameter and progesterone concentration on the
12 pregnancy rate of fixed-time inseminated lactating beef cows. **Revista Brasileira de**
13 **Zootecnia**, v. 41, p. 1004-1008, 2012.
- 14 PINHEIRO, V. G.; ERENO, R. L.; RAZZA, E. M.; BARROS, C. M.; NOGUEIRA, M. F.
15 Is the low number of ovarian antral follicles ≥ 3 mm in diameter associated with low
16 fertility in lactating nelore cows? Reproduction, **Fertility and Development**, v. 27, n.
17 1, p. 99-100, 2014 (Abstract).
- 18
- 19 PONTES, J. H. F.; MELO-STERZA, F. A.; BASSO, A. C.; FERREIRA, C. R.;
20 SANCHES, B. V.; RUBIN K. C. P.; SENEDA, M. M. Ovum pick up, in vitro embryo
21 production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore
22 cattle (*Bos indicus*) donors. **Theriogenology**, v. 75, p. 1640-1646, 2011.
- 23
- 24 RODRIGUES, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; LOIOLA, M. V. G.; ANDRADE, B. H. A.;
25 FERRAZ, P. A.; AYRES, M. C. C.; BITTENCOURT, R. F.; CHALHOUB, M.; FILHO, A.
26 L. R. Fertilidade de fêmeas Nelore após inseminação artificial em tempo fixo conforme
27 a contagem de folículos antrais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 7, p.
28 801-804, 2013.
- 29
- 30 RODRIGUES, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; LOIOLA, M. V. G.; FERRAZ, P. A.;
31 CHALHOUB, M.; BITTENCOURT, R. F.; DE LISBOA RIBEIRO FILHO, A. Contagem
32 de folículos antrais em fêmeas Nelore submetidas a inseminação artificial em tempo
33 fixo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v. 45, p. 711-717, 2015.

- 1
2 ROSA, C. O.; MARINHO, L. S. R.; ROSA, P. R. A.; CESARO, M. P.; LUNARDELLI, P.
3 A.; SILVA-SANTOS, K.C.; BASSO, A. C.; BORDIGNON, V.; SENEDA, M. M.
4 Molecular characteristics of granulosa and cumulus cells and oocyte competence in
5 Nelore cows with low and high numbers of antral follicles. **Reproduction in Domestic**
6 **Animals**, v. 53, p. 921-929, 2018.
- 7
8 SÁ FILHO, M.F.; CRESPILO, A.M.; SANTOS, J.E.; PERRY, G.A.; BARUSELLI, P.S.
9 Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence
10 likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone
11 or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. **Animal Reproduction**
12 **Science**, v. 120, p. 23-30, 2010.
- 13
14 SANTOS, S. A.; RENNÓ, F. P.; ALVES, N. G.; TORRES, C. A. A.; PEREIRA, J. C.;
15 ARAÚJO, C. V. Condição corporal ao parto e produção de leite sobre o desempenho
16 reprodutivo de vacas holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Saúde e**
17 **Produção Animal**, v. 11, p. 919-931, 2010.
- 18
19 SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; SILOTO, L.S.; MOROTTI, F.;
20 MARCANTONIO, T. N.; MARINHO, L. S. R.; THASMO, R. L. O.; KOETZ, J. R. C.;
21 CINTRA, D. M. L.; SENEDA, M. M. Dinâmica folicular em fêmeas bovinas de alta,
22 média e baixa contagem de folículos antrais: resultados preliminares. **Acta Scientiae**
23 **Veterinariae**, v. 40, p. 422, 2012, (abstract).
- 24
25 SANTOS, G. M. G.; SILVA-SANTOS, K. C.; BARREIROS, T. R. R.; MOROTTI, F.;
26 SANCHES, B. V.; MORAES, F. L. Z.; BLASCHI, W.; SENEDA, M. M. High numbers of
27 antral follicles influence the in vitro embryo production, but not the conception rate of
28 fixed-time artificial insemination in nelore cattle. **Reproduction, Fertility and**
29 **Development**, v. 27, p. 206, 2014.
- 30
31 SARTORI, R.; HAUGHIAN, J. M.; SHAVER, R. D.; ROSA, G. J.; WILTBANK, M. C.
32 Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein
33 heifers and lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 905- 920, 2004.
- 34

- 1 SARTORI, R.; PURSLEY, J. R. ; WILTBANK, M. C. **Estrous cycle of heifers and**
2 **lactating dairy cows: Ovarian and hormonal dynamics and estrous cycle**
3 **abnormalities.** Large Dairy Herd Management 3ed. American Dairy Science
4 Association, 2017. CD ROOM.
5
- 6 SILVA-SANTOS, K. C.; SILOTO, L. S.; SANTOS, G. M. C.; MOROTTI, F.;
7 MARCANTONIO, T. N.; SENEDA, M. M. Comparison of antral and pre-antral ovarian
8 follicle populations between *Bos indicus* and *Bos indicus-taurus* cows with high or low
9 antral follicles counts. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 49, p. 48-51, 2014a.
10
- 11 SILVA-SANTOS, K. C.; SANTOS, G. M. G.; KOETZ JÚNIOR, C.; MOROTTI, F.;
12 SILOTO, L. S.; MARCANTONIO, T. N.; URBANO, M. R.; OLIVEIRA, R. L.; LIMA, D.
13 C. M.; SENEDA, M. M. Antral follicle populations and embryo production - in vitro and
14 in vivo - of *Bos indicus-taurus* donors from weaning to yearling ages. **Reproduction**
15 **in Domestic Animals**, v. 49, p. 228-232, 2014b.
16
- 17 STOJSIN-CARTER, A.; MAHBOUBI, K.; COSTA, N. N.; GILLIS, D. J.; CARTER, T. F.;
18 NEAL, M. S.; MIRANDA, M. S.; OHASHI, O. M.; FAVETTA, L. A.; KING, W. A.
19 Systemic and local anti-Müllerian hormone reflects differences in the reproduction
20 potential of Zebu and European type cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 167.
21 p. 51-58, 2016.
22
- 23 WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor
24 fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, p.
25 127-138, 2011.
26
- 27 WALSH, S. W.; MOSSA, F.; BUTLER, S. T.; BERRY, D. P.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-
28 KRASSEL, F.; TEMPELMAN, R. J.; CARTER, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A. C.;
29 IRELAND, J. J. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy on
30 antral follicle count in cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 4503-4511, 2014.
31
- 32 WEENEN, C.; LANVEN, J. S. E.; VON BERGH, A. R. M.; CRANFIELD, M.; GROOME,
33 N. P.; VISSER, J. A.; KRAMER, P.; FAUSER, B. C. J. M.; THEMME, A. P. N. Anti-
34 Müllerian hormone expression pattern in the human ovary: Potential implications for

- 1 initial and cyclic follicle recruitment. **Molecular Human Reproduction**, v. 10, p. 77-83,
2 2004.
- 3
- 4 WILTBANK, M. C.; GUMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification of
5 anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology**, v. 57, p. 21-52, 2002.
- 6
- 7 WISE, T. Biochemical analysis of bovine follicular fluid: albumin, total protein,
8 lysosomal enzymes, ions, steroids and ascorbic acid content in relation to follicular
9 size, rank, atresia classification and day of estrous cycle. **Journal Animal Science**, v.
10 64, p. 1153-1159, 1987.
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34

1 4 HIPÓTESES

2

3 • Vacas *Bos taurus indicus* com baixa contagem de folículos antrais
4 apresentam maior taxa de manifestação de cio e concepção quando
5 submetidas à protocolo de inseminação artificial em tempo fixo;

6

7 • A alta contagem de folículos antrais em vacas *Bos taurus indicus* está
8 relacionada à filhas de maior mérito genético e à filhas com maior
9 população de folículos antrais.

1 5 OBJETIVOS

2 5.1 OBJETIVO GERAL

3

4 Avaliar a relação da contagem de folículos antrais de fêmeas bovinas
5 destinadas à inseminação artificial em tempo fixo com a manifestação de
6 cio, taxa de concepção e avaliação genética da sua prole.

7

8 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

9

10 Avaliar a relação da contagem de folículos antrais com a taxa de
11 manifestação de cio e taxa de concepção de fêmeas *Bos taurus indicus*
12 destinadas à inseminação artificial em tempo fixo.

13

14 Avaliar se há correlação da CFA das vacas *Bos taurus indicus*
15 com as características fenotípicas e genotípicas de sua prole.

16

17

1 6 ARTIGOS PARA PUBLICAÇÃO

2 ARTIGO A

3 Relação da contagem de folículos antrais com a manifestação de cio e taxa de
4 concepção de vacas Nelore submetidas à IATF.

5 Relationship of antral follicle count to estrus manifestation and conception rate of
6 Nelore cows submitted to TAI.

7

8 Resumo

9 O objetivo deste estudo foi avaliar a relação da contagem de folículos antrais
10 (CFA) com a manifestação de estro e a taxa de concepção de vacas *Bos taurus*
11 *indicus* submetidas a programa convencional de IATF. Num período inferior a 40 dias
12 de pós-parto, em um dia denominado (D0), 450 vacas Nelore multíparas, foram
13 avaliadas por ultrassonografia para determinar a CFA e classificá-las em grupos de
14 baixa (≤ 15 folículos; $n= 150$), intermediária (≥ 19 e ≤ 26 folículos; $n= 150$) ou alta (\geq
15 30 folículos; $n= 150$) contagem. No dia D0 as vacas receberam um dispositivo
16 intravaginal contendo 1,2 g de progesterona associado à aplicação de 2,0 mg de
17 benzoato de estradiol por via IM. Após 8 dias (D8), os dispositivos de P4 foram
18 removidos e administrados 450 μ g de cloprostenol sódico, 300 UI de gonadotrofina
19 coriônica equina e 1,0 mg de cipionato de estradiol administrados por via IM. Após 48
20 horas (D10) foi realizada a avaliação da manifestação de estro juntamente com a
21 inseminação artificial (IA). Trinta dias após a IA procedeu-se o diagnóstico de
22 gestação por ultrassonografia. Os dados foram analisados por modelo linear
23 generalizado (GLM) e por modelo de regressão logística binária ($p < 0.05$). A classe
24 de baixa CFA apresentou maior ($p < 0.05$) taxa de concepção (69,3%) que a
25 intermediária (60%) e a alta (56,7%), bem como as vacas que manifestaram cio
26 (67,3%) em comparação com aquelas que manifestaram cio parcial (58,2%) ou
27 aquelas que não manifestaram cio (45,4%). A taxa de concepção foi influenciada pela
28 CFA ($p=0,04$) e pelo cio ($p=0,006$), mas não houve efeito da interação entre CFA e cio
29 ($p=0,511$). No presente estudo tanto a CFA quanto a manifestação de cio
30 determinaram maior taxa de concepção à IATF.

31

32 Palavras chave: bovinos, contagem de folículos antrais, estro, sincronização, taxa de
33 concepção.

1 Abstract

2

3 The aim of this study was to evaluate the influence of antral follicular count (AFC) in
4 estrus manifestation and conception rate in *Bos taurus indicus* cows submitted to a
5 Timed Artificial Insemination (TAI) protocol. In less than 40 days of postpartum, in a
6 day named (D0), 450 multiparous Nelore cows were evaluated by transrectal
7 ultrasound to determine the antral follicle count and to classify them into 3 groups: low
8 (≤ 15 follicles; $n = 150$), intermediate (≥ 19 and ≤ 26 follicles; $n = 150$) or high (≥ 30
9 follicles; $n = 150$) AFC. On day D0 the cows received an intravaginal device containing
10 1.2 g of progesterone (P4) and 2.0 mg of estradiol benzoate (EB) intramuscularly (IM).
11 After 8 days (D8), the device was removed and 450 μg of sodium cloprostenol
12 ($\text{PGF}_{2\alpha}$), 300 IU of equine chorionic gonadotrophin (eCG) and 1.0 mg estradiol
13 cypionate (EC) were administered IM. After 48 hours (D10), estrus manifestation was
14 evaluated along with artificial insemination (AI). Thirty days after AI, pregnancy was
15 diagnosed by ultrasound. Data were analyzed using generalized linear model (GLM)
16 and binary logistic regression. The low AFC group had a higher conception rate
17 (69.3%) than the intermediate (60%) and the high (56.7%) groups, as well as cows that
18 showed estrus had a higher conception rate (67.3%) compared to cows that had
19 moderate (58.2%) or absent (45.4%) estrus manifestation. The conception rate was
20 influenced by AFC ($p = 0.04$) and estrus ($p = 0.006$), but there was no effect of the
21 interaction between AFC and estrus ($p = 0.511$). In the present study, the AFC and the
22 estrus manifestation determined a higher conception rate for the TAI.

23

24

25 Keywords: antral follicle count, cattle, conception rate, estrus, synchronization.

26

27

28

29

30

31

32

33

34

1 1. Introdução

2

3 A contagem de folículos antrais (CFA) tem apresentado uma considerável
4 importância nos estudos sobre fertilidade em bovinos. Muitos trabalhos relacionam
5 particularidades fisiológicas e produtivas influenciadas pela CFA que podem impactar
6 diretamente nas biotécnicas reprodutivas tais como inseminação artificial (IA),
7 inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e produção de embriões *in vivo* e *in vitro*
8 (PONTES et al., 2009; 2011; MOROTTI et al., 2018; MORAES et al., 2019). Por estar
9 relacionada à fertilidade e à capacidade de resposta às biotécnicas reprodutivas,
10 contribuindo para o melhoramento genético animal, a CFA tem sido foco de diversos
11 estudos nos últimos anos (BURNS et al., 2005; BARUSELLI et al., 2012; SANTOS et
12 al., 2016, MOROTTI et al., 2017).

