



**MATHEUS SOARES**

**FATORES RELACIONADOS À FERTILIDADE DE VACAS  
ZEBUÍNAS SUBMETIDAS A IATF NA ESTAÇÃO DE MONTA  
2020/2021 NO MUNICÍPIO DE COCALINHO- MT**

**LAVRAS – MG**

**2021**

**MATHEUS SOARES**

**FATORES RELACIONADOS À FERTILIDADE DE VACAS ZEBUÍNAS  
SUBMETIDAS A IATF NA ESTAÇÃO DE MONTA 2020/2021 NO  
MUNICÍPIO DE COCALINHO- MT**

Relatório final de estágio supervisionado  
apresentado à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Curso de  
Medicina Veterinária, para a obtenção do título  
de Bacharel.

Prof. Dr. João Bosco Barreto Filho

Orientador

**Lavras- MG**

**2021**

**MATHEUS SOARES**

**FATORES RELACIONADOS À FERTILIDADE DE VACAS ZEBUÍNAS SUBMETIDAS A  
IATF NA ESTAÇÃO DE MONTA 2020/2021 NO MUNICÍPIO DE COCALINHO- MT**

Relatório final de estágio supervisionado  
apresentado à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Curso de  
Medicina Veterinária, para a obtenção do título  
de Bacharel.

APROVADA em 11 de junho de 2021

Dr. Marcos Ferrante (UFLA)

Me. Lucas Oliveira e Silva (USP)

Bel. Leandro Inague (Reproduz)

Prof. Dr. João Bosco Barreto Filho

Orientador

**Lavras- MG**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

Segundo Santo Tomás de Aquino há três níveis de gratidão, o nível superficial, que é aquele racional, que presta ao outro apenas um reconhecimento por sua atitude, o nível intermediário, é o de agradecimento, que dá graças, que louva àquele que lhe prestou algum benefício e o nível profundo que é aquele que se compromete com a pessoa que lhe fez o favor ou a boa atitude. Ele apresenta um nível de vinculação entre as pessoas.

Neste sentido, o Professor Jean Lauand da Universidade de São Paulo, chegou à conclusão de que somente a língua portuguesa possui uma expressão que possibilita agradecer no nível mais profundo da gratidão, que é “obrigado” ele traz o sentido da obrigação. Gera o comprometimento mútuo, gera vínculos.

Por isso, meu muito sincero obrigado primeiramente a Deus porque sem ele nada seria possível.

Meu obrigado a meus pais Antônio e Joseane, pelo apoio, sacrifício e paciência durante todos esses anos de caminhada.

Aos meus padrinhos Divina e Sebastião (in memoriam), por sempre estarem presentes e sempre me ajudando a ser uma pessoa melhor.

Ao meu Professor e Orientador João Bosco Barreto Filho pela paciência, perseverança e confiança em me ensinar tanto em Medicina Veterinária como na vida.

Aos meus irmãos da República Barraca Armada pelo companheirismo, por dividir comigo as felicidades e tristezas do dia a dia.

Aos meus amigos da Reproduz por me ajudarem e ensinarem nesta caminhada rumo ao fim do curso e início de vida profissional.

Aos colegas de grupo de estudo que muito me ajudaram durante esta longa jornada acadêmica.

A todos os meus amigos da Medicina Veterinária por me ajudarem nesta aventura acadêmica e serem companheiros melhores do que pediria.

À Universidade Federal de Lavras, ao Departamento de Medicina Veterinária e ao corpo docente.

À Alexandra Elbakyan por me ajudar, em diversos trabalhos e a tantos outros acadêmicos pelo mundo.

E a todos aqueles que participaram direta ou indiretamente na minha formação como profissional e pessoal.

*ο θεος αγαπη εστι*

## RESUMO

A IATF é uma das principais biotecnologias da reprodução utilizadas na bovinocultura de corte. Vários fatores podem impactar nas taxas de prenhez obtidas por meio da IATF, como categoria de partos, escore de condição corporal (ECC) e a reutilização de dispositivos intravaginais de liberação de progesterona (P4). Este trabalho tem como objetivo relatar a experiência de estágio na empresa Reproduz Assessoria Pecuária na área de reprodução animal, com foco em IATF em vacas zebuínas na região do Vale do Araguaia, nos estados do Mato Grosso e Goiás e analisar dados da estação de monta 2020/2021. Foram utilizados dados de 5020 animais submetidos a IATF, cadastrados no *software* Concepto® e foram observadas taxas de gestação em relação ao ECC dividido em duas classes:  $ECC \leq 2,5$  (taxa de concepção = 32,1% [660/2059]) e  $ECC > 2,5$  (taxa de concepção = 41,0% [1213/2961]). Em relação à categoria de parto, foram observadas taxas de concepção em nulíparas de 39,8% [157/394], em múltiparas de 37,7% [1399/3710] e em primíparas de 34,6% [317/916]. Quando comparados os usos de implantes de P4 monodose (0,5g), com implantes de 1g de P4 de primeiro e terceiro uso em relação à taxa de concepção em vacas múltiparas, observaram-se os índices de 40,9% [412/1006]; 37,8% [524/1384] e 40,5% [218/538], respectivamente, porém não houve diferença significativa. Somente os implantes de segundo uso (31,3% [245/782]) diferiram dos demais ( $p < 0,05$ ). Foi realizada uma análise de custo que mostrou uma economia de 54,4% na utilização dos implantes reutilizáveis em relação ao implante monodose. Conclui-se que vários fatores afetam positiva ou negativamente na eficiência reprodutiva de vacas zebuínas, fatores estes como ECC, época do ano e categoria de partos, gerando impactos econômicos na cadeia produtiva da carne.

**Palavras-chave:** ECC, implante intravaginal de progesterona, categoria de parto, reprodução em gado de corte, taxa de concepção.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Protocolo à base de GnRH (Protocolo OvSynch) .....	18
Figura 2 – Protocolo à base de Estradiol e Progesterona tendo como indutor de ovulação Benzoato de Estradiol. ....	21
Figura 3 - Protocolo de IATF à base de Estradiol e Progesterona mais comumente utilizado pela empresa Reproduz.....	24
Figura 4. Análise exploratória da eficiência reprodutiva dos protocolos de IATF realizados pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em vacas da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil.....	26

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1 - Média acumulada de precipitação x meses do ano. Pluviosidade média anual do ano de 2020 (laranja) e pluviosidade média dos anos 1981 a 2010 (azul).....32

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função da categoria de partos.....	27
Tabela 2 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função do escore de condição corporal (ECC).....	28
Tabela 3 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função do número de usos dos implantes intravaginais de liberação de progesterona utilizados no protocolo de IATF.....	29
Tabela 4- Porcentagem de animais submetidos à IATF pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil em função da estação das estações seca e chuvosa.....	31
Tabela 5- Valores médios, mínimos e máximos em Real por unidade de implante reutilizável e monodose encontrados em diferentes lojas brasileiras, físicas e virtuais.....	32

## LISTA DE SIGLAS

BE	Benzoato de Estradiol
CE	Cipionato de Estradiol
CH	Corpo Hemorrágico
CL	Corpo Lúteo
D0	Dia zero do protocolo de Inseminação artificial em tempo fixo
D8	Dia oito do protocolo de Inseminação artificial em tempo fixo
D10	Dia dez do protocolo de Inseminação artificial em tempo fixo
E2	17 $\beta$ - estradiol
ECC	Escore de Condição Corporal
eCG	Gonadotrofina Coriônica Equina
FSH	Hormônio Folículo Estimulante
g	Gramma
GnRH	Hormônio Liberador de Gonadotrofinas
h	Hora
IA	Inseminação Artificial
IATF	Inseminação Artificial em Tempo Fixo
IGF	Fator de Crescimento Semelhante à Insulina
IGFBP	Proteína Ligante de Fator de Crescimento Semelhante a Insulina
LH	Hormônio Luteinizante
mg	Miligramma
$\mu$ g	Microgramma
ml	Mililitro
mm	Milímetro
MT	Mato Grosso
ng	Nanogramma
ONU	Organização das Nações Unidas
UI	Unidades Internacionais
VE	Valerato de Estradiol

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Ciclo Estral</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Dinâmica folicular</b>	<b>15</b>
<b>2.4</b>	<b>Inseminação artificial em tempo fixo</b>	<b>18</b>
<b>2.5</b>	<b>Protocolos a base de E2 e P4</b>	<b>19</b>
<b>2.6</b>	<b>Progesterona</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>ESTÁGIO SUPERVISIONADO</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Atividades Desenvolvidas</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos objetivos da ONU no Brasil, até 2030, é erradicar a fome e garantir o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e pessoas em situações vulneráveis, incluindo crianças e idosos, a alimentos seguros, culturalmente adequados, saudáveis e suficientes durante todo o ano, ou seja, garantir segurança alimentar a todos. Porém há fatores que podem dificultar a realização desse objetivo (ONU, 2021).

Estima-se que 9% da população da América Latina e Caribe sofre de grave insegurança alimentar, o que significa que ficam sem comida, podendo passar um dia ou vários dias sem comer. Da mesma forma, cerca de 205 milhões de pessoas da mesma região vivem em condições de insegurança alimentar moderada, o que ocorre quando as pessoas enfrentam incerteza em sua capacidade de obter alimentos e são forçadas a reduzir a quantidade ou a qualidade dos alimentos que consomem (FAO, 2020).

Outro fator que impacta negativamente para a conclusão deste objetivo é o preço da dieta. Quando se levam em conta as necessidades energéticas mínimas, a América Latina e o Caribe têm o custo mais alto dentre todas as regiões do mundo, cerca de US\$1,06/dia por pessoa. Esse valor é 34% mais caro que a média global, o que torna ainda pior quando levados em consideração os valores para uma dieta saudável, ou seja, com todos os nutrientes essenciais. Nesse caso, o custo médio passa a ser de US\$ 3,98/dia por pessoa, também o mais alto no mundo. Esse valor é 3,3 vezes mais alto do que uma pessoa abaixo da linha da pobreza pode gastar em alimentos. No Brasil se estima que 27 milhões de pessoas estejam abaixo da linha da pobreza (FGV, 2021; FAO, 2020).

O consumo da carne no Brasil não está associado somente ao seu valor nutricional, mas também desempenha papéis sociais por estar ligado a uma construção histórico-cultural e ser visto como uma projeção e coesão social (GOMES, 2013). A carne bovina é considerada um alimento de alta densidade nutricional, ou seja, possui elevada quantidade de nutrientes em relação ao seu valor energético pois possui uma elevada quantidade de proteínas de alto valor biológico, além de ser rica em vitaminas como tiamina, riboflavina, niacina, ácido fólico e pantotênico, B6 e B12 e também em minerais como potássio, ferro, magnésio, fósforo e zinco, tornando a carne bovina um alimento muito importante na dieta brasileira (VALLE, 2000).

Dentre treze grupos alimentares, levantados pelo IBGE em 2019, a carne ocupa o primeiro lugar na despesa média mensal familiar com alimentação no domicílio, com cerca de 20,2% do custo da total dieta, não considerando que a arroba do boi teve um aumento de cerca de 210% nos últimos dois anos. Esse aumento deve-se principalmente a demanda de carne

provocada pela peste suína africana que dizimou grande parte da população de suínos na Ásia, além da pandemia de COVID-19, alta do ciclo pecuário e do preço de insumos (IBGE, 2019; FAO, 2020).

Neste cenário, a fim de minimizar os custos de produção, aumentando a lucratividade para o produtor e diminuindo o custo da carne para o consumidor, busca-se cada vez mais aumentar a eficiência reprodutiva dos rebanhos de corte no Brasil, principalmente através de melhorias nas biotecnologias já empregadas, como a IATF.

O objetivo deste trabalho foi relatar a experiência de estágio e analisar dados da estação de monta 2020/2021 realizada pela empresa Reproduz Assessoria Pecuária, em bovinos de corte na região do Vale do Araguaia nos estados de Mato Grosso e Goiás, com foco principal na relação entre o número de usos de implantes intravaginais de liberação de progesterona reutilizáveis e de uso único utilizados em IATF e seus impactos econômicos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ciclo Estral

O ciclo estral é o período compreendido entre dois estros. Em média, na fêmea bovina, tem uma duração de 21 dias, podendo variar entre de 14 a 29 dias, e é dividido em quatro fases: o proestro e o estro, que constituem a fase folicular, e o metaestro e diestro, que compreendem a fase lútea. O ciclo estral é regulado por hormônios através do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal. Os principais hormônios envolvidos são o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), hormônio folículo estimulante (FSH), hormônio luteinizante (LH), 17- $\beta$  estradiol (E2), Progesterona (P4) e Prostaglandina F2- $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) (VALLE, 1991; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

### 2.2 Eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal

O eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal se estabelece através de *feedbacks* negativos e positivos provocados pelos hormônios secretados no hipotálamo (GnRH), hipófise anterior (FSH e LH), ovários (E2, Inibina e P4) e pelo útero (PGF2 $\alpha$ ) (COLAZO, 2014).

Existem dois padrões de liberação de GnRH nas fêmeas bovinas, o padrão tônico e o cíclico. Esses padrões têm características diferentes ao longo do ciclo estral e são regulados de forma diferente. Na liberação cíclica, ao contrário do que se pensava anteriormente, a ação do E2 não ocorre de maneira direta sobre os neurônios secretores de GnRH, pois estes não apresentam receptores para tal hormônio. Acredita-se hoje que uma série de neurônios que sintetizam um peptídeo chamado kisspeptina, forte estimulador de liberação de GnRH, sejam os responsáveis pelo padrão cíclico de secreção. Presume-se então que o E2 atue de maneira indireta na liberação de GnRH. Já a forma de controle do padrão tônico ainda não é plenamente conhecida (TSUTSUMI; WEBSTER, 2009; SMITH et al., 2015).

O GnRH atuará sobre a hipófise anterior, através do sistema porta hipotalâmico-hipofisário, que responde ao estímulo, aumentando a síntese e a secreção do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio folículo estimulante (FSH), que por sua vez regulam o desenvolvimento e a função gonadal (GHARIB et al., 1990; TSUTSUMI; WEBSTER, 2009).

Durante as fases folicular inicial e lútea, a ação do FSH é predominante em relação à de LH, ao passo que a ação do LH é predominante em relação à de FSH na fase folicular tardia. Durante a fase folicular do ciclo ovulatório, o aumento da produção de estradiol 17- $\beta$ ,

associado à baixa concentração de progesterona, decorrente do processo de luteólise funcional, ativa os neurônios secretores de kisspeptina, substituindo o padrão tônico e aumentando a frequência e amplitude dos pulsos de GnRH, gerando um pico que, por sua vez, favorece a síntese de LH, levando ao pico de LH e desencadeando a ovulação (TSUTSUMI; WEBSTER, 2009).

Durante o proestro, que tem duração de dois a três dias, ocorre diminuição das concentrações séricas de progesterona, devido a regressão do corpo lúteo, por meio da PGF2 $\alpha$ . Concomitante a isso, há o desenvolvimento folicular com aumento da produção de E2 (VALLE, 1991). O GnRH secretado no hipotálamo estimula a liberação de FSH e LH na hipófise. Os elevados níveis de FSH no sangue induzem o crescimento dos folículos e, posteriormente o LH estimulará a maturação do folículo dominante (COLAZO, 2014).

Na fase de estro o animal apresenta sinais de cio devido aos altos níveis séricos de E2 produzido pelo folículo dominante, tais como inquietação, aceitação de monta e presença de corrimento vaginal claro e viscoso (VALLE, 1991).

Na fêmea bovina, o metaestro é marcado pelo pico de LH, que desencadeia a ovulação. Após a ovulação, as células da granulosa do folículo ovulatório transformam-se em um corpo hemorrágico (CH) e, subsequentemente, no corpo lúteo (CL) (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

No diestro, o CL produz progesterona ao máximo de sua capacidade. Ocorrem também ondas adicionais de desenvolvimento de folículos que produzem estrógeno antes de sofrerem uma regressão programada, a atresia. A atresia ocorre devido à alta concentração de P4 que faz um *feedback* negativo sobre a secreção de GnRH. Entre os dias 17 e 18 do ciclo estral, o CL entra em regressão, caso o animal não esteja gestante. A regressão do corpo lúteo ocorre pela ação da PGF2 $\alpha$  produzida no útero que chega ao ovário através de um mecanismo de contracorrente, dando início ao proestro novamente (COLAZO, 2014; NISWENDER et al., 2021).

### **2.3 Dinâmica folicular**

Nos bovinos, milhares de folículos estão presentes em cada ovário, mas, geralmente, somente um irá ovular a cada ciclo estral. Observações ultrassonográficas têm revelado que a dinâmica folicular de bovinos ocorre através de ondas. Em média, nos bovinos, por ciclo, há três ondas de desenvolvimento folicular, podendo variar de uma a quatro ondas, conforme a raça e a categoria de partos. Em vacas da raça Nelore, por exemplo, existe a predominância de duas ondas foliculares, já em novilhas foi verificado, em sua maioria, a presença de três ondas (FIGUEIREDO et al., 1997; HAFEZ; HAFEZ, 2004). Essas ondas de crescimento folicular são

caracterizadas por um grupo de folículos que são recrutados, fenômeno conhecido como emergência folicular, e iniciam uma fase de crescimento comum por cerca de três dias. Após essa fase, ocorrerá uma mudança distinta nas taxas de crescimento dos folículos. Dentre esses folículos apenas um continua seu desenvolvimento e é chamado de folículo dominante, enquanto os outros sofrem decréscimo de tamanho e são conhecidos por folículos subordinados (GINTHER et al., 2003).

Durante a emergência folicular, quando os folículos atingem diâmetros acima de 4 mm, eles passam a ser dependentes de FSH para o seu contínuo crescimento. Neste ponto todos os folículos da onda teriam a possibilidade de se tornar o folículo dominante. (GINTHER et al., 2003; HAFEZ; HAFEZ, 2004). Quando um folículo alcança um diâmetro entre 7 a 9 mm ele alterna suas necessidades gonadotróficas do FSH para o LH. Esse é o principal evento para a formação de um folículo dominante (XU et al., 1995; GINTHER et al., 2003).

Um estudo realizado na universidade do Missouri mostrou que a aquisição de receptores de LH nas células da granulosa pode ser o principal fator para o estabelecimento e manutenção da dominância folicular. De acordo com o modelo de Missouri, como ficou assim conhecido, um folículo que adquiriu receptores de LH antes dos outros folículos poderia teoricamente privar todos os outros folículos de gonadotrofinas ao inibir seletivamente o FSH, enquanto não inibe o LH. A secreção de FSH é inibida por estradiol e inibina. O processo foi considerado como uma competição, na qual o folículo dominante, com receptores de LH nas células da granulosa, sairia vitorioso (XU et al., 1995; LUCY, 2007).

Outro estudo realizado na Universidade de Cornell, mostrou que os folículos dominantes e pré-ovulatórios possuem altas concentrações de estradiol e estão associadas a concentrações mais baixas de proteínas de ligação do fator de crescimento semelhante à insulina (IGFBP-2, -4 e -5), que pode prevenir a ligação do IGF-1 ao seu receptor. Um aumento no FSH iniciaria o recrutamento de uma onda folicular e dentro de qualquer onda, haveria um único folículo com uma ligeira vantagem de desenvolvimento sobre os outros folículos. Neste folículo, o FSH causaria um aumento em uma protease chamada IGFBP-4/5 que degrada IGFBP-4 e -5 no fluido folicular. A diminuição da IGFBP leva a um aumento do IGF-I livre no fluido folicular. O IGF-I é sinérgico ao FSH para a síntese de estradiol pelo folículo. O folículo dominante cresce mais rápido, respondendo melhor ao FSH e também produzindo mais estradiol. Esse aumento do estradiol, juntamente com um aumento da inibina, ocasionaria um *feedback* negativo, levando o FSH a níveis basais, que levaria os folículos restantes à atresia (LUCY et al., 1992; FORTUