

---

## **Avaliação Preliminar dos Parâmetros Métricos e Visuais em Fêmeas Bovinas de Corte Submetidas a IATF**

### **Preliminary Evaluation of Metric and Visual Parameters in Beef Cattle Female submitted to FTAI**

---

**Augusto Urzedo Pereira Queiroz**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3900-2524>

Instituição: University of Uberaba, Brasil

E-mail: [augusto\\_agso@hotmail.com](mailto:augusto_agso@hotmail.com)**Amanda Urzedo Pereira Queiroz**ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5560-8929>

Instituição: University Center of Rio Preto, Brasil

E-mail: [urzedoapq@hotmail.com](mailto:urzedoapq@hotmail.com)**Evandro José Rigo**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0386-8967>

Instituição: University of Uberaba, Brasil

E-mail: [evandro.rigo@uniube.br](mailto:evandro.rigo@uniube.br)**Amanda Pifano Neto Quintal**ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6972-1568>

Instituição: Faculdade Associadas de Uberaba, Brasil

E-mail: [apnquintal@yahoo.com](mailto:apnquintal@yahoo.com)**Guilherme Costa Venturini**ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4738-5983>

Instituição: University of Uberaba, Brasil

E-mail: [guilherme.venturini@uniube.br](mailto:guilherme.venturini@uniube.br)**André Belico de Vasconcelos**ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1091-9531>

Instituição: University of Uberaba, Brasil

E-mail: [devasconcelos.a.b@gmail.com](mailto:devasconcelos.a.b@gmail.com)

---

### **RESUMO**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros métricos e visuais na seleção de matrizes, com o intuito de auxiliar no protocolo de Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em vacas mestiças e Nelore PO. Para tal foram utilizadas 47 fêmeas, sendo 29 cruzadas (F1 – ANGUS x NELORE) e 22 fêmeas Nelore PO, clinicamente sadias. No dia D0 do protocolo de IATF, avaliou-se o escore de condição corporal empregando o dispositivo (VETSCORE®); o diâmetro do ovário e a presença ou não de estruturas no ovário (folículo dominante, corpo lúteo e características de anestro) por ultrassonografia transretal, por meio de transdutor linear com frequência de 5 MHz (SonoScape® A5 Vet). Todas as fêmeas foram submetidas ao mesmo protocolo de IATF. Para análise estatística foi aplicado o teste Two-way anova seguido pelo teste de Tukey e teste de contingência Qui-quadrado utilizando 5% de significância ( $p < 0,05$ ). Na relação do escore de condição corporal com diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO), observou-se que não há diferença entre as medidas dos folículos quanto aos grupos.

**Palavras-chave:** IATF; Inseminação Artificial; Reprodução Bovina

---

## ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate metric and visual parameters in matrices selection, with the aim of assisting in the Fixed Time Artificial Insemination (FTAI) protocol in mixed breed and Nelore PO waves. For this purpose, 47 females were used, 29 crosses (F1 – ANGUS x NELORE) and 22 Nelore PO females, clinically healthy. On day zero (D0) of FTAI protocol, the body condition score using the device (VETSCORE®) was evaluated; the ovary diameter and the ovary presence or absence structures (dominant follicle, corpus luteum and anestrus characteristics) by transrectal ultrasound, using a linear transducer with a frequency of 5 MHz (SonoScape® A5 Vet) were evaluated. All females were submitted to the same FTAI protocol. For statistical analysis, Two-way Anova test was applied followed by Tukey test and Chi-square contingency test, using 5% significance ( $p < 0.05$ ). The relationship between score with dominant follicle diameter (D/FD) and pre-ovulatory follicle diameter (D/FPO), it should be noted that there is no difference between the groups follicles measurements.

**Keywords:** FTAI; Artificial Insemination; Bovine Breeding

---

## INTRODUÇÃO

A crescente expansão do mercado Brasileiro de proteína animal bovina para exportação, desencadeou uma procura por animais de alta qualidade e desempenho, para suprir as necessidades e exigências do mercado importador (ABIEC, 2021; MALAFAIA et al., 2021). De acordo com Baruselli, (2022), no ano 2021 ocorreu um crescimento de (24,6%) na busca de protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), comparado ao ano anterior e (20%) na quantidade de doses de sêmen comercializadas comparado ao ano de 2020.

Com a aplicação em grande escala da técnica de inseminação artificial em tempo fixo, diversos pesquisadores vêm tentando otimizar e encontrar formas de aumentar o índice de prenhez (MAPLETOFT et al., 2018; PUGLIESI et al., 2019). Para o êxito nos programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) é necessário a utilização de protocolos hormonais, capazes de atuar diretamente no ciclo estral das fêmeas, fazendo com que tenha um maior número de animais sincronizados ao mesmo tempo (BARUSELLI et al., 2018).

De acordo Pfeifer et al., (2017) o monitoramento do escore de condição corporal utilizando o dispositivo Vetscore®, antes da IATF pode aumentar o número de prenhez por inseminação artificial. Por conseguinte, Wiltbank et al., (2006) apontaram que vacas com baixo ECC possuem menor atividade estrogênica em seu folículo dominante e quantidade de hormônios estimulantes inadequada prejudicando a esteroidigênese.

Diversos estudos confirmam a correlação entre o maior diâmetro do folículo pré-ovulatório com a maior probabilidade de concepção das fêmeas bovinas zebuínas (SÁ FILHO

et al., 2010; PERES et al., 2009; DIAS et al. 2009). Folículos pré-ovulatório com maior diâmetro estão relacionados com maiores concentrações de estradiol (ATKINS et al. 2010).

Frente ao exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar parâmetros métricos e visuais na seleção de matrizes que podem auxiliar no protocolo de IATF em vacas mestiças e Nelore PO.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi submetido ao comitê de ética em experimentação animal número de processo nº 004/2022, sendo considerado aprovado.

O presente estudo foi realizado durante os meses de janeiro a março 2022, considerado período chuvoso, em duas propriedades rurais, localizada no município de Carneirinho, MG, todas na mesma região, com clima e bioma idênticos.

Foram utilizadas 47 fêmeas, sendo 29 cruzadas (F1 – ANGUS x NELORE) da fazenda 01 (divididas em Multípara n=16 e novilhas n=13) e 22 fêmeas Nelore PO (Multípara n=14 e novilhas n=8) da fazenda 02, todas clinicamente sadias.

Foram considerados para categoria multípara, vacas com histórico de mais de dois partos e para a categoria novilhas, animais que nunca pariram, com mais 350kg de peso corporal entre 15 e 20 meses.

Os animais foram manejados em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv marandu, em taxa de lotação 4 UA/ha, recebendo suplementação com concentrado proteico de baixo consumo e água *ad libitum*, além de um rigoroso controle sanitário.

Por serem duas propriedades distintas, optou-se por não combinar os mesmos dias, e sim coincidir o mesmo horário dos manejos. Portanto nas duas propriedades as avaliações e protocolos foram no período da manhã e a inseminação no período da tarde, em dias diferentes, e apenas animais que responderam ao protocolo foram incluídos nos dados.

No dia D0 do protocolo de IATF, avaliou-se o escore de condição corporal empregando o dispositivo (VETSCORE<sup>®</sup>, Embrapa Rondônia, Brasil); o diâmetro do ovário e a presença ou não de estruturas no ovário (folículo dominante, corpo lúteo e características de anestro) por ultrassonografia transretal.

Como sugerido por Pfeifer, (2014), a leitura do escore de condição corporal (ECC) é determinado pela indicação de cores: vermelha (baixo ECC), verde (adequado ECC) e amarela (alto ECC).

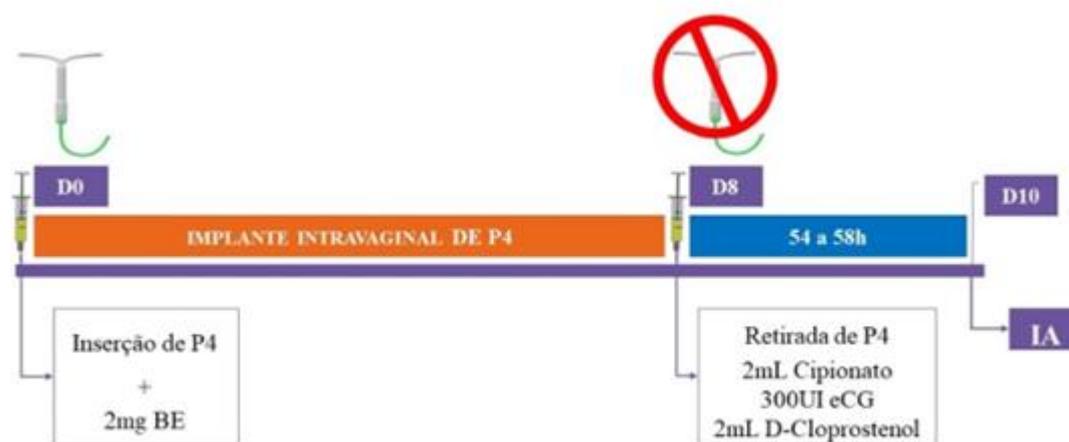
Após a avaliação, todas as fêmeas foram submetidas ao mesmo protocolo de IATF, que consistiu em inserção do dispositivo intravaginal contendo 1,2g de Progesterona (FERTILCARE 1200<sup>®</sup>, MSD Saúde Animal, Brasil) e 2mg de benzoato de estradiol (FERTILCARE SINCRONIZAÇÃO<sup>®</sup>, MSD Saúde Animal, Brasil), por via intramuscular (IM).

Oito dias após a inserção do dispositivo de progesterona, no dia D8 do protocolo de IATF, realizou-se a remoção do dispositivo de progesterona, logo analisou-se novamente o escore de condição corporal empregando o dispositivo (VETSCORE<sup>®</sup>, Embrapa Rondônia, Brasil) e o diâmetro folicular por meio de ultrassonografia transretal.

Seguidamente administrou-se, 0,526 mg de cloprostenol sódico (ESTRON<sup>®</sup>, AGENER UNIÃO Saúde Animal, Brasil), 1mg de cipionato de estradiol (FERTILCARE OVULAÇÃO<sup>®</sup>, MSD Saúde Animal, Brasil), 300UI de gonadotrofina coriônica equina (SINCROeCG<sup>®</sup>, Ourofino Saúde Animal, Brasil) e a utilização do bastão de identificação de cio.

No décimo dia do protocolo de IATF, 54 a 56 horas após a retirada do dispositivo de progesterona no (D8), avaliou-se o escore de condição corporal empregando o dispositivo (VETSCORE<sup>®</sup>, Embrapa Rondônia, Brasil) e o diâmetro folicular por meio de ultrassonografia transretal, como mostra na (Figura1).

**Figura1.** Protocolo utilizado para inseminação artificial em tempo fixo



Fonte: Pessoal

Para obtenção do diâmetro do folículo dominante no dia oito e o diâmetro do folículo pré-ovulatório no dia da inseminação, foi necessário a utilização de um transdutor linear com

frequência de 5 MHz (SonoScape® A5 Vet) para formação das imagens. Após a obtenção das imagens, eram realizadas as medidas de acordo com as bordas laterais e dorsoventral do folículo.

Seguidamente avaliou-se o escore de remoção de tinta do bastão como sugerido por Batista, et al., (2017), classificando em ESCT **1** sem remoção de tinta (sem expressão de cio), ESCT **2** pouca remoção de tinta (baixa expressão de cio) ESCT **3** muita ou remoção total de tinta (alta expressão de cio).

Após a coletada de dados os animais foram inseminados, pelo mesmo inseminador, e destinados a pastagem. Devido ao presente trabalho ter utilizado matrizes de diferentes raças, foi necessário a utilização de dois touros de raças distintas (Brangus e Nelore), empregando-se apenas um único touro para cada grupo.

O diagnóstico de gestação foi realizado aos 30 dias por meio de ultrassonografia transretal (Ultrassom SonoScape A5V, com sonda linear 5 MHz).

Para análise estatística foi utilizado o programa *GraphPadPrism* 6.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA), para análise descritiva com média, desvio padrão e percentual de prenhez. Além disso foi aplicado o teste Two-way anova seguido pelo teste de Tukey e teste de contingência Qui-quadrado  $p < 0,05$ ).

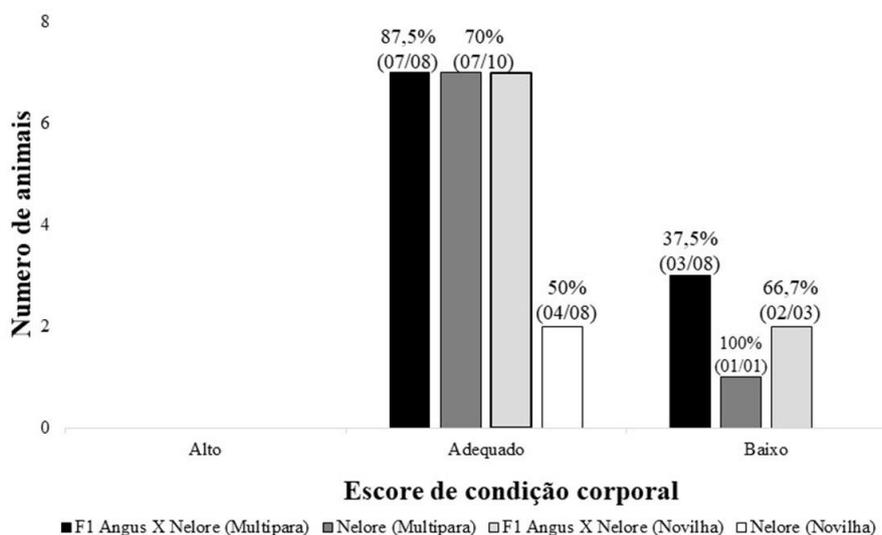
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da razão do escore de condição corporal nos grupos genéticos e categorias avaliadas, em relação a taxa de prenhez, foi observado que do total dos animais do estudo (Nelore/novilhas  $n=8$ ; Nelore/Multíparas  $n=14$ ; F1/Novilhas  $n=13$ ; F1/Multíparas  $n=16$ ) a grande maioria foi classificada com condição de escore corporal adequada.

Dentro desta classificação (adequado) foi possível verificar que as novilhas Nelore tiveram menor taxa de prenhez ( $p < 0,05$ ), comparado aos demais animais com escore corporal adequado. E que ao observar a classificação de escore corporal adequado versus baixos, não ocorreu diferença na porcentagem da taxa de prenhez 70% (07/10) versus 66,7% (02/03) para este grupo (Figura2).

Corroborando com os resultados de Reggiori et al., (2016), ao encontrar maior taxa de prenhez em novilhas F1 Angus/ Nelore comparado com novilhas Nelore, sugerindo maior precocidade dos animais cruzados.

**Figura 2.** Número de animais Prenhez de acordo com escore (alto, adequado e baixo) com relação as categorias (multípara e novilhas) nos diferentes grupos genéticos F1 Angus/ Nelore e Nelore PO.



Na análise dos demais grupos, na relação entre o escore de condição corporal adequado e baixo, observou-se uma diferença no percentual da taxa de prenhez, entre os demais grupos genéticos (Figura 2). A resposta para melhor taxa de prenhez deve permear sobre os aspectos que podem estar relacionados a resposta fisiológica de cada animal (DAY e NOGUEIRA, 2013).

Desta forma não se descarta a influência da genética e o ambiente no ganho nutricional e na precocidade sexual dos animais (FERRAZ et al., 2018; MICHAEL et al 2019). O que é reforçado nos resultados apresentados em que grupo genético e categoria, F1 Angus/Nelore foi o que apresentou maior taxa de prenhez nas vacas multíparas, do que em vacas multíparas, Nelore PO.

Conforme Santana et al., (2013), os animais da raça Nelore são frequentemente selecionados para características de estrutura e conformação de carcaça, que são pouco relacionados a precocidade sexual e fertilidade. A utilização de cruzamentos para obtenção de animais heterose, tem sido uma estratégia para melhorar a precocidade sexual, desempenho reprodutivo e aumentar a produção (SARTORI et al., 2010; REGGIORI et al., 2016).

Para diâmetro do ovário (D/OVA), observa-se que as categorias Nelore multíparas é a que apresenta maior valor quando comparada as novilhas Nelore, F1 novilha e multíparas

( $p < 0,05$ ) (Tabela1). Sem diferença significativa para a avaliação diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO).

**Tabela 1.** Diâmetro ovariano (D/OVA), diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO) foram determinados como valores absolutos de acordo com categorias múltipara e novilhas nos diferentes grupos genéticos F1 Angus// Nelore ou Nelore PO.

PARÂMETROS	NELORE		F1 ANGUS/ NELORE	
	Novilha	Múltipara	Novilha	Múltipara
<b>D/OVA</b>	$38,0 \pm 9,9^b$	$41,6 \pm 12,4^a$	$22,9 \pm 5,6^c$	$36,25 \pm 9,9^b$
<b>D/FD</b>	$9,4 \pm 2,2$	$10,9 \pm 2,9$	$9,7 \pm 1,5$	$11,2 \pm 2,4$
<b>D/FPO</b>	$12,8 \pm 1,8$	$13,8 \pm 2,2$	$11,8 \pm 1,6$	$13,1 \pm 2,1$

Letras diferentes na mesma linha, define significância estatística.

Na tabela 2 a análise entre os pontos de avaliação do escore de condição corporal e diâmetro ovariano (D/OVA), diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO) com reposta de prenhez, observa-se que o ponto mais relevante na determinação da melhor taxa de prenhez está relacionado intrinsecamente ao score corporal, esta afirmativa é apontada no próprio resultado em que animais com alto valor D/OVA (44,4mm) apresentaram mesma taxa de Prenhez (70%) dos animais com menor valor de D/OVA (23,4 mm).

**Tabela 2.** Categorização dos animais em escore de condição corporal (ECC) alto, adequado e baixo: diâmetro ovariano (D/OVA), diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO) entre as categorias múltipara e novilhas nas diferentes raças F1 Angus/ Nelore ou Nelore PO.

PARÂMETROS	ECC	NELORE		F1 ANGUS/ NELORE	
		Novilha	Múltipara	Novilha	Múltipara
D/OVA	Alta	-	$35 \pm 11,35^b$	-	-
	Adequada	$38 \pm 9,9$	$44,4 \pm 12,8^a$	$23,4 \pm 6,3$	$41,9 \pm 7,3^a$
	Baixa	-	$34 \pm 0,0^b$	$21,3 \pm 1,2$	$30,6 \pm 5,3^b$
D/FD	Alta	-	$9,0 \pm 2,6$	-	-

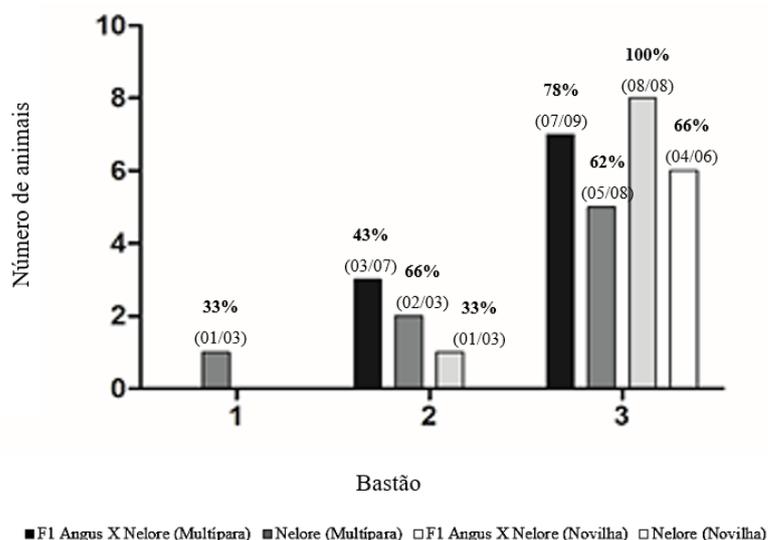
	Adequada	9,33 ± 2,2	11,6 ± 2,8	9,6 ± 1,7	11,2 ± 1,5
	Baixa	-	9,0 ± 0,0	10 ± 1,0	11,1 ± 2,3
	Alta	-	14,3 ± 1,8	-	-
D/FPO	Adequada	12,8 ± 1,7	13,8 ± 2,4	11,7 ± 1,7	13,7 ± 1,2
	Baixa	-	13,2 ± 0,0	12,33 ± 1,3	13,0 ± 2,4
	Alta	-	(00/03)	-	-
*Prenhez	Adequada	(04/08)	(07/10)	(07/10)	(07/08)
	Baixa	-	(01/01)	(02/03)	(03/08)
	Número de Animais	N 8	N 14	N 13	N 16

Letras diferentes define significância estatística. \*Prenhez define como valores absolutos em número de animais.

Na relação do score com diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO), observa-se que como não há diferença entre as medidas dos folículos quanto aos grupos, a maior prevalência de score para à avaliação adequada é o que define o resultado de prenhez.

Como uma proposta de avaliação mais dinâmica analisou-se os mesmos animais quanto a taxa de prenhez com o uso do bastão. O que se observou foi uma melhor distribuição dos animais do estudo para o bastão identificador de cio (Figura 3).

**Figura 3.** Número de animais Prenhes de acordo com bastão 3, 2 e 1 nas categorias múltipara e novilhas e diferentes nos diferentes grupos genéticos F1 Angus/ Nelore ou Nelore PO.



Vacas que apresentaram maior expressão de estro antes da inseminação artificial em tempo fixo, tiveram acréscimo na taxa de prenhez, comparado aos animais que não demonstram estro (NAKAMURA et al., 2005; RICHARDSON et al., 2016). Segundo Sá Filho et al., (2011), a observação da remoção de tinta do bastão no momento da inseminação artificial, é um importante sinal de resposta ovariana, em vacas submetidas a protocolo de IATF, a base de estradiol e progesterona.

Em concordância com os resultados apresentados por Richardson et al., (2016) e Pereira et al., (2020), maiores taxas de prenhez foram encontradas em vacas que apresentaram maior intensidade de estro antes da inseminação. Sá Filho et al., (2011), afirmam que a remoção de tinta do bastão antes da IATF, pode ser utilizado na identificação de fêmeas com maiores chances de emprenhar, quando se usa sêmen caro ou sêmen sexado.

Trabalhos realizados por Perry & Perry, (2008) e Perry & Colaboradores (2014), revelam que a baixa taxa de prenhez em animais sincronizados a IATF, que não demonstraram remoção de tinta do bastão ou expressão de estro antes da inseminação, pode estar relacionado a concentrações inadequadas de estradiol durante o período pré-ovulatório, causando pH uterino impróprio no momento da inseminação.

Ao analisar a relação do escore do bastão de tinta com a taxa de prenhez dos diferentes grupos genéticos, observou-se diferença significativa no padrão de distribuição de frequência

( $p < 0,05$ ). Destacando maior taxa de prenhez dos animais mestiços com bastão de escore 3 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Avaliação do escore do bastão 1, 2 e 3, diâmetro ovariano (D/OVA), diâmetro do folículo dominantes (D/FD) e diâmetro do folículo pré-ovulatório (D/FPO) de acordo com categorias múltipara e novilhas e diferentes nos diferentes grupos genéticos F1 Angus/ Nelore ou Nelore PO.

PARÂMETROS	ESCORE DO BASTÃO	NELORE		F1 ANGUS/ NELORE	
		Novilha	Múltipara	Novilha	Múltipara
D/OVA	1	30 ± 0,0	40,0 ± 17,8	28,0 ± 8,5	-
	2	37 ± 0,0	40,0 ± 7,1	20,1 ± 3,3	34,6 ± 11,2
	3	39,5 ± 11,1	42,8 ± 13,3	22,7 ± 3,5	37,5 ± 9,5
D/FD	1	12 ± 0,0	10,6 ± 3,4	8,3 ± 1,1	-
	2	10 ± 0,0	11,2 ± 1,2	8,3 ± 0,4	11,0 ± 2,8
	3	8,7 ± 2,2	11,3 ± 2,8	10,6 ± 0,9	11,3 ± 2,3
D/FPO	1	10,5 ± 0,0	13,0 ± 1,3	10,1 ± 1,4	-
	2	14,3 ± 0,0	14,9 ± 1,9	10,5 ± 0,7	13,0 ± 2,8
	3	13,1 ± 1,7	13,8 ± 2,5	12,8 ± 0,8	13,1 ± 1,3
*Prenhez	1	(00/01)	(05/08)	(00/02)	-
	2	(00/01)	(02/03)	(01/03)	(07/09)
	3	(04/06)	(01/03)	(08/08)	(03/07)
Número de Animais		N 8	N 14	N 13	N 16

\*Prenhez define como valores absolutos em número de animais.

No momento em que comparou o escore do bastão de tinta da cauda com os diâmetros do folículo dominante no D8 e D10, não se identificou correlação significativa linear ( $p > 0,05$ ), entre o diâmetro do folículo dominante e o escore do bastão de tinta na cauda.

Por outro lado, diferente dos resultados apresentados no presente trabalho, Perry et al., (2014), identificaram correlação positiva entre o diâmetro do folículo e as concentrações máximas de estradiol em vacas que apresentaram maior expressão de estro, mas não encontrou nenhuma relação em vacas que não apresentaram estro.

Na avaliação do diâmetro folicular, tanto D8 quanto no D10, observou-se que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) no diâmetro, quando comparado as categorias e grupo genético.

Analisando separadamente o grupo genético Nelore PO, constatou-se que não houve correlação significativa ( $p>0,05$ ), do diâmetro do folículo dominante com o escore corporal, quando os animais foram organizados por ECC nas escalas baixo (VM), adequado (VD) ou alto (AM).

Para o grupo genético de vacas F1 Angus/Nelore, verificou-se correlação significativa ( $p<0,05$ ), com o escore corporal e o diâmetro do folículo pré-ovulatório. Quanto maior o escore corporal, maior o diâmetro folicular para animais com escore corporal adequado ( $p<0,05$ ); já os animais com escore corporal baixo, não foi verificada a correlação ( $p>0,05$ ).

Corroborando com os resultados encontrados por Peralta-Torres et al., (2010), vacas com escore corporal adequado, avaliadas no momento da IATF, apresentaram folículos pré-ovulatórios com maior diâmetro, comparado com vacas com baixo ECC. Dados similares também foram encontrados por Burke et al., (2001) e Pfeifer et al., (2017).

Atkins et al. (2010), relatam que folículos pré-ovulatório com maior diâmetro estão relacionados com maiores concentrações de estradiol. Já Miller et al., (1977), realçam a importância do estradiol, na preparação do útero para receber e reconhecer o concepto. Perry & Perry, (2008), enfatizam que as concentrações de estrogênio podem influenciar diretamente o transporte dos espermatozoides e modificar o pH uterino.

O baixo escore corporal está relacionado a alterações no desenvolvimento do folículo dominante (RHODES et al., 1996), menor atividade estrogênica (WILTBANK et al., 2006), afetando diretamente o crescimento folicular (ARMSTRONG et al., 2002) e alterando os hormônios metabólicos como a insulina e IGF (MATOBA et al., 2014).

## CONCLUSÃO

A utilização de parâmetros métricos e visuais na seleção de matrizes submetidas ao protocolo de IATF, mostraram baixa relevância para a determinação de uma taxa de prenhez. Contudo o que se observa no resultado, é que mesmo não havendo relação direta entre os pontos avaliados, a condição corporal do animal tem um papel de relevância para a reprodução animal, consequentemente para o programa de IATF.

## AGRADECIMENTOS

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)/ financiamento e pela concessão de bolsa; Universidade de Uberaba/ financiamento.

## REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, D.G. GONG, J.G. WEBB, R. Interactions between nutrition and ovarian activity in cattle: physiological, cellular, and molecular mechanisms. **Reproduction**. Suppl. v.61, p. 403–414, 2002.
- ATKINS, J.A. SMITH, M.F. WELLS, K.J. GEARY, T.W. Factors affecting preovulatory follicle diameter and ovulation rate after gonadotrophin-releasing hormone in postpartum beef cows. Part I: cycling cows. **Journal Animal Science**, v.88, p. 2300-2310, 2010.
- BARUSELLI P.S, FERREIRA R.M, SÁ FILHO M.F, BÓ G.A. Review: Using artificial insemination v. Natural service in beef herds. **Animal**, v.12, p.45-52, 2018.
- BARUSELLI, P.S. FERREIRA, R.M. SÁ FILHO, M.F.D. BÓ, G.A. Using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal**, v. 12, n. s1, p. s45-s52, 2018.
- BARUSELLI, P.S. IATF bate mais um recorde e supera 26 milhões de procedimentos em 2021. **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 6a ed., 2022. Acesso <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>.
- BURKE, C.R. MUSSARD, M.L. GRUM, D.E. DAY, M. L. Effects of maturity of the potential ovulatory follicle on induction of oestrus and ovulation in cattle with oestradiol benzoate. **Animal Reproduction Science**, v. 66, n. 3-4, p. 161-174, 2001.
- CUNNINGHAM, James G; MARINHO JÚNIOR, Alcides. Tratado de fisiologia veterinária 2.ed. Rio De Janeiro: **GuanabaraKoogan**, 1999.
- DAY, M.L. NOGUEIRA G.P. Management of age at puberty in beef heifers to optimize efficiency of beef production. **Animal Frontiers: the review magazine of animal agriculture**, v.3, p.6-11, 2013.

DIAS, C.C. WECHSLER, F.S. DAY, M.L. VASCONCELOS, J.L.M. Progesterone concentrations, exogenous equine chorionic gonadotropin, and timing of prostaglandin F2 $\alpha$  treatment affect fertility in postpuberal Nelore heifers. **Theriogenology**, v. 72, p. 378-385, 2009.

DUKES | Fisiologia dos animais domésticos / editor William O. Reece, editores associados Howard H. Erickson, Jesse P. Goff, Etsuro E. Uemura; revisão técnica Luís Carlos Reis, André de Souza Mecawi. – 13. ed.– Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 2017.

FERRAZ M.V.C. PIRES A.V. SANTOS M.H. SILVA R.G. OLIVEIRA G.B. POLIZEL D.M. BIEHL M.V. SARTORI R. NOGUEIRA G.P. A. Combination of nutrition and genetics is able to reduce age at puberty in Nelore heifers to below 18 months. **Animal**. v.12 (3), p.569-574, 2018.

MAPLETOFT, R.J. BÓ, G.A. BARUSELLI, P.S. MENCHACA, A. SARTORI, R. Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. **Animal Reproduction**, v. 15, n. Supplement 1, p. 1003-1014, 2018.

MATOBA, S. BENDER, K. FAHEY, A.G. MAMO, S. BRENNAN, L. LONERGAN, P. FAIR, T. Predictive value of bovine follicular components as markers of oocyte developmental potential. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 26, n. 2, p. 337-345, 2014.

MICHAEL, J.D. BARUSELLI, P.S. CAMPANILE, G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. **Theriogenology**, v. 125, p. 277-284, 2019.

MILLER, B.G. MOORE, N.W. MURPHY, L. STONE, G.M. Early pregnancy in the ewe: effects of oestradiol and progesterone on uterine metabolism and on embryo survival. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 30, n. 4, p. 279-288, 1977.

NAKAMURA, T.J. MORIYA, T. INOUE, S. SHIMAZOE, T. WATANABE, S. EBIHARA, S. SHINOHARA, K. Estrogen differentially regulates expression of Per1 and Per2 genes between central and peripheral clocks and between reproductive and nonreproductive tissues in female rats. **Journal of neuroscience research**, v. 82, n. 5, p. 622-630, 2005.

Importance of body condition score and ovarian activity on determining the fertility in beef cows supplemented with long-acting progesterone after timed-AI. **Animal reproduction science**, v. 198, p. 27-36, 2018.

PERALTA-TORRES, J. AKÉ-LÓPEZ, J. CENTURIÓN-CASTRO, F. MAGANA-MONFORTE, J. Comparison of estradiol cypionate and estradiol benzoate effects on ovarian activity, estrus and ovulation on anestrus *Bos indicus* cows. **Journal Animal Vet Adv**, v. 9, n. 3, p. 466-470, 2010.

PEREIRA, E.T.N. DE FREITAS NETO, F.E. CORDEIRO, A.L.S. DE TEIXEIRA SILVA, L.M. DE FIGUEIREDO, Y.N. Avaliação do escore de cio e sua influência na taxa de

concepção em vacas Nelore s no Norte de Minas Gerais. **Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 2, n. 3, p. 32-45, 2020.

PERES, R.F.G. CLARO JUNIOR, I. SÁ FILHO, O.G. NOGUEIRA, G.P. VASCONCELOS, J.L.M. Strategies to improve fertility in *Bos indicus* postpubertal heifers and nonlactating cows submitted to fixed-time artificial insemination. **Theriogenology**, v. 72, p. 681-689, 2009.

PERRY, G.A. PERRY, B.L. Effect of preovulatory concentrations of estradiol and initiation of standing estrus on uterine pH in beef cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 34, n. 3, p. 333-338, 2008.

PERRY, G.A. SWANSON, O.L. LARIMORE, E.L. PERRY, B.L. DJIRA, G.D. CUSHMAN, R.A. Relationship of follicle size and concentrations of estradiol among cows exhibiting or not exhibiting estrus during a fixed-time AI protocol. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 48, p. 15-20, 2014.

PFEIFER, L.F. CASTRO, N.A., NEVES, P.M. CESTARO, J.P. SIQUEIRA, L.G. Development and validation of an objective method for the assessment of body condition scores and selection of beef cows for timed artificial insemination. **Livestock Science**, v. 197, p. 82-87, 2017.

PFEIFER, L.F.M. Tecnologia simples para avaliar a condição nutricional do rebanho. **Embrapa Rondônia-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2014.

PUGLIESI, G. BISINOTTO, D.Z. MELLO, B.P. LAHR, F.C. FERREIRA, CA., MELO, G.D. MADUREIRA, E.H. A novel strategy for resynchronization of ovulation in Nelore cows using injectable progesterone (P4) and P4 releasing devices to perform two timed inseminations within 22 days. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 54, n. 8, p. 1149-1154, 2019.

REGGIORI, M.R. TORRES JÚNIOR, R.D.A. MENEZES, G.D.O. BATTISTELLI, J.V.F. SILVA, L.O.C. ALENCAR, M.M. FARIA, F.J.C. Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens Nelore e cruzadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 1563-1572, 2016.

RHODES, F.M. ENTWISTLE, K.W. KINDER, J.E. Changes in ovarian function and gonadotropin secretion preceding the onset of nutritionally induced anestrus in *Bos indicus* heifers. **Biology of reproduction**, v. 55, n. 6, p. 1437-1443, 1996.

RICHARDSON, B.N. HILL, S.L. STEVENSON, J.S. DJIRA, G.D. PERRY, G.A. Expression of estrus before fixed-time AI affects conception rates and factors that impact expression of estrus and the repeatability of expression of estrus in sequential breeding seasons. **Animal reproduction science**, v. 166, p. 133-140, 2016.

SÁ FILHO, M.F. BALDRIGHI, J.M. SALES, J.N.S. CREPALDI, G.A. CARVALHO, J.B.P. BÓ, G.A. BARUSELLI, P.S. Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v. 129, n. 3-4, p. 132-139, 2011.

SÁ FILHO, M.F.D. AYRES, H. FERREIRA, R.M. MARQUES, M.O. REIS, E.L. SILVA, R.C.P. BARUSELLI, P.S. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. **Theriogenology**, v. 73, n. 5, p. 651-658, 2010.

SANTANA JR.M.L. ELER, J.P. CUCCO, D.D.C. BIGNARDI, A.B. FERRAZ, J.B.S. Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14 months in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 154, n. 1-3, p. 13-18, 2013.

SARTORI, R. BASTOS, M.R. BARUSELLI, P.S. GIMENES, L.U. ERENO, R.L. BARROS, C.M. Physiological differences and implications to reproductive management of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle in a tropical environment. **Reproduction Domestic Rumin** Vii, v. 67, p. 357-75, 2010.

WILTBANK, M. LOPEZ, H. SARTORI, R. SANGSRITAVONG, S. GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 17-29, 2006.

WILTBANK, M.C. PURSLEY, J. R. The cow as an induced ovulator: Timed AI after synchronization of ovulation. **Theriogenology**, v. 81, n. 1, p. 170-185, 2014.