13 A contagem folicular antral apresenta uma alta repetibilidade no indivíduo,
14 mesmo se avaliada diferentes dias e em consecutivos ciclos estrais, porém apresenta
15 uma alta variabilidade na espécie bovina (BURNS et al., 2005; IRELAND et al., 2007).
16 Dessa forma a avaliação da CFA pode ser um recurso estratégico para classificar as
17 vacas em grupos de baixa, intermediária e alta CFA, podendo ser realizada com
18 apenas um único exame ultrassonográfico durante o ciclo estral (BURNS et al., 2005;
19 IRELAND et al., 2007; SILVA-SANTOS et al., 2014).

20 Inicialmente a baixa CFA apresentada nas fêmeas *Bos taurus taurus* de aptidão
21 leiteira, foi relacionada às características de baixa fertilidade, tais como: menor
22 capacidade para produção de embriões *in vitro* e menor resposta ao tratamento
23 superovulatório (SOV) para produção de embriões *in vivo*, bem como menor produção
24 de embriões viáveis (SINGH J et al., 2005; IRELAND et al., 2007). Também foi
25 atribuída à baixa CFA uma menor probabilidade de prenhez ao final da estação
26 reprodutiva (MOSSA et al., 2012), baixas concentrações de progesterona e hormônio
27 anti-Mülleriano (AMH) circulantes (EVANS et al., 20012; JIMENEZ-KRASSEL et al.,
28 2015), menor espessura endometrial (JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009) e ovários
29 pequenos (IRELAND et al., 2008).

30 Estudos realizados em animais *Bos taurus indicus* e mestiços *Bos taurus taurus*
31 *x Bos taurus indicus*, evidenciaram uma maior e mais eficiente produção de embriões
32 nas vacas de alta CFA (SILVA-SANTOS et al., 2014; SANTOS et al., 2016). No
33 entanto, as primeiras pesquisas que avaliaram CFA e taxa de concepção à IATF em
34 vacas Nelore, não evidenciaram relação entre a fertilidade e a população de folículos

1 antrais (RODRIGUES et al., 2015; MORAES, 2016; SANTOS et al., 2016). Estudos
2 mais recentes apontaram resultados controversos aos apresentados em *Bos taurus*
3 *taurus*, evidenciando que as vacas *Bos taurus indicus* classificadas como de baixa
4 CFA tiveram maior prenhez em protocolos de IATF (MOROTTI et al., 2018; MORAES
5 et. al., 2019), indicando que essa subespécie pode não seguir o mesmo padrão de
6 comportamento das fêmeas taurinas.

7 Em resposta ao tratamento hormonal realizado na IATF, as vacas Nelore que
8 manifestam cio apresentam maior taxa de prenhez quando comparadas àquelas que
9 não manifestam (BÓ et al., 2018), além de apresentarem um maior folículo dominante
10 e alta capacidade de ovulação (SÁ FILHO, et al., 2010; PFEIFER, et al., 2012). Em
11 *Bos taurus indicus*, a presença de um maior folículo ovulatório no momento da IA
12 aumenta a probabilidade de gestação (MENEHETTI et al., 2009; PFEIFER et al.,
13 2015).

14 Existem diferenças na fisiologia e na dinâmica folicular entre as subespécies
15 bovinas sob influência da população folicular ovariana (MOROTTI et al., 2017). Nosso
16 estudo testou a hipótese de que vacas Nelore podem apresentar um uma relação
17 positiva entre a baixa poluição de folículos antrais e a manifestação de cio, bem como
18 melhores resultados de prenhez em resposta ao tratamento hormonal nos protocolos
19 de IATF. O objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da contagem de folículos
20 antrais na manifestação de cio e na taxa de concepção de fêmeas bovinas da raça
21 Nelore submetidas à IATF.

22

23 2. Material e métodos

24

25 2.1. Localização e animais

26

27 O estudo foi conduzido nos meses de setembro de 2017 a janeiro de 2018, em
28 duas propriedades rurais criadoras de gado *Bos taurus indicus*. Uma fazenda
29 localizada no município de Bocaina, no estado de São Paulo, com latitude: 22° 08 '10"
30 S e longitude: 48° 31' 07" W, altitude de 580 metros, clima quente e temperado com
31 temperatura média é 20.1 °C e 1290 mm de pluviosidade média anual; a outra
32 propriedade em Bataguassu, estado de Mato Grosso do Sul, com latitude: 21° 42' 51"
33 S e longitude: 52° 25' 20 " W, altitude de 325 metros, clima tropical de estações úmida

1 e seca, com temperatura média de 22.1 °C e 1200 a 1400 mm de pluviosidade média
2 anual.

3 Foram utilizadas 310 vacas provenientes da primeira fazenda e 160 vacas da
4 segunda propriedade. Todas as fêmeas zebuínas com idade variando de 36 e 96
5 meses, recém-paridas (com menos de 40 dias pós-parto), criadas em regime de
6 pastagem (*Brachiaria brizantha*) e com fornecimento de sal mineral *ad libitum*, escore
7 de condição corporal (ECC) variando de 2,0 a 4,25 (escala 1- 5; Lowman; Scott;
8 Somerville, 1976).

9 Todos os animais foram submetidos à IATF e destinados a um protocolo padrão
10 de sincronização da ovulação iniciado em um dia aleatório do ciclo estral denominado
11 D0. No mesmo D0 foi avaliado o escore de condição corporal (ECC) e realizada a CFA
12 de todas as fêmeas bovinas.

13

14 2.2. Delineamento experimental e contagem de folículos antrais

15

16 Vacas *Bos taurus indicus*, na condição de recém-paridas, durante o período de
17 estação de monta, foram submetidas à inseminação artificial em tempo fixo com o
18 mesmo protocolo de sincronização da ovulação. A CFA de cada animal foi
19 determinada no momento inicial do protocolo de IATF (D0), através de avaliação
20 ultrassonográfica utilizando transdutor linear transretal de 5 MHz (Aloka SSD-500,
21 Aloka Co. Ltda., Tóquio, Japan). Foram avaliados ambos os ovários e o número total
22 de folículos antrais (≥ 3 mm de diâmetro) evidenciados somaram o total das estruturas
23 por par de ovários como descrito por Burns et. al., (2005) e Ireland et al., (2008).

24 Com a finalidade de padronizar a contagem dos folículos, cada face do ovário
25 foi analisada a partir da extremidade para o pedículo, objetivando identificar com maior
26 precisão o número de folículos antrais presente em cada gônada. De acordo com a
27 sua população folicular ovariana as vacas foram divididas para efeito de análise em
28 grupos de alta, intermediária e baixa contagem de folículos antrais.

29

30 2.4. Escore de condição corporal

31

32 A determinação do ECC foi realizada, pelo mesmo avaliador, considerando a
33 escala visual e tátil no D0. A escala de avaliação, de 1 a 5 (1 – caquético e 5 – obeso),
34 foi baseada segundo a metodologia de Lowman, Scott e Somerville (1976),

1 considerando as reservas teciduais, com ênfase na cobertura de gordura e músculos,
 2 associados a regiões anatômicas específicas como costelas, base da cauda, osso
 3 sacro processos espinhosos e transversos da coluna vertebral, vértebras lombares,
 4 tuberosidade ilíaca e fossa paralombar.

5

6 2.5. Protocolo hormonal

7

8 O início do protocolo (Figura 1) foi estabelecido em dias aleatórios do ciclo
 9 estral (D0) com a inserção de dispositivo intravaginal contendo 1,2 g de progesterona
 10 (P4, FertilCare®1200, Vallée, Brasil), associado à aplicação de 2,0 mg de benzoato
 11 de estradiol (BE; RIQ-BE®, Agener União, Brasil) via intramuscular (IM). Após 8 dias
 12 (D8), foram removidos os dispositivos de P4, seguido da administração de 450 µg de
 13 cloprostenol sódico (PGF_{2α}; Estron®, Agener União, Brasil), 300 UI de gonadotrofina
 14 coriônica equina (eCG; Folligon®, MSD Saúde Animal, São Paulo, Brasil) e 1,0 mg de
 15 cipionato de estradiol (CE; Fertilcare® Ovulação, Vallée, São Paulo, Brasil), todos por
 16 via IM. Após 48 horas (D10) foi realizada a IATF.

17 Figura 1. Representação esquemática do protocolo de sincronização da ovulação e
 18 avaliação de estro utilizado em fêmeas bovinas zebuínas.

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

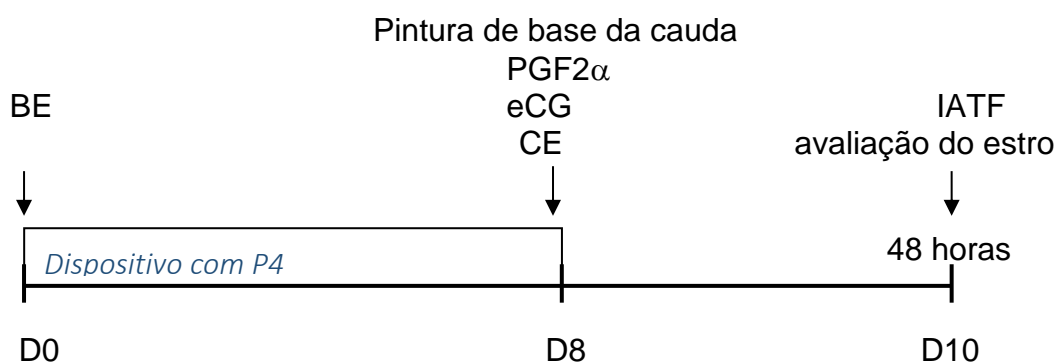
29

30

31

32

33



28 A inseminação artificial foi efetuada 48 horas após a remoção do dispositivo
 29 intravaginal de P4, utilizando sêmen criopreservado proveniente de centrais de
 30 produção e comercialização de sêmen que seguem os critérios de qualidade
 31 estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).

32 Todas as inseminações foram realizadas pelo mesmo profissional. Para o
 33 descongelamento do sêmen foi utilizado um descongelador que mantém a

1 temperatura estável (Descongelador de Sêmen e Embriões – WTA®, WTA,
2 Cravinhos, SP, Brasil), regulado a 36°C, por 20 segundos.

3

4 *2.6. Avaliação de manifestação de estro*

5

6 No oitavo dia do protocolo de IATF (D8), as vacas foram marcadas com uma
7 pintura removível na região sacrococcígea utilizando um bastão vermelho (All-
8 Weather®, Paint Stick, EUA) com a finalidade de identificar as vacas que
9 manifestaram estro até o momento da inseminação artificial (D10). O mesmo
10 profissional realizou a avaliação da manifestação do cio a partir das características de
11 remoção ou não da tinta na base da cauda das vacas (Nogueira et al., 2019). Foram
12 consideradas em cio aquelas que tiveram a tinta da base da cauda completamente
13 removida até o momento da IATF; cio com pouca expressão aquelas que tiveram a
14 tinta removida parcialmente; e ausência de cio, aquelas vacas que permaneceram
15 com a pintura intacta no momento da IATF.

16

17 *2.7. Diagnóstico de gestação*

18

19 Para a realização do diagnóstico da gestação, as vacas foram submetidas à
20 ultrassonografia transretal 30 dias após a realização da inseminação artificial e a
21 gestação foi confirmada pela visualização de feto viável, com presença de batimento
22 cardíaco. Para o cálculo da taxa de concepção foi utilizada o total de vacas gestantes
23 pelo número de vacas inseminadas.

24

25 *2.8. Análise estatística*

26

27 Para análise dos dados, o primeiro quartil (Q1 = 15 folículos), o segundo quartil
28 / mediana (Q2 = 20 folículos) e o terceiro quartil (Q3 = 30 folículos) foram extraídos da
29 população de folículos antrais de 470 vacas. Posteriormente, os grupos de CFA foram
30 definidos em baixa (Q1 ≤ 15 folículos), intermediária (vacas com CFA ≥ 19 e ≤ 26
31 folículos) ou alta contagem (Q3 ≥ 30 folículos). Animais com CFA na interface dos
32 referidos grupos (16, 17, 18, 27, 28 e 29 folículos antrais) foram excluídos da análise
33 estatística a fim de melhor categorizar os grupos, resultando em 450 vacas.

1 O número de folículos antrais foi analisado por modelo linear generalizado
2 (GLM), incluindo o efeito principal do grupo de CFA e a fazenda como efeitos fixos.
3 Os animais e o ECC foram inclusos como covariáveis do modelo. Na ocorrência de
4 significância, como teste de média post-hoc foi empregado o teste de Tukey. A taxa
5 de concepção à IATF foi analisada por um modelo de regressão logística binária,
6 incluindo o efeito principal dos grupos de CFA, dos grupos de manifestação de cio e
7 da fazenda como variáveis fixas. Os animais e ECC foram inclusas como covariáveis
8 contínuas do modelo. Na presença de um efeito significativo, as taxas foram
9 comparadas pelo teste de Qui-quadrado para o ranking das categorias.

10 Para análise descritiva, os dados quantitativos estão apresentados como média
11 (M) e erro padrão (SE) e os dados qualitativos como porcentagem. Todas as análises
12 estatísticas foram realizadas no programa estatístico Minitab®, versão 18.1. Adotou-
13 se um nível de significância de 5% para indicar um efeito das variáveis categóricas e
14 suas interações.

15

16 3. Resultados

17

18 A taxa de concepção foi influenciada pela CFA ($p=0,04$) e pela manifestação
19 de cio ($p=0,008$) conforme demonstrado na Tabela 1. Contudo, não houve efeito da
20 interação entre CFA e cio ($p=0,511$). A frequência de distribuição da CFA observada
21 no presente estudo está demonstrada na Figura 2, assim como a distribuição da CFA
22 em função das gestações com 30 dias, Figura 3.

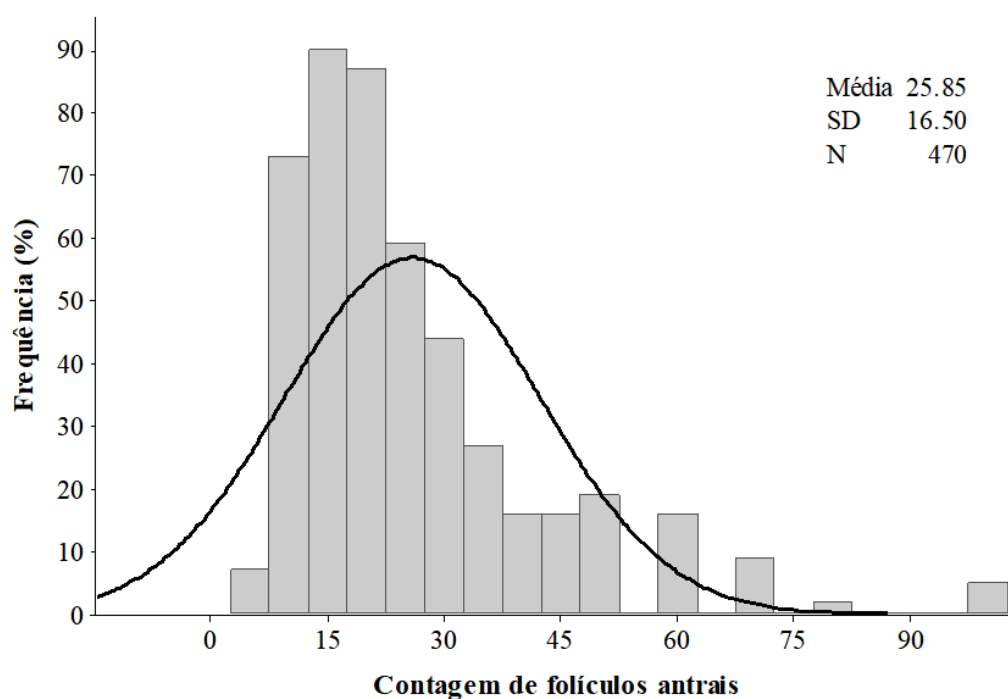
23 O ECC foi analisado para os grupos de CFA baixa ($n=150$; média: $3 \pm 0,05$),
24 intermediária ($n=150$; média: $3 \pm 0,05$) e alta ($n=150$; média: $3,11 \pm 0,047$) e para
25 identificação de cio presente ($n=281$; média: $3,16 \pm 0,04$), parcial ($n=103$; média: $2,76$
26 $\pm 0,03$), ausente ($n=66$; média: $2,96 \pm 0,06$). O ECC ($p=0,496$) e a fazenda ($p=0,801$)
27 não afetaram a taxa de concepção das vacas.

28 As vacas de baixa CFA apresentaram maior taxa de concepção (69,3%) em
29 comparação às vacas de alta (56,7%) contagem. A taxa de concepção do grupo de
30 vacas que demonstraram de cio foi mais elevada (presente, 67,3%; parcial, 58,2%;
31 ausente, 45,4%) independentemente da CFA (baixa, intermediária ou alta) da vaca.
32 Entretanto se considerarmos a taxa de prenhez somente nas vacas que manifestaram
33 cio, a maior porcentagem foi encontrada no grupo de baixa CFA (baixa, 76,09 %;
34 intermediária, 65,35 %; alta 60,23 %).

1
 2 Tabela 1. Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta)
 3 e expressão de cio (presente, parcial e ausente) com a taxa de concepção em vacas
 4 *Bos taurus indicus* submetidas ao protocolo de sincronização da ovulação.

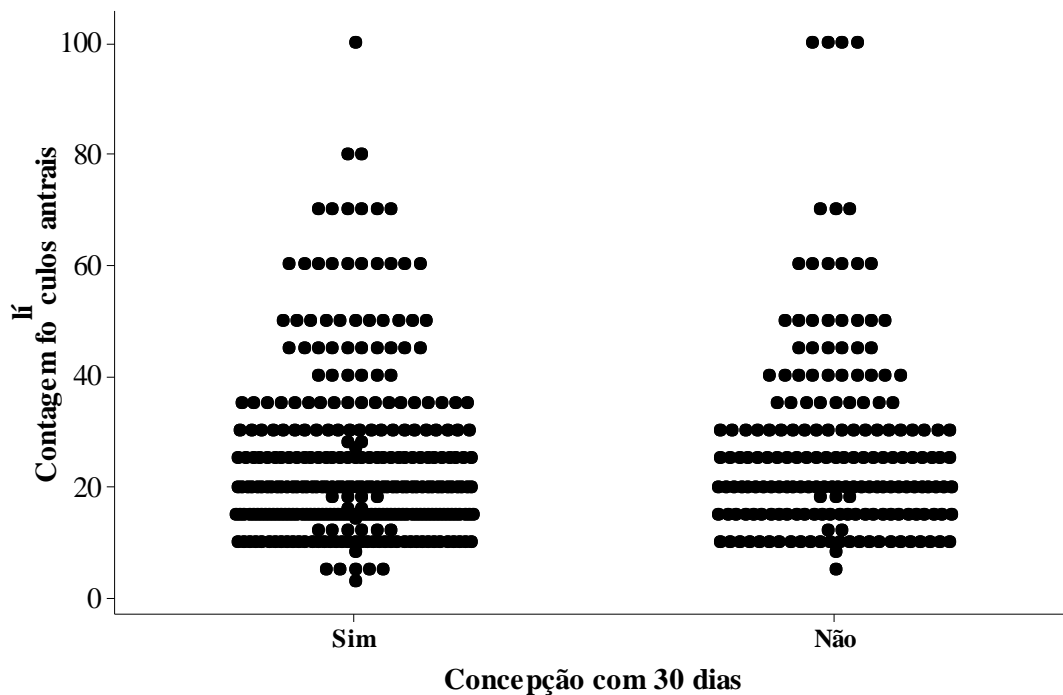
	Grupos	Animais (n)	CFA (m ± se)	Taxa de concepção % (n)
CFA	Baixa	150	12,2 ± 0,2 ^c	69,3 ^a (104)
	Intermediária	150	21,9 ± 0,2 ^b	60,0 ^{ab} (90)
	Alta	150	44,7 ± 1,3 ^a	56,7 ^b (85)
	<i>Valor de p</i>	-	< 0,0001	0,04
Cio	Presente	281	26,3 ± 1,0 ^a	67,3 ^a (189)
	Parcial	103	24,5 ± 1,3 ^a	58,2 ^{ab} (60)
	Ausente	66	29,1 ± 2,42 ^a	45,4 ^b (30)
	<i>Valor de p</i>	-	0,224	0,008

5 Letras minúsculas sobrescrita (a-b) na mesma coluna expressam diferença estatística ($p \leq 0,05$) entre
 6 os grupos de CFA
 7



8
 9 Figura 2. Frequência de distribuição da CFA, média (25,85), desvio padrão (SD=
 10 16,50) e número de animais (N= 470).

1



2

3 Figura 3. Frequência de distribuição da CFA em função da taxa de concepção aos 30
4 dias após protocolo de IATF para vacas gestantes (Sim) e não gestantes (Não).

5

6 4. Discussão

7

8 O presente estudo apresenta informações aplicáveis referentes à CFA e taxa
9 de concepção, decorrentes do comportamento de cio, apresentado pelas vacas *Bos*
10 *indicus* submetidas ao protocolo hormonal de sincronização da ovulação. Esses
11 resultados indicam uma maior prenhez relacionada à baixa CFA e à manifestação de
12 estro. Contribui para o fornecimento de informações que auxiliam numa melhor
13 compreensão do efeito da população de folículos antrais em *Bos taurus indicus*,
14 especialmente por complementar estudos anteriores relacionados à CFA e
15 manifestação de cio, além de apresentar resultados divergentes aos estudos
16 realizados em vacas *Bos taurus taurus* realizados em outros países.

17

18 Esse estudo avaliou a taxa de concepção de grupos de CFA com o
19 comportamento de manifestação de cio em vacas *Bos taurus indicus* submetidas à
20 protocolo de IATF. Esse trabalho demonstrou que as vacas com baixa CFA
21 apresentaram maior taxa de concepção à IATF, assim como as vacas que
22 demonstraram cio ao final do protocolo. Apesar da CFA não ter apresentado efeito

1 sobre o comportamento de cio, vacas com baixa CFA apresentaram maior taxa de
2 concepção entre as que manifestaram estro.

3

4 As primeiras pesquisas relacionaram baixa CFA às características de fertilidade
5 reduzida nas raças taurinas (IRELAND et al., 2008; MOSSA et al., 2012; EVANS et
6 al., 2014; MARTINEZ et al., 2016), associando baixa CFA à características de baixas
7 concentrações circulantes de progesterona e AMH (JIMENEZ-KRASSEL et al., 2009;
8 JIMENEZ-KRASSEL et al., 2015), resposta reduzida ao tratamento SOV, menor
9 quantidade de embriões viáveis produzidos *in vivo* e *in vitro* (SING et al., 2004;
10 IRELAND et al., 2007; IRELAND et al., 2012), ovários pequenos (IRELAND et al.,
11 2008), espessura endometrial reduzida durante o estro (JIMENEZ-KRASSEL et al.,
12 2009) e menor probabilidade de prenhez até o final do período de reprodução (MOSSA
13 et al., 2012).

14 Diferente da literatura existente com *Bos taurus taurus*, no presente estudo,
15 vacas com baixa CFA (≤ 15 folículos) apresentaram maior taxa de concepção aos 30
16 dias pós-inseminação artificial, que as de intermediária e alta CFA. Resultados
17 semelhantes foram encontrados por Morotti et al., (2018), que trabalhando com 932
18 fêmeas *Bos taurus indicus*, classificadas em grupos de baixa (≤ 15 folículos; $n = 243$),
19 intermediária ($\geq 20 \leq 40$ folículos; $n = 495$) e alta (≥ 45 folículos; $n = 194$) CFA,
20 encontraram taxas superiores de concepção para o primeiro grupo (61.7%, 52.9% e
21 49.5%, respectivamente). Da mesma forma, trabalhando com 736 vacas *Bos taurus*
22 *indicus*, no período pós parto, Moraes et al., (2019), verificaram maior taxa de
23 concepção ($P < 0,05$) nas vacas de baixa CFA (≤ 10 folículos), em comparação às de
24 intermediária (≥ 11 folículos e ≤ 29 folículos) e alta contagem (≥ 30 folículos), (57,7%,
25 49,7 % e 47,9%, respectivamente). No presente estudo, os dados indicam que a
26 menor CFA em bovinos *Bos taurus indicus* está relacionado a melhores índices de
27 concepção à IATF.

28 A taxa de concepção foi maior nas vacas que apresentaram comportamento de
29 estro, quando comparadas às de manifestação parcial ou ausente. Resultados
30 similares foram publicados em diversos artigos que relataram maior taxa de
31 concepção em fêmeas bovinas que demonstraram cio em resposta ao protocolo de
32 IATF (THOMAS et al. 2017; BÓ, et al. 2018; FERRAZ et. al. 2018). Observando um
33 grupo composto por 445 vacas Nelore, recém-paridas, Sá Filho et al. (2010), relataram
34 um índice de prenhez maior naquelas que tiveram estro detectado (67%; 174/257) em

1 comparação às que não manifestaram cio (36,2%; 68/188). Dessa forma, o presente
2 estudo vem confirmar os dados sugeridos anteriormente que relacionaram taxa de
3 concepção com a expressão de cio, além de apresentar como novidade os efeitos da
4 CFA.

5 Embora as vacas de baixa CFA tenham apresentado maior taxa de concepção,
6 assim como aquelas que manifestaram estro, não houve interação entre os fatores.
7 Resultados diferentes foram encontrados em vacas leiteiras *Bos taurus taurus*, cujo
8 cio foi observado, em que houve um efeito alta CFA na manifestação do estro além
9 de intervalo mais curto do parto até a primeira IA ($76,5 \pm 1,7$ vs $82,3 \pm 1,9$ dias) e as
10 vacas se mostraram mais propensas a apresentar estro (56,8% vs. 36,4%) do que as
11 vacas com baixa CFA (MARTINEZ et al. 2016). Trabalhando com animais da raça
12 Brahman, Bomtempo (2019), verificaram no grupo de baixa CFA maior proporção de
13 vacas com manifestação de cio (94,74%), comparado com os grupos de intermediária
14 (70,59%) e alta (84,85%), contudo sem alteração na prenhez (50%). Apesar dos
15 dados apresentados em nossos estudos não indicarem um efeito da CFA sobre a
16 manifestação de cio, estudos anteriores relataram uma relação entre a manifestação
17 de cio e CFA.

18 Algumas hipóteses podem ser sugeridas para as vacas de baixa CFA terem
19 apresentado maior taxa de concepção em protocolos de IATF. Quando submetidas à
20 protocolos de sincronização da ovulação, todas as vacas são inseminadas no mesmo
21 horário, independentemente da manifestação de cio, podendo o momento da IA (48
22 horas após a remoção da P4) ser favorável à classe de baixa CFA. Sabendo que o
23 diâmetro do folículo pré ovulatório das vacas *Bos taurus indicus* de baixa CFA é de
24 $14,4 (\pm 1,5)$ contra $13,4 (\pm 2,1)$ mm das vacas de alta (MOROTTI et al. 2018) e que o
25 folículo dominante que atinge um maior diâmetro após o desvio folicular apresenta
26 melhor potencial para ovulação (GIMENES et al., 2008), o momento da IA pode estar
27 favorecendo as vacas de baixa CFA.

28 Outra possibilidade é que a alta população de folículos antrais demande um
29 ambiente mais competitivo pela ação hormonal e, nesse caso, seja mais vantajoso
30 para as vacas com baixa CFA que, devido ao reduzido número de folículos, obtenha
31 um melhor uso das gonadotrofinas (MOROTTI et al., 2018). Nos bovinos, há
32 evidências de que as concentrações de FSH estão inversamente associadas ao
33 número de folículos com mais de 3 mm de diâmetro durante as ondas foliculares
34 (BURNS et al., 2005).

1 Embora o presente estudo revele resultados controversos aos realizados em
2 *Bos taurus taurus* relacionados à CFA, deve-se ressaltar que estão em concordância
3 aos trabalhos apresentados em *Bos taurus indicus*, em que as vacas que manifestam
4 cio, bem como as de baixa CFA apresentam melhores resultados quando submetidas
5 ao protocolo hormonal.

6 7 6. Conclusão

8
9 A taxa de concepção foi influenciada pela manifestação de estro em vacas *Bos*
10 *taurus taurus* submetidas à inseminação artificial em tempo fixo. As fêmeas com baixa
11 CFA apresentaram maior taxa de concepção do que aquelas com alta contagem.
12 Contudo, a contagem de folículos antrais não interferiu na taxa de manifestação de
13 estro.

14 15 Referências

16
17 BARUSELLI, P.S.; REIS, E.L.; MARQUES, M.O.; NASSER, L.F.; BO, G.A. The use of
18 hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in
19 tropical climates. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p.479-486, 2004.

20
21 BARUSELLI, P. S., BATISTA, E. O. S., VIEIRA, L. M., e SOUZA, A. H. BARUSELLI,
22 P. S. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle.
23 **Animal Reproduction**, v.12, n. 3, p.487-497, 2015.

24
25 BATISTA, E.O.; MACEDO, G.G.; SALA, R.V.; ORTOLAN, M.D.; SA FILHO, M.F.; DEL
26 VALLE, T.A.; JESUS, E.F.; LOPES, R.N.; RENNÓ, F.P.; BARUSELLI, P.S. Plasma
27 antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in *Bos*
28 *indicus* (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. **Reproduction in Domestic**
29 **Animals**, v.49, p.448-52, 2014.

30
31 BÓ GA, CEDEÑO A, TRIBULO A, ANDRADA S, TRIBULO R, MAPLETOFT RJ.
32 Influence of estrus expression and treatment with GnRH on pregnancy rates in beef
33 cattle synchronized with progesterone devices and estradiol and inseminated at a fixed
34 time. **Reprod Fertil Dev**, 29:111. 2017. (Abstract).

- 1
2 BÓ G.A. & CEDEÑO A. 2018. Expression of estrus as a relevant factor in fixed-time
3 embryo transfer programs using estradiol/progesterone-based protocols in cattle.
4 *Animal Reproduction* v.15, n.3, p.224-230, Jul./Sept. 2018.
5
- 6 BOMTEMPO, Maria Eduarda Scheel. **Influência da contagem de folículos antrais,**
7 **dos parâmetros nutricionais e do comportamento animal sobre a taxa de**
8 **concepção de vacas da raça Brahman submetidas à IATF.** 2019. 59f. Dissertação
9 (Mestrado em Ciência Animal), Centro de Ciências Agrárias, programa de pós
10 graduação em Ciência Animal- Universidade Estadual de Londrina, Londrina 2019.
11
- 12 BURNS, D.S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J.L.H.; KNIGHT, P.G.; IRELAND,
13 J.J. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high
14 variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse
15 association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. **Biology of**
16 **Reproduction**, v.73, p.53-62, 2005.
17
- 18 CBRA - Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. Manual para exame andrológico e
19 avaliação de semen animal. 3. ed. 104p, Belo Horizonte: CBRA, 2013.
20
- 21 EVANS, A.C.O.; MOSSA, F.; WALSH, S.W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.;
22 IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.; IRELAND, J.J. Effects of maternal environment during
23 gestation on ovarian folliculogenesis and consequences for fertility in bovine offspring.
24 **Reproduction in Domestic Animals**, v.47, p.31-37, 2012.
25
- 26 FERRAZ, P.S.; LOIOLA, M.V.G.; RODRIGUES, A.S.; LIMA, M.C.C.; BITTENCOURT,
27 T.C.B. dos S.C. de; RIBEIRO FILHO, A. de L. The effect of the intensity of estrus
28 expression on the follicular diameter and fertility of Nelore cows managed under a
29 FTAI program. **Ciência Animal Brasileira**, v.18, p.1-9, e-37643, 2017.
30
- 31 FERREIRA RM, CONTI TL, GONÇALVES RL, SOUTO LA, SALES JNS, SÁ FILHO
32 MF, ELLIFF FM AND BARUSELLI PS. Synchronization treatments previous to natural
33 breeding anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef
34 cows. **Theriogenology**, v. 114, p. 206-211, 2018.

- 1
2 FIGUEIREDO R.A., BARROS C.M., PINHEIRO O.L., SOLER J.M. Ovarian follicular
3 dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. **Theriogenology**, v. 47. p.1489-1505.
4 1997.
5
6 FIGUEIREDO, J.R.; RODRIGUES, A.P.R.; AMORIN, C.A. Manipulação de oócitos
7 inclusos em folículos pré-antrais - Moifopa. In: GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO,
8 J.R.; FREITAS, V.J.F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**. 1.ed. São
9 Paulo: Varela, 2002. p.340.
10
11 GINTHER O.J., KNOPF L, KASTELIC J.P. Temporal associations among ovarian
12 events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journal of**
13 **Reproduction and Fertility**, v. 87. p. 223-230, 1989.
14
15 IRELAND, J.J. Control of follicular growth and development. **Journal of Reproduction**
16 **and Fertility**, v.34, p.39-54, 1987.
17
18 IRELAND, J.J.; WARD, F.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.;
19 LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Follicle numbers are highly repeatable within
20 individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the
21 proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. **Human**
22 **Reproduction**, v.22, p.1687-1695, 2007.
23
24 IRELAND, J.L.H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMEN, A.P.N.;
25 WARD, F.; LONERGAN, P.; SMITH, G.W.; PEREZ, G.I.; EVANS, A.C.O.; IRELAND,
26 J.J. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes
27 and follicles in ovaries of young adult cattle. **Biology of Reproduction**, v.79, p.1219-
28 1225, 2008.
29
30 IRELAND, J.J.; ZIELAK, A.E.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.; BETTEGOWDA,
31 A.; SCHEETZ, D.; WALSH, S.; MOSSA, F.; KNIGHT, P.G.; SMITH, G.W.;
32 LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Variation in the ovarian reserve is linked to alterations
33 in intrafollicular oestradiol production and ovarian biomarkers of follicular differentiation
34 and oocyte quality in cattle. **Biology of Reproduction**, v.80, p.954-964, 2009.

- 1
2 IRELAND, J.J.; SMITH, G.W.; SCHEETZA, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGERA,
3 J.K.; IRELAND, J.L.H.; MOSSA, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Does size matter
4 in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on
5 ovarian function and fertility, utility of anti-Müllerian hormone as a diagnostic marker
6 for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction,**
7 **Fertility and Development**, v.23, p.1-14, 2011.
- 8
9 JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.K.; IRELAND, J.L.; SMITH, G.W.; HOU, X.;
10 DAVIS, J.S.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.; IRELAND, J.J. Evidence that high
11 variation in ovarian reserves of healthy Young adults has a negative impact on the
12 corpus luteum and endometrium during estrous cycles in cattle. **Biology of**
13 **Reproduction**, v.80, p.1272-1281, 2009.
- 14
15 JIMENEZ-KRASSEL F; SCHEETZ DM; NEUDER LM; IRELAND JLH, PURSLEY JR,
16 SMITH GW, et al. Concentration of anti-Müllerian hormone in dairy heifers is positively
17 associated with productive herd life. *Journal of Dairy Science*, v. 98, p. 3036-3045,
18 2015.
- 19
20 LOWMAN BG, SCOTT NA, SOMERVILLE SH. East of Scotland College of Agriculture.
21 Animal Production A, Department D. Condition Scoring of Cattle: Edinburgh School of
22 Agriculture; 1976.
- 23
24 MARTINEZ, M.F.; SANDERSON, N.; QUIRKE, L.D.; LAWRENCE, S.B.; JUENGEL,
25 J.L. Association between antral follicle count and reproductive measures in New
26 Zealand lactating dairy cows maintained in a pasture-based production system.
27 **Theriogenology**, v.85, p.466-75, 2016.
- 28
29 MENDONÇA, H.G.R.; SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS,
30 T.R.R.; BLASCHI, W.; MOROTTI, F.; MORAES, F.L.Z.; SENEDA, M.M. Pregnancy
31 rates following FTAI of Nelore heifers (*Bos indicus*) with high, intermediate and low
32 numbers of antral follicles. **Animal Reproduction**. v.10, p.452. 2013. (abstract)
- 33
34 MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O. G.; PERES, R. F. G.; LAMB, G. C.;

- 1 VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and
2 progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols.
3 *Theriogenology*, v. 72, p.179- 189, 2009.
4
- 5 MORAES, Fábio Lucas Zito. **Influência da contagem de folículos antrais na taxa**
6 **de concepção de vacas inseminadas em tempo fixo**. 2016. 44f. Dissertação
7 (Mestrado em saúde e produção de ruminantes: Produção animal) - Universidade do
8 Norte do Paraná e Universidade Estadual de Londrina, Londrina 2016.
9
- 10 MORAES, F.L.Z.; MOROTTI, F.; BORTOLIERO, C.C.; LUNARDELLI, P.A.; SENEDA,
11 M. M. Relationships between antral follicle count, body condition, and pregnancy rates
12 after timed-AI in *Bos indicus* cattle. **Theriogenology**, v. 136, p. 10–14, 2019.
13
- 14 MOROTTI, F.; BARREIROS, T.R.R.; MACHADO, F.Z.; GONZÁLEZ, S.M.; MARINHO,
15 L.S.R.; SENEDA, M.M. Is the number of antral follicles an interesting selection
16 criterium for fertility in cattle? **Animal Reproduction**, v.12, p.479-486, 2015.
17
- 18 MOROTTI, F., SANTOS, G. M., JUNIOR, C. K., SILVA-SANTOS, K. C., ROSO, V. M.,
19 SENEDA, M. M. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle
20 population in beef heifers. **Theriogenology**, v. 91, p. 21–26, 2017.
21
- 22 MOROTTI, F.; MORETTI, R.; SANTOS, G. M.G.; SILVA-SANTOS, K. C.;
23 CERQUEIRA, P. H.; SENEDA, M. M. Ovarian follicular dynamics and conception rate
24 in *Bos indicus* cows with different antral follicle counts subjected to timed artificial
25 insemination. **Animal Reproduction**, Belo Horizonte, v. 188, p. 170-177, 2018.
26
- 27 MOSSA, F.; KENNY, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; SMITH, G.W.; BERRY, D.;
28 BUTLER, S.; FAIR, T.; LONERGAN, P.; IRELAND, J.J.; EVANS, A.C.O. Undernutrition
29 of Heifers during the First Trimester of Pregnancy Diminishes Size of the Ovarian
30 Reserve in Female Offspring. 42nd **Annual Meeting of the Society for Study of**
31 **Reproduction**. Pittsburg, PA. v.135, p.77. 2009. (Abstract)
32
- 33 MOSSA, F.; WALSH, S.W.; BUTLER, S.T.; BERRY, D.P.; CARTER, F.; LONERGAN,
34 P.; SMITH, G.W.; IRELAND, J.J.; EVANS, A.C.O. Low numbers of ovarian follicles \geq

- 1 3 mm in diameter are associated with low fertility in dairy cows. **Journal of Dairy**
2 **Science**, v.95, p.2355-2361, 2012.
- 3
- 4 NOGUEIRA, E., SILVA, M.R., SILVA, J.C.B., ABREU, U.P.G., ANACHE, N.A., SILVA,
5 K.C., CARDOSO, C.J.T., SUTOVSKY, P., RODRIGUES, W.B. Timed artificial
6 insemination plus heat I: effect of estrus expression scores on pregnancy of cows
7 subjected to progesterone-estradiol-based protocols. **Animal**, v. 13, p. 1– 8. 2019.
- 8
- 9 PFEIFER L.F.M., LEAL S.C.B.S., SCHNEIDER A., SCHMITT E., CORRÊA M.N. Effect
10 of the ovulatory follicle diameter and progesterone concentration on the pregnancy rate
11 of fixed-time inseminated lactating beef cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 41,
12 p. 1004-1008, 2012.
- 13
- 14 PFEIFER L.F., CASTRO N.A., MELO V.T., NEVES P.M., CESTARO J.P.,
15 SCHNEIDER A. Timed artificial insemination in blocks: A new alternative to improve
16 fertility in lactating beef cows. **Animal Reproduction Science**, v.163, p. 89-96, 2015.
- 17
- 18 PONTES, J.H.F.; SILVA, K.C.F.; BASSO, A.C.; RIGO, A.G.; FERREIRA, C.R.;
19 SANTOS, G.M.G.; SANCHES, B.V.; PORCIONATO, J.P.F.; VIEIRA, P.H.S.; FAIFER,
20 F.S.; STERZA, F.A.M.; SCHENK, J.L.; SENEDA, M.M. Large-scale *in vitro* embryo
21 production and pregnancy rates from *Bos taurus*, *Bos indicus*, and *indicus-taurus* dairy
22 cows using sexed sperm. **Theriogenology**, v.74, p.1349-1355, 2010.
- 23
- 24 PONTES, J.H.F.; MELO-STERZA, F.A.; BASSO, A.C.; FERREIRA, C.R.; SANCHES,
25 B.V.; RUBIN, K.C.P.; SENEDA, M.M. Ovum pick up, *in vitro* embryo production, and
26 pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (*Bos*
27 *indicus*) donors. **Theriogenology**. v.75, p.1640-1646, 2011.
- 28
- 29 PONTES, J.H.F.; NONATO-JUNIOR, I.; SANCHES, B.V.; ERENO-JUNIOR, J.C.;
30 UVO, S.; BARREIROS, T.R.R.; OLIVEIRA, J.A.; HASLER, J.F.; SENEDA, M.M.
31 Comparison of embryo yield and pregnancy rate between *in vivo* and *in vitro* methods
32 in the same Nelore (*Bos indicus*) donor cows. **Theriogenology**, v.71, p.690-697, 2009.
- 33
- 34 PONTES, J.H.F.; SILVA, K.C.F.; BASSO, A.C.; RIGO, A.G.; FERREIRA, C.R.;

- 1 SANTOS, G.M.G.; SANCHES, B.V.; PORCIONATO, J.P.F.; VIEIRA, P.H.S.; FAIFER,
2 F.S.; STERZA, F.A.M.; SCHENK, J.L.; SENEDA, M.M. Large-scale *in vitro* embryos
3 production and pregnancy rates from *Bos taurus*, *Bos indicus*, and *indicus-taurus* dairy
4 cows using sexed sperm. **Theriogenology**, v.74, p.1349-1355, 2010.
5
- 6 RODRIGUES, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; FERRAZ, P. A.; LOIOLA, M. V. G.; COUTINHO,
7 T. P.; SANTOS, M. M.; CHALHOULB, M. Antral follicle counts in Nelore females with
8 different reproductive parameters and body condition score. **Animal Reproduction**, v.
9 10, p. 395, 2013.
10
- 11 RODRIGUES, A.S.; OLIVEIRA, S.N.; LOIOLA, M.V.G.; FERRAZ, P.A.; CHALHOUB,
12 M.; BITTENCOURT, R.F; ARAUJO, E.A.B.; BITTENCOURT, T.C.B.S.C.; RIBEIRO
13 FILHO, A.L. Contagem de folículos antrais em fêmeas Nelore submetidas a
14 inseminação artificial em tempo fixo. **Ciência Rural**, v.45, p.711-717, 2015.
15
- 16 SÁ FILHO MF, CRESPILO AM, SANTOS JE, PERRY GA AND BARUSELLI P.S.
17 Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence
18 likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone
19 or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. **Animal Reproduction**
20 **Science**, v.120, p. 23–30. 2010.
21
- 22 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS, T.R.R.; BLASCHI, W.;
23 MOROTTI, F.; SILVA, C.B.; MORAES, F.L.Z.; GIUDICISSI, D.P.L.; SENEDA, M.M.
24 Conception rates following FTAI of Nelore cows (*Bos indicus*) with high, intermediate
25 and low numbers of antral follicles. **Animal Reproduction**, v.10, p.451, 2013.
26 (abstract)
27
- 28 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; SILOTO, L.S.; MOROTTI, F.;
29 MARCANTONIO, T.N.; MARINHO, L.S.R.; THASMO, R.L.O.; KOETZ, J.R.C.;
30 CINTRA, D.M.L.; SENEDA, M.M. Dinâmica folicular em fêmeas bovinas de alta, média
31 e baixa contagem de folículos antrais: resultados preliminares. **Acta Scientiae**
32 **Veterinariae**, v.40, p.422, 2012. (abstract).
33
- 34 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS, T.R.R.; MOROTTI, F.;

- 1 SANCHES, B.V.; MORAES, F.L.Z.; BLASCHIB, W.; SENEDA, M.M. High numbers of
2 antral follicles are positively associated with in vitro embryo production but not the
3 conception rate for FTAI in Nelore cattle. **Animal Reproduction Science**, v.165, p.17-
4 21, 2016.
- 5
- 6 SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; SILOTO, L.S.; HERTEL, M.F.; ANDRADE,
7 E.R.; RUBIN, M.I.B.; STURION, L.; STERZA, F.A.M.; SENEDA, M.M. Estimate of the
8 population of preantral follicles in the ovaries of *Bos taurus indicus* and *Bos taurus*
9 *taurus* females. **Theriogenology**, v.76, p.1051-1057, 2011.
- 10
- 11 SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; KOETZ JÚNIOR, C.; MOROTTI, F.;
12 SILOTO, L.S.; MARCANTONIO, T.N.; URBANO, M.R.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, D.C.M.;
13 SENEDA, M.M. Antral follicle populations and embryo production - *in vitro* and *in vivo*
14 - of *Bos indicus-taurus* donors from weaning to yearling ages. **Reproduction in**
15 **Domestic Animals**, v.49, p.228-32, 2014.
- 16
- 17 SINGH, J.; DOMINGUEZ, M.; JAISWAL, R.; ADAMS, G.P. A simple ultrasound test to
18 predict the superstimulatory response in cattle. **Theriogenology**, v.62, p.227-243,
19 2004.
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30
- 31
- 32
- 33
- 34

1 **ARTIGO B**

2 Relação da contagem de folículos antrais de fêmeas bovinas *Bos taurus indicus* com
3 o mérito genético de seus filhos e a população folicular antral de suas filhas.

4

5 Relationship of the count of antral follicles of bovine females *Bos taurus indicus* with
6 the genetic merit of their male offspring and the antral follicular population of their
7 female progeny.

8

9 **Resumo**

10 O objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre a contagem de folículos
11 antrais (CFA) de vacas *Bos taurus indicus*, com a CFA de suas filhas e o mérito
12 genético de seus filhos. Foram utilizados 444 animais *Bos taurus indicus*, da raça
13 Nelore, provenientes de um criatório de gado puro de origem (PO). Durante a estação
14 reprodutiva, 222 vacas múltiparas recém-paridas, foram avaliadas, por
15 ultrassonografia, em dias aleatórios do ciclo estral, para determinar a CFA e classificá-
16 las em grupos de baixa (≤ 15 folículos; $n= 52$), intermediária (≥ 16 e ≤ 29 folículos; $n=$
17 37) ou alta (≥ 30 folículos; $n= 38$) contagem. As filhas ($n=95$) de 95 dessas vacas
18 foram avaliadas quanto ao número de folículos antrais para análise de uma possível
19 relação entre CFA das mães e CFA das filhas, incluindo o efeito paterno. Os 127 filhos
20 machos de 127 vacas analisadas quanto a CFA, tiveram mensurados seu peso e
21 perímetro escrotal (PE) e os dados foram submetidos a um programa de avaliação
22 genética que utiliza matriz de parentesco para avaliação dos animais. A CFA, PE, o
23 peso e o mérito genético foram analisados por modelo linear generalizado de efeito
24 misto (GLIMMIX). As vacas de alta CFA apresentaram filhos machos com melhor
25 mérito genético total econômico ($p= 0,09$) que vacas de baixa contagem. A CFA das
26 filhas não teve relação com efeitos maternos e paternos. No presente estudo vacas
27 com alta CFA, produziram filhos com maior mérito genético total.

28

29

30 Palavras chave: bovinos, contagem de folículos antrais, mérito genético, touro,
31 progênie.

32

33

34

1 Abstract

2 The aim of this study was to evaluate the relationship between antral follicle
3 count (AFC) of *Bos taurus indicus* cows with antral follicular population of their female
4 progeny and the evaluation of the genetic merit of their male offspring. For this study,
5 444 *Bos indicus* animals from a pure cattle breeding (Nelore breed) were used. During
6 the breeding season, 222 multiparous cows, which were evaluated by transrectal
7 ultrasound at random days of the estrous cycle to determine the AFC and to classify
8 them into low (≤ 15 follicles; $n = 52$), intermediate (≥ 16 and ≤ 29 follicles; $n = 37$) and
9 high (≥ 30 follicles; $n = 38$) count groups. The female offspring ($n = 95$) of 95 of these
10 cows were evaluated for the number of antral follicles count to analyze a possible
11 relationship between the AFC of the mothers and that of the daughters, including the
12 paternal effect. The 127 male offspring of 127 cows analyzed for AFC, had their body
13 weight and scrotal circumference (SC) measured and the data were submitted to a
14 genetic evaluation program that uses a kinship matrix to evaluate the animals. The
15 AFC, SC, weight and genetic merit were analyzed by generalized linear mixed effect
16 model (GLIMMIX). High AFC cows had male offspring with better total economic
17 genetic merit ($p = 0.09$) than low count cows. The AFC of female offspring was not
18 related to maternal and paternal effects. In the present study cows with high CFA
19 produced male offspring with higher total genetic merit.

20

21

22

23 Keywords: cattle, antral follicle count, genetic merit, bull, progeny.

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

1 1. Introdução

2

3 As biotécnicas da reprodução constituem uma importante ferramenta para o
4 uso em melhoramento genético e para a multiplicação de animais que se encontram
5 em posição de destaque nas provas de avaliação genética. A inseminação artificial e
6 a produção de embriões são as principais biotécnicas utilizadas para a disseminação
7 do material genético na pecuária de corte e de leite (MAPLETOF & HASLER, 2005;
8 HANSEN, 2014). Diante da importância que a produção embrionária exerce na
9 multiplicação de animais com melhor avaliação genética, a contagem de folículos
10 antrais (CFA) tem sido relacionada como fator de eficiência na aplicação dessas
11 biotécnicas (BONNI, 2012) com destaque para a produção *in vitro* de embriões
12 (PONTES et al., 2009; 2011) e a IATF (MOROTTI et al., 2018; MORAES et al., 2019).

13 Diante da importância que a CFA tem apresentado na eficiência do uso das
14 biotécnicas reprodutivas ligadas ao melhoramento animal, poucos estudos reportam
15 a ação da população folicular das fêmeas na sua prole. Em estudo realizado com
16 animais de aptidão leiteira, a CFA apresentou herdabilidade moderada para vacas e
17 baixa para novilhas *Bos taurus taurus* (WALSH et al., 2014). Um estudo mais recente,
18 realizado em animais *Bos taurus taurus x Bos taurus indicus*, demonstrou não haver
19 relação entre a CFA e características fenotípicas de novilhas avaliadas em programas
20 de melhoramento genético (MOROTTI et al., 2018).

21 Características produtivas, como peso ao nascimento e idade ao primeiro parto,
22 foram relacionadas à CFA em animais *Bos taurus taurus* (CUSHMAN et al., 2009;
23 2014). Novilhas *Bos taurus taurus* de alta CFA iniciaram a estação de partos antes
24 das de baixa (CUSHMAN et al., 2014). Entretanto, novilhas leiteiras *Bos taurus taurus*
25 de alta CFA apresentaram vida produtiva mais curta que animais de baixa CFA
26 (JIMENEZ-KRASSEL et al., 2017)

27 Até o momento, os estudos existentes avaliaram o efeito da CFA sobre o
28 desempenho das vacas nas biotécnicas reprodutivas. Poucos estudos se
29 aprofundaram na avaliação da herdabilidade e características de avaliação genética
30 da prole (WALSH et al., 2014; MOROTTI et al., 2017). A utilização das informações
31 genéticas dos animais é fundamental para a identificação e seleção de animais de alto
32 potencial genético. Dessa forma o objetivo desse estudo foi avaliar a relação entre a
33 contagem de folículos antrais de vacas nelore com diferentes classificações de CFA
34 e o mérito genético de seus filhos.

1 2. Material e métodos

2

3 2.1. Localização e animais.

4

5 O estudo foi conduzido em uma propriedade rural criadora de gado Nelore PO,
6 localizada no município de Bocaina, no estado de São Paulo, com latitude: 22° 08 '10"
7 S e longitude: 48° 31' 07" W, altitude de 580 metros, clima quente e temperado,
8 temperatura média de 20.1 °C e 1290 mm de pluviosidade média anual.

9 Para este trabalho foram utilizados 444 animais *Bos taurus indicus*, da raça
10 Nelore. Num primeiro momento foram avaliadas 317 fêmeas zebuínas, com idade
11 variando entre 36 e 96 meses, recém-paridas, num período de pós-parto inferior a 40
12 dias, com escore de condição corporal (ECC) variando de 2,0 a 4,25 (escala 1- 5;
13 Lowman; Scott; Somerville, 1976), criadas em regime de pastagem (*Brachiaria*
14 *brizantha*) e com fornecimento de sal mineral *ad libitum*. Posteriormente os 127 filhos
15 dessas vacas foram avaliados quanto ao seu mérito genético. A prole de fêmeas foi
16 composta por 95 animais, provenientes de inseminação artificial (IA), filhas de 95
17 vacas, criadas no mesmo manejo que as mães. A prole de machos foi composta por
18 127 tourinhos, oriundos de IA, filhos de 127 vacas, com 20 a 24 meses idade, pesando
19 entre 512 e 718 kg de peso vivo que haviam sido selecionados para reprodução. Os
20 machos foram criados em regime de semi confinamento com fornecimento de silagem
21 uma vez ao dia (aproximadamente 7 kg por animal) e mantidos em pastagem
22 composta por *Brachiaria brizantha* com fornecimento de sal mineral *ad libitum*.

23

24 2.2. Delineamento experimental

25

26 Em anos anteriores durante a estação de monta as vacas foram submetidas a
27 um protocolo padrão de sincronização da ovulação iniciado em um dia aleatório do
28 ciclo estral denominado D0, com a finalidade de proceder à inseminação artificial em
29 tempo fixo (IATF). No dia D0 foi realizada a contagem de folículos antrais de todas as
30 vacas nelore pertencentes ao rebanho da fazenda.

31 Foram avaliadas quanto à CFA 190 fêmeas *Bos taurus indicus* (95 mães e 95
32 filhas). De acordo com a sua população folicular ovariana, 95 mães foram divididas
33 para efeito de análise em grupos de alta (n= 25), intermediária (n= 30) e baixa (n= 40)

1 contagem de folículos antrais para avaliação de uma possível correlação entre as CFA
2 delas e de suas filhas.

3 De acordo a CFA, para efeito de análise, 127 vacas *Bos taurus indicus*, mães
4 de tourinhos selecionados para reprodutores, foram divididas para em grupos de alta
5 (n= 38), intermediária (n= 37) e baixa (n= 52) contagem de folículos antrais.

6 A prole de machos foi composta pelos 127 tourinhos contemporâneos filhos
7 dessas vacas e que foram selecionados para reprodução. Posteriormente foram
8 avaliados por um programa de seleção que utiliza matriz de parentesco e contempla
9 as características de valor econômico para avaliação dos animais. Cada tourinho
10 recebeu um valor ao final do programa de acordo com seu desempenho denominado
11 mérito genético total econômico.

12 O valor de mérito genético total econômico (MGTe) dos filhos foi comparado à
13 classe de CFA das mães para análise de uma possível relação entre a população
14 folicular ovariana do grupo materno e o mérito genético de seus filhos.

15

16 2.3. Contagem de folículos antrais

17

18 A CFA de cada animal foi determinada após avaliação ultrassonográfica
19 utilizando transdutor linear transretal de 5 MHz (Aloka SSD-500, Aloka Co. Ltda.,
20 Tóquio, Japan). Foi avaliado o par de ovários (direito e esquerdo) e o número total de
21 folículos antrais (≥ 3 mm de diâmetro) mensurado a partir da somatória do total das
22 estruturas por par de ovários, como descrito anteriormente (Burns et al., 2005; Ireland,
23 et al., 2008).

24 Com a finalidade de padronizar a contagem dos folículos, cada face do ovário
25 foi analisada a partir da extremidade para o pedículo, objetivando identificar com maior
26 precisão o número de folículos antrais presente em cada gônada.

27

28 2.4. Pesagem e mensuração do perímetro escrotal

29

30 Os tourinhos foram submetidos às mensurações de peso ajustado e perímetro
31 escrotal (PE) aos 120, 210, 365, 450 dias de idade. Para aferição de peso foi
32 respeitada a ordem aleatória de entrada dos animais no tronco de contenção onde
33 estava embutida uma balança eletrônica digital. A cada saída de animal era realizada
34 a remoção das fezes deixadas pelo animal no tronco para evitar erros de pesagem. A

1 mensuração do PE foi realizada com uso de fita métrica com escala em centímetros,
2 sendo realizada na porção de maior circunferência escrotal como recomenda o
3 manual de andrologia do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013). As
4 pesagens e avaliação do PE foi realizada pelo mesmo médico veterinário.

5 6 *2.5. Avaliação do mérito genético*

7
8 Para a avaliação do mérito genético, após a pesagem e aferição do perímetro
9 escrotal. As informações coletadas foram encaminhadas para a Associação Nacional
10 de Criadores e Pesquisadores (ANCP) que procedeu a avaliação dos dados. Para
11 análise foi utilizado o modelo de matriz de parentesco onde os dados foram
12 incorporados as herdabilidades e correlações das características de valor econômico,
13 portanto, os coeficientes de ponderação consideram as associações genéticas entre
14 elas utilizando informações de desempenho e parentesco na predição de valores
15 genéticos. A metodologia dos modelos mistos (BLUP), sob modelo animal permite o
16 uso de todas as informações disponíveis sobre o animal, tais como, informações de
17 pedigree e de desempenho próprio, das suas progênes e de seus parentes diretos e
18 parentes colaterais. Ao final do programa, de acordo com o resultado final da avaliação
19 genética os animais receberam uma nota para seu Mérito Genético Total econômico
20 (MGTe), que variou de 0,45 para o animal de pior avaliação e 19,04 para o melhor
21 avaliado. As características e ponderações para o MGTe estão demonstrados no
22 Quadro 1.

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

1 Quadro 1 – Classe, característica e porcentagem de composição no mérito genético
 2 total econômico de acordo com o programa de melhoramento genético da Associação
 3 Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Adaptado da ANCP.

Classe	Característica	Valor
Precocidade Sexual	Idade ao Primeiro Parto	6 %
	Probabilidade de Parto Precoce	9 %
Habilidade Materna	Maternal para peso aos 120 dias	3 %
	Maternal para peso aos 210 dias	5 %
Crescimento	Peso aos 210 dias	16 %
	Peso aos 450 dias	24 %
Fertilidade	Stayability	22 %
	Perímetro Escrotal aos 365 dias	3 %
	Perímetro Escrotal aos 450 dias	3 %
Carcaça	Área de Olho de Lombo	9 %

4

5

6 2.6. Análise estatística

7

8 Para análise dos dados relacionados à mães e filhas, o primeiro quartil (Q1 =
 9 15 folículos), o segundo quartil / mediana (Q2 = 20 folículos) e o terceiro quartil (Q3 =
 10 30 folículos) foram extraídos da população de folículos antrais das 95 vacas.
 11 Posteriormente, os grupos de CFA foram definidos em baixa (Q1 ≤ 15 folículos),
 12 intermediária (vacas com CFA ≥ 16 e ≤ 29 folículos) ou alta contagem (Q3 ≥ 30
 13 folículos). O número de folículos antrais foi analisado por modelo linear generalizado
 14 de efeito misto (GLIMMIX). Para análise do número de folículos antrais das filhas, o
 15 grupo de CFA foi incluso como efeito fixo principal, sendo que os touros (efeito
 16 paterno) e as vacas (efeito materno) foram considerados como efeitos aleatórios. Na
 17 ocorrência de efeito significativo, como teste de média post-hoc foi empregado o teste
 18 de Tukey. Para análise de correlação entre as variáveis, os dados foram previamente
 19 analisados quanto a normalidade de distribuição pelo teste de Anderson-Darling,
 20 sendo que variáveis normais foram analisadas pela correlação de Person e aquelas
 21 consideradas anormais pela correlação Rô de Spearman. Para análise descritiva, os
 22 dados quantitativos estão apresentados como média (M) e erro padrão (SE). Todas
 23 as análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico Minitab®, versão

1 18.1. Adotou-se um nível de significância de 5% para indicar um efeito das variáveis
2 categóricas e suas interações.

3 Para análise dos dados referente ao lote de mães e filhos machos, o primeiro
4 quartil (Q1 = 15 folículos), o segundo quartil / mediana (Q2 = 20 folículos) e o terceiro
5 quartil (Q3 = 30 folículos) foram extraídos da população de folículos antrais de 127
6 vacas. Posteriormente, os grupos de CFA foram definidos em baixa (Q1 \leq 15
7 folículos), intermediária (vacas com CFA \geq 16 e \leq 29 folículos) ou alta contagem (Q3
8 \geq 30 folículos). O número de folículos antrais, o PE, o peso e o mérito genético (MGTe)
9 foram analisados por modelo linear generalizado de efeito misto (GLIMMIX). No
10 modelo, o grupo de CFA foi incluso como efeito fixo principal, sendo que os touros
11 (efeito paterno) e as vacas (efeito materno) foram considerados como efeitos
12 aleatórios e o peso e a idade dos tourinhos como covariáveis do modelo dependendo
13 de cada variável resposta analisada. Na ocorrência de efeito significativo, como teste
14 de média post-hoc foi empregado o teste de Tukey. Para análise de correlação entre
15 as variáveis, os dados foram previamente analisados quanto a normalidade de
16 distribuição pelo teste de Anderson-Darling, sendo que variáveis normais foram
17 analisadas pela correlação de Person e aquelas consideradas anormais pela
18 correlação Rô de Spearman. Para análise descritiva, os dados quantitativos estão
19 apresentados como média e erro padrão (SE). Todas as análises estatísticas foram
20 realizadas no programa estatístico Minitab®, versão 18.1. Adotou-se um nível de
21 significância de 5% para indicar um efeito das variáveis categóricas e suas interações.

22 23 3. Resultados

24
25 As vacas com alta contagem de folículos antrais tiveram os filhos com melhor
26 Mérito Genético Total econômico ($p= 0,009$) que as vacas de baixa CFA conforme
27 demonstrado na Tabela 1. O peso e o perímetro escrotal dos filhos não foram
28 influenciados pela CFA da mãe. A CFA apresentou correlação com o MGTe conforme
29 descrito na tabela 2. A frequência de distribuição da CFA observada no presente
30 estudo está demonstrada na Figura 1.

31
32
33
34

1

2 Tabela 1. Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta),
 3 das mães com Perímetro escrotal (PE), Peso e Mérito Genético Total econômico
 4 (MGTe) dos filhos, em animais *Bos taurus indicus*.

Variáveis	BAIXA (m ± se)	INTERMEDIÁRIA (m ± se)	ALTA (m ± se)	Valor de p
Número de vacas (n)	52	37	38	
Folículos antrais (n)	≤ 15	≥ 16 e ≤ 29	≥ 30	< 0,0001
Perímetro escrotal (cm)	35,78 ± 0,31	36,04 ± 0,51	36,25 ± 0,4	0,991
Peso (kg)	602 ± 5,91	605 ± 6,65	615 ± 8,57	0,242
Valor MGTe	10,08 ± 0,48 ^b	11,48 ± 0,44 ^{ab}	12,06 ± 0,48 ^a	0,009

5

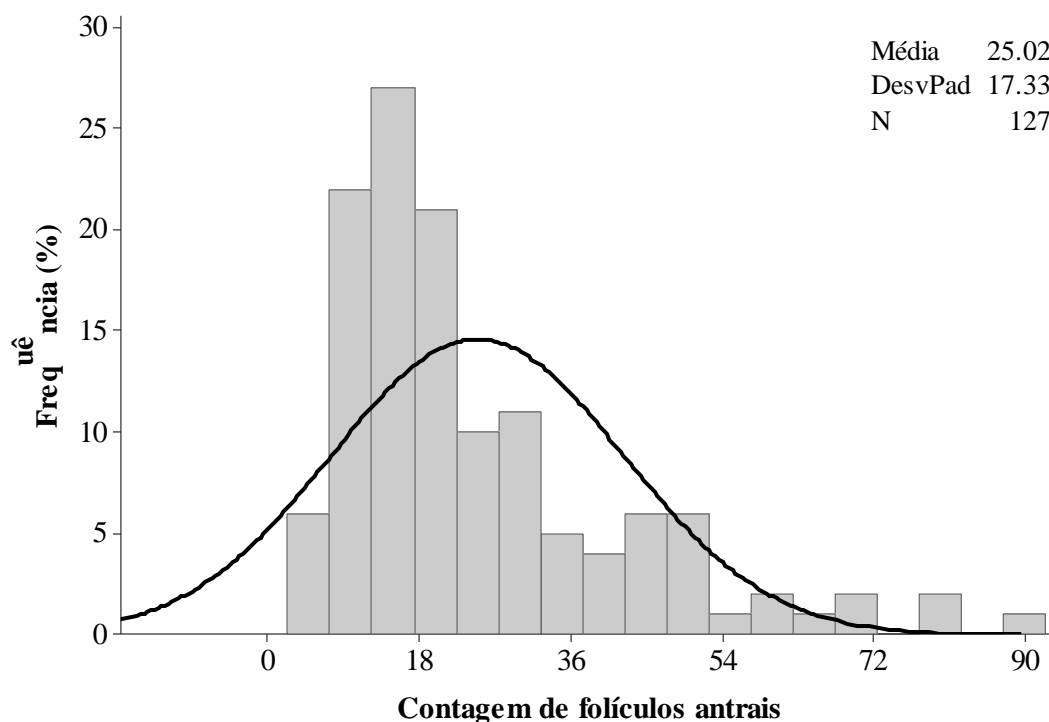
6

7 Tabela 2. Correlação da contagem de folículos antrais (CFA) com o Perímetro Escrotal
 8 (PE), Peso, Mérito Genético Total econômico (MGTe), em animais *Bos taurus indicus*.

Variáveis	Valor de p	Teste de Significância
Perímetro escrotal (cm)	0,093	0,150
Peso (kg)	0,009	0,234
Valor MGTe	0,000	0,330

9

10 Figura 1. Frequência de distribuição da CFA das mães dos tourinhos, média
 11 (25,02), desvio padrão (SD= 17,33) e número de animais (N= 127).



12

13

1 Não houve efeito da CFA das mães sobre a população folicular das filhas conforme
 2 demonstrado na Tabela 3. Distribuição da CFA da filha em função dos grupos de
 3 baixa, intermediária e alta CFA das mães esta demonstrada na figura 2. A CFA das
 4 filhas não apresentou correlação com nenhuma variável materna ou paterna
 5 analisada em nossos estudos conforme demonstrado na Tabela 4.

6

7 Tabela 3. Relação da contagem de folículos antrais (CFA; - baixa, intermediária e alta),
 8 das mães com as filhas *Bos taurus indicus*.

Variáveis		BAIXA (m ± se)	INTERMEDIÁRIA (m ± se)	ALTA (m ± se)	Valor de p
Mães	Número de vacas (n)	40	30	25	
	Nº de folículos antrais (n)	11,5 ± 0,6 ^c	21,3 ± 0,5 ^b	48,2 ± 2,8 ^a	< 0,0001
Filhas	Nº de folículos antrais (n)	13,93 ± 1,19	16,25 ± 2,02	19,28 ± 1,98	0,101

9

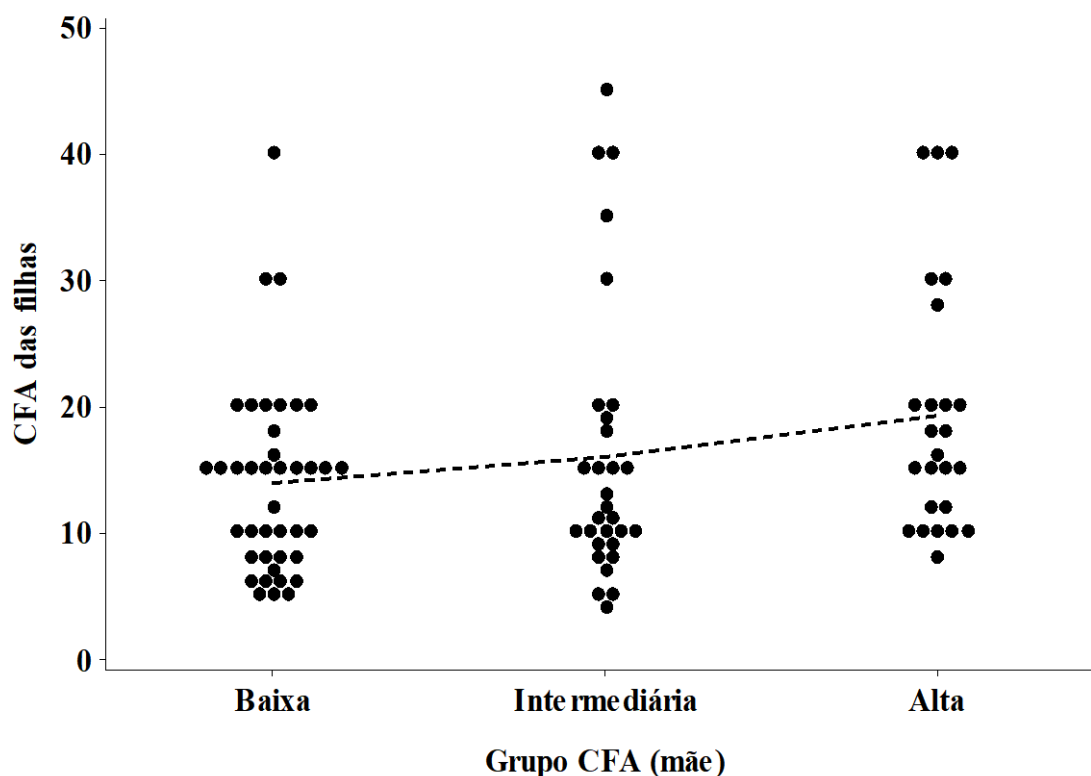
10

11

12 Tabela 4. Correlação da contagem de folículos antrais (CFA) das filhas com o
 13 Perímetro Escrotal (PE), Mérito Genético Total econômico (MGTe) e CFA das mães
 14 em animais *Bos taurus indicus*.

Variáveis	Valor de p	Teste de Significância
Perímetro escrotal (cm)	0,767	0,036
Valor MGTe	0,884	0,018
CFA mãe	0,139	0,176

- 1 Figura 2. Distribuição da CFA da filha em função dos grupos de baixa, intermediária
2 e alta CFA das mães.



3

4

5

6

4. Discussão

7

8 De acordo com nossas informações existem poucos estudos que avaliaram a
9 relação da CFA das vacas destinadas à reprodução com mérito genético dos seus
10 filhos destinados à reprodução como tourinhos. A idade dos filhos foi semelhante pois
11 tratavam-se de animais contemporâneos oriundos de IATF da mesma estação de
12 monta. Esse estudo demonstrou que as vacas com alta CFA apresentaram filhos com
13 maior valor de mérito genético total econômico (MGTe) e melhor avaliação TOP que
14 matrizes de baixa contagem. A CFA não apresentou efeito sobre a idade desses
15 animais, nem exerceu influência sobre o peso e perímetro escrotal dos touros. Os pais
16 não apresentaram efeito sobre o resultado de MGTe dos filhos.

17 O presente estudo apresenta informações referentes à relação da CFA de
18 vacas *Bos taurus indicus* com o mérito genético dos seus filhos machos. O resultado
19 sugere um maior MGTe dos filhos das vacas de alta CFA em comparação às vacas
20 de baixa contagem.

1 A CFA tem sido objeto de estudos que avaliaram seus efeitos sobre a fertilidade
2 das vacas. Os primeiros trabalhos sobre CFA em animais *Bos taurus indicus*
3 demonstraram não haver efeito da população folicular na taxa de concepção das
4 vacas submetidas à protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF)
5 (RODRIGUES et al., 2015; SILVA SANTOS et al. 2016). Em estudos mais recentes
6 realizados em animais *Bos taurus indicus* destinados às IATF demonstram maior taxa
7 de concepção em vacas de baixa CFA que as de alta (MOROTTI et al., 2018;
8 MORAES et al., 2019).

9 A CFA, em um estudo realizado por Walsh et al. (2014), apresentou
10 herdabilidade baixa para novilhas ($n= 552, 0,25 \pm 0,13$) e moderada para vacas ($n=$
11 $445, 0,31 \pm 0,14$). Esses dados confirmaram os encontrados por Merton et al. (2009),
12 que trabalhando com 1.508 doadoras da raça Holandesa, vacas e novilhas, em um
13 total de 18.702 sessões de OPU, estimaram uma herdabilidade de 0,25 para número
14 de óocitos nesses animais.

15 Em um estudo com 407 animais Braford (3/8 Nelore x 5/8 Hereford), Morotti et
16 al., (2017) não encontraram correlação entre características fenotípicas ou
17 genotípicas e a população de folículos antrais de novilhas, porem verificaram uma
18 correlação negativa da CFA com o escore visual de precocidade ao desmame, tendo
19 redução de 1 ponto para cada 3 folículos. Embora não tenha encontrado relação do
20 mérito genético com a CFA no modelo estatístico que avaliou variáveis do desmame
21 ao sobreano seu estudo possibilitou a identificação de uma possível participação do
22 efeito paterno sobre a CFA.

23 Em nosso estudo, vacas com alta CFA, apresentaram filhos com melhor
24 avaliação de mérito genético total econômico que mães com baixa contagem. Para
25 compreendermos os possíveis efeitos da CFA das mães sobre o MGTe dos filhos
26 devemos analisar as características e suas influências que compõem o programa de
27 avaliação genética, e assim analisarmos separadamente cada característica presente
28 na classe de CFA das mães. Um dos componentes que integram o MGTe é a idade
29 ao primeiro parto e a probabilidade de parto precoce, representando 15% da sua
30 composição. Outra característica integrante do programa de avaliação genética é a
31 Stayability, que compõe 22% do MGTe. Essas três características de origem
32 reprodutiva somadas representam 37% do componente de avaliação do mérito
33 genético.

1 As características de ordem reprodutiva das vacas e que são integrantes do
2 MGTe já foram relatadas em estudos anteriores, como idade ao primeiro parto e a
3 probabilidade de parto precoce. CUSHMAN et al. (2014) observaram que as novilhas
4 de corte mestiças com alta população folicular ($23,0 \pm 0,5$; $n= 197$) pariram durante os
5 primeiros 21 dias de sua primeira estação de parição e que as de baixa CFA ($20,2 \pm$
6 $1,0$; $n= 54$) pariram 43 dias após o primeiro parto ($p = 0,020$). Portanto, ao analisarmos
7 as mães, os dados deste estudo sugerem que a probabilidade de parto precoce e
8 idade ao primeiro parto, integrantes de 15% da avaliação no MGTe podem ser
9 influenciadas, mesmo que discretamente, pela alta CFA materna em bovinos *Bos*
10 *taurus indicus*.

11 O melhor MGTe dos touros *Bos taurus indicus* filhos das vacas de alta CFA
12 pode estar relacionado a outra característica já relacionada à CFA das vacas. A
13 Stayability inclusa no programa de avaliação genética compreende a oportunidade de
14 longevidade e permanência do animal no rebanho (HUDSON & VAN VLECK, 1981).
15 Essa característica representa 22% da composição das características do MGTe e da
16 mesma forma que ocorre com a precocidade sexual, também já foi relacionada à CFA
17 das vacas em estudos anteriores. MOSA et al., (2012) trabalhando com 306 vacas
18 leiteiras da raça Holandesa classificadas em 3 grupos de CFA, baixa (≤ 15 folículos),
19 intermediária (16 a 24 folículos) e alta (≥ 25 folículos) verificaram que vacas com maior
20 CFA apresentam 3,34 vezes mais chances de prenhez no final da estação reprodutiva
21 que vacas com baixa contagem, permitindo uma maior permanência das vacas no
22 rebanho. Portanto, a maior longevidade, pode estar relacionada à menor taxa de
23 descarte decorrente de falhar na reprodução, aumentando sua stayability. Dessa
24 forma a maior stayability presente nas mães com alta CFA pode ter contribuído para
25 uma melhor avaliação genética dos filhos.

26 Embora existam poucos estudos relacionando a CFA das mães com o mérito
27 genético dos filhos, o presente estudo revela resultados que indicam haver uma
28 possibilidade de relação entre população folicular das mães e o desempenho genético
29 de sua progênie. Separadamente as características de ordem reprodutiva
30 pertencentes à mãe somam 37% do MGTe. Considerando a baixa herdabilidade das
31 características reprodutivas a CFA representa a mais alta entre as medidas
32 relacionadas à reprodução tradicionalmente estudadas (WLASH et al., 2014). Dessa
33 forma a abordagem da CFA com relação ao mérito genético exige estudos mais

1 aprofundados pois ainda faltam informações sobre o uso da CFA como ferramenta
2 para seleção de bovinos de corte em programas reprodutivos.

3

4 5. Conclusão

5

6 Vacas Nelore, com alta contagem de folículos antrais (≥ 31 folículos)
7 apresentaram filhos com maior MGTe. A CFA não influenciou o peso e o perímetro
8 escrotal dos filhos. Embora esse estudo demonstre uma relação favorável da
9 contagem de folículos antrais sobre o mérito genético dos descendentes, esse tema
10 deve ser abordado em estudos mais aprofundados relacionados à inclusão da CFA
11 na metodologia de provas de avaliação genética, pois pouco se sabe sobre a interação
12 genica relativa a essa característica.

13

14

15 Referências

16

17 BARUSELLI, P.S.; REIS, E.L.; MARQUES, M.O.; NASSER, L.F.; BO, G.A. The use of
18 hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical
19 climates. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p.479-486, 2004.

20

21 BARUSELLI, P. S., BATISTA, E. O. S., VIEIRA, L. M., e SOUZA, A. H. BARUSELLI, P.
22 S. Relationship between follicle population, AMH concentration and fertility in cattle. **Animal**
23 **Reproduction**, v.12, n. 3, p.487-497, 2015.

24

25 BATISTA, E.O.; MACEDO, G.G.; SALA, R.V.; ORTOLAN, M.D.; SA FILHO, M.F.; DEL
26 VALLE, T.A.; JESUS, E.F.; LOPES, R.N.; RENNÓ, F.P.; BARUSELLI, P.S. Plasma
27 antimullerian hormone as a predictor of ovarian antral follicular population in *Bos indicus*
28 (Nelore) and *Bos taurus* (Holstein) heifers. **Reproduction in Domestic Animals**, v.49, p.448-
29 52, 2014.

30

31 BONI, R. Ovum pick-up in cattle: a 25 yr retrospective analysis. **Animal Reproduction**, vol.9,
32 n3, p.362-369, 2012

33

- 1 BURNS, D.S.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J.L.H.; KNIGHT, P.G.; IRELAND, J.J.
2 Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: evidence for high variation among
3 animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-
4 stimulating hormone concentrations. **Biology of Reproduction**, v.73, p.53-62, 2005.
5
- 6 EVANS, A.C.O.; MOSSA, F.; WALSH, S.W.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.;
7 IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.; IRELAND, J.J. Effects of maternal environment during
8 gestation on ovarian folliculogenesis and consequences for fertility in bovine offspring.
9 **Reproduction in Domestic Animals**, v.47, p.31-37, 2012.
10
- 11 FERRAZ, P.S.; LOIOLA, M.V.G.; RODRIGUES, A.S.; LIMA, M.C.C.; BITTENCOURT,
12 T.C.B. dos S.C. de; RIBEIRO FILHO, A. de L. The effect of the intensity of estrus expression
13 on the follicular diameter and fertility of Nelore cows managed under a FTAI program. *Ciência*
14 *Animal Brasileira*, v.18, p.1-9, e-37643, 2017.
15
- 16 FERREIRA RM, CONTI TL, GONÇALVES RL, SOUTO LA, SALES JNS, SÁ FILHO MF,
17 ELLIFF FM AND BARUSELLI PS. Synchronization treatments previous to natural breeding
18 anticipate and improve the pregnancy rate of postpartum primiparous beef cows.
19 *Theriogenology*, v. 114, p. 206-211, 2018.
20
- 21 FIGUEIREDO R.A., BARROS C.M., PINHEIRO O.L., SOLER J.M. Ovarian follicular
22 dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. **Theriogenology**, v. 47. p.1489-1505. 1997.
23
- 24 FIGUEIREDO, J.R.; RODRIGUES, A.P.R.; AMORIN, C.A. Manipulação de oócitos inclusos
25 em folículos pré-antrais - Moifopa. In: GONÇALVES, P.B.D.; FIGUEIREDO, J.R.; FREITAS,
26 V.J.F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**. 1.ed. São Paulo: Varela, 2002. p.340.
27
- 28 GINTHER O.J., KNOPF L, KASTELIC J.P. Temporal associations among ovarian events in
29 cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journal of Reproduction**
30 **and Fertility**, v. 87. p. 223-230, 1989.
31
- 32 HANSEN, P. J.: Current and future assisted reproductive technologies for mammalian farm
33 animals, in: **Current and Future Reproductive Technologies and World Food Production**,
34 edited by: Lamb, G. C. and DiLorenzo, N., Springer, New York, 1–22, 2014.

- 1
2 HUDSON, G.F.S.; VAN VLECK, L.D. Relationship between production and stayability in
3 Holstein cattle. **Journal of dairy Science**, v. 64, p. 2246–2250. 1981.
4
- 5 IRELAND, J.J. Control of follicular growth and development. **Journal of Reproduction and**
6 **Fertility**, v.34, p.39-54, 1987.
7
- 8 IRELAND, J.J.; WARD, F.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; IRELAND, J.L.H.; SMITH, G.W.;
9 LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Follicle numbers are highly repeatable within individual
10 animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality
11 embryos after ovarian stimulation in cattle. **Human Reproduction**, v.22, p.1687-1695, 2007.
12
- 13 IRELAND, J.L.H.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; THEMME, A.P.N.; WARD,
14 F.; LONERGAN, P.; SMITH, G.W.; PEREZ, G.I.; EVANS, A.C.O.; IRELAND, J.J. Antral
15 follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in
16 ovaries of young adult cattle. **Biology of Reproduction**, v.79, p.1219-1225, 2008.
17
- 18 IRELAND, J.J.; ZIELAK, A.E.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.; BETTEGOWDA, A.;
19 SCHEETZ, D.; WALSH, S.; MOSSA, F.; KNIGHT, P.G.; SMITH, G.W.; LONERGAN, P.;
20 EVANS, A.C.O. Variation in the ovarian reserve is linked to alterations in intrafollicular
21 oestradiol production and ovarian biomarkers of follicular differentiation and oocyte quality in
22 cattle. **Biology of Reproduction**, v.80, p.954-964, 2009.
23
- 24 IRELAND, J.J.; SMITH, G.W.; SCHEETZA, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGERA, J.K.;
25 IRELAND, J.L.H.; MOSSA, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.O. Does size matter in
26 females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian
27 function and fertility, utility of anti-Müllerian hormone as a diagnostic marker for fertility and
28 causes of variation in the ovarian reserve in cattle. **Reproduction, Fertility and Development**,
29 v.23, p.1-14, 2011.
30
- 31 JIMENEZ-KRASSEL, F.; FOLGER, J.K.; IRELAND, J.L.; SMITH, G.W.; HOU, X.; DAVIS,
32 J.S.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.; IRELAND, J.J. Evidence that high variation in ovarian
33 reserves of healthy Young adults has a negative impact on the corpus luteum and endometrium
34 during estrous cycles in cattle. **Biology of Reproduction**, v.80, p.1272-1281, 2009.

- 1
2 JIMENEZ-KRASSEL F; SCHEETZ DM; NEUDER LM; IRELAND JLH, PURSLEY JR,
3 SMITH GW, et al. Concentration of anti-Müllerian hormone in dairy heifers is positively
4 associated with productive herd life. *Journal of Dairy Science*, v. 98, p. 3036-3045, 2015.
5
6 LOWMAN BG, SCOTT NA, SOMERVILLE SH. East of Scotland College of Agriculture.
7 Animal Production A, Department D. Condition Scoring of Cattle: Edinburgh School of
8 Agriculture; 1976.
9
10 MAPLETOFT, RJ; HASLER JF. Assisted reproductive technologies in cattle: a review. **Rev**
11 **Sci Tech**, v. 24, p. 393 a 403, 2005.
12
13 MARTINEZ, M.F.; SANDERSON, N.; QUIRKE, L.D.; LAWRENCE, S.B.; JUENGEL, J.L.
14 Association between antral follicle count and reproductive measures in New Zealand lactating
15 dairy cows maintained in a pasture-based production system. **Theriogenology**, v.85, p.466-75,
16 2016.
17
18 MENDONÇA, H.G.R.; SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS, T.R.R.;
19 BLASCHI, W.; MOROTTI, F.; MORAES, F.L.Z.; SENEDA, M.M. Pregnancy rates following
20 FTAI of Nelore heifers (*Bos indicus*) with high, intermediate and low numbers of antral
21 follicles. **Animal Reproduction**. v.10, p.452. 2013. (abstract)
22
23 MERTON, J. S., B.; ASK, D. C.; ONKUNDI, E.; MULLAART, B.; COLENBRANDER, M.
24 Genetic parameters for oocyte number and embryo production within a bovine ovum pick-up-
25 in vitro production embryo-production program. **Theriogenology**, v.72, p.885–893, 2009.
26
27 MORAES, Fábio Lucas Zito. **Influência da contagem de folículos antrais na taxa de**
28 **concepção de vacas inseminadas em tempo fixo**. 2016. 44f. Dissertação (Mestrado em saúde
29 e produção de ruminantes: Produção animal) - Universidade do Norte do Paraná e Universidade
30 Estadual de Londrina, Londrina 2016.
31
32 MORAES, F.L.Z.; MOROTTI, F.; BORTOLIERO, C.C.; LUNARDELLI, P.A.; SENEDA, M.
33 M. Relationships between antral follicle count, body condition, and pregnancy rates after timed-
34 AI in *Bos indicus* cattle. **Theriogenology**, v. 136, p. 10–14, 2019.

- 1
2 MOROTTI, F.; BARREIROS, T.R.R.; MACHADO, F.Z.; GONZÁLEZ, S.M.; MARINHO,
3 L.S.R.; SENEDA, M.M. Is the number of antral follicles an interesting selection criterium for
4 fertility in cattle? **Animal Reproduction**, v.12, p.479-486, 2015.
5
6 MOROTTI, F., SANTOS, G. M., JUNIOR, C. K., SILVA-SANTOS, K. C., ROSO, V. M.,
7 SENEDA, M. M. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle population in
8 beef heifers. **Theriogenology**, v. 91, p. 21–26, 2017.
9
10 MOROTTI, F.; MORETTI, R.; SANTOS, G. M.G.; SILVA-SANTOS, K. C.; CERQUEIRA,
11 P. H.; SENEDA, M. M. Ovarian follicular dynamics and conception rate in *Bos indicus* cows
12 with different antral follicle counts subjected to timed artificial insemination. *Animal*
13 *Reproduction*, Belo Horizonte, v. 188, p. 170-177, 2018.
14
15 MOSSA, F.; KENNY, D.; JIMENEZ-KRASSEL, F.; SMITH, G.W.; BERRY, D.; BUTLER,
16 S.; FAIR, T.; LONERGAN, P.; IRELAND, J.J.; EVANS, A.C.O. Undernutrition of Heifers
17 during the First Trimester of Pregnancy Diminishes Size of the Ovarian Reserve in Female
18 Offspring. 42nd **Annual Meeting of the Society for Study of Reproduction**. Pittsburg, PA.
19 v.135, p.77. 2009. (Abstract)
20
21 MOSSA, F.; WALSH, S.W.; BUTLER, S.T.; BERRY, D.P.; CARTER, F.; LONERGAN, P.;
22 SMITH, G.W.; IRELAND, J.J.; EVANS, A.C.O. Low numbers of ovarian follicles ≥ 3 mm in
23 diameter are associated with low fertility in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.95,
24 p.2355-2361, 2012.
25
26 PONTES, J.H.F.; NONATO-JUNIOR, I.; SANCHES, B.V.; ERENO-JUNIOR, J.C.; UVO, S.;
27 BARREIROS, T.R.R.; OLIVEIRA, J.A.; HASLER, J.F.; SENEDA, M.M. Comparison of
28 embryo yield and pregnancy rate between *in vivo* and *in vitro* methods in the same Nelore (*Bos*
29 *indicus*) donor cows. **Theriogenology**, v.71, p.690-697, 2009
30
31 PONTES, J.H.F.; SILVA, K.C.F.; BASSO, A.C.; RIGO, A.G.; FERREIRA, C.R.; SANTOS,
32 G.M.G.; SANCHES, B.V.; PORCIONATO, J.P.F.; VIEIRA, P.H.S.; FAIFER, F.S.; STERZA,
33 F.A.M.; SCHENK, J.L.; SENEDA, M.M. Large-scale *in vitro* embryo production and

- 1 pregnancy rates from *Bos taurus*, *Bos indicus*, and *indicus-taurus* dairy cows using sexed
2 sperm. **Theriogenology**, v.74, p.1349-1355, 2010.
- 3
- 4 PONTES, J.H.F.; MELO-STERZA, F.A.; BASSO, A.C.; FERREIRA, C.R.; SANCHES, B.V.;
5 RUBIN, K.C.P.; SENEDA, M.M. Ovum pick up, *in vitro* embryo production, and pregnancy
6 rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (*Bos indicus*) donors.
7 **Theriogenology**. v.75, p.1640-1646, 2011.
- 8
- 9 RODRIGUES, A. S.; OLIVEIRA, S. N.; FERRAZ, P. A.; LOIOLA, M. V. G.; COUTINHO,
10 T. P.; SANTOS, M. M.; CHALHOULB, M. Antral follicle counts in Nelore females with
11 different reproductive parameters and body condition score. **Animal Reproduction**, v. 10, p.
12 395, 2013.
- 13
- 14 RODRIGUES, A.S.; OLIVEIRA, S.N.; LOIOLA, M.V.G.; FERRAZ, P.A.; CHALHOUB, M.;
15 BITTENCOURT, R.F; ARAUJO, E.A.B.; BITTENCOURT, T.C.B.S.C.; RIBEIRO FILHO,
16 A.L. Contagem de folículos antrais em fêmeas Nelore submetidas a inseminação artificial em
17 tempo fixo. **Ciência Rural**, v.45, p.711-717, 2015.
- 18
- 19 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS, T.R.R.; BLASCHI, W.;
20 MOROTTI, F.; SILVA, C.B.; MORAES, F.L.Z.; GIUDICISSI, D.P.L.; SENEDA, M.M.
21 Conception rates following FTAI of Nelore cows (*Bos indicus*) with high, intermediate and low
22 numbers of antral follicles. **Animal Reproduction**, v.10, p.451, 2013. (abstract)
- 23
- 24 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; SILOTO, L.S.; MOROTTI, F.;
25 MARCANTONIO, T.N.; MARINHO, L.S.R.; THASMO, R.L.O.; KOETZ, J.R.C.; CINTRA,
26 D.M.L.; SENEDA, M.M. Dinâmica folicular em fêmeas bovinas de alta, média e baixa
27 contagem de folículos antrais: resultados preliminares. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.40,
28 p.422, 2012. (abstract).
- 29
- 30 SANTOS, G.M.G.; SILVA-SANTOS, K.C.; BARREIROS, T.R.R.; MOROTTI, F.;
31 SANCHES, B.V.; MORAES, F.L.Z.; BLASCHIB, W.; SENEDA, M.M. High numbers of
32 antral follicles are positively associated with *in vitro* embryo production but not the conception
33 rate for FTAI in Nelore cattle. **Animal Reproduction Science**, v.165, p.17-21, 2016.
- 34

- 1 SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; SILOTO, L.S.; HERTEL, M.F.; ANDRADE,
2 E.R.; RUBIN, M.I.B.; STURION, L.; STERZA, F.A.M.; SENEDA, M.M. Estimate of the
3 population of preantral follicles in the ovaries of *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus*
4 females. **Theriogenology**, v.76, p.1051-1057, 2011.
5
- 6 SILVA-SANTOS, K.C.; SANTOS, G.M.G.; KOETZ JÚNIOR, C.; MOROTTI, F.; SILOTO,
7 L.S.; MARCANTONIO, T.N.; URBANO, M.R.; OLIVEIRA, R.L.; LIMA, D.C.M.; SENEDA,
8 M.M. Antral follicle populations and embryo production - *in vitro* and *in vivo* - of *Bos indicus*-
9 *taurus* donors from weaning to yearling ages. **Reproduction in Domestic Animals**, v.49,
10 p.228-32, 2014.
11
- 12 SINGH, J.; DOMINGUEZ, M.; JAISWAL, R.; ADAMS, G.P. A simple ultrasound test to
13 predict the superstimulatory response in cattle. **Theriogenology**, v.62, p.227-243, 2004.
14
- 15 SOUZA, R.S. **Influência materna nas características morfológicas de ovários e testículos**
16 **de fetos bovinos da raça nelore**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
17 UNESP, Faculdade de Medicina Veterinária, 2014.
18
- 19 WALSH, S.W.; MOSSA, F.; BUTLER, S.T.; BERRY, D.P.; SCHEETZ, D.; JIMENEZ-
20 KRASSEL, F.; TEMPELMAN, R.J.; CARTER, F.; LONERGAN, P.; EVANS, A.C.;
21 IRELAND, J.J. Heritability and impact of environmental effects during pregnancy
22
23
24

1 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

2 Vacas Nelore (*Bos taurus indicus*) com baixa contagem de folículos
3 antrais apresentaram maior taxa de concepção que as de alta em protocolos de IATF.
4 A taxa de concepção foi influenciada pela manifestação de estro, porém não houve
5 relação entre a CFA e essa característica.

6 A CFA das filhas não apresentou relação com características
7 maternas e paternas analisadas em nosso estudo. Porém, as vacas de alta CFA
8 tiveram filhos com a melhor avaliação de mérito genético econômico. Devido às
9 poucas informações referentes à aplicabilidade da CFA em programas de
10 melhoramento genético e ao peso das características reprodutivas nos programas de
11 avaliação genética, é ser necessário outros estudos que relacionam população
12 folicular com características de interesse produtivo. Dessa forma, consideramos que
13 vacas *Bos taurus indicus* selecionadas geneticamente e submetidas à IATF
14 apresentam melhor taxa de concepção quando pertencentes à classe de baixa CFA.

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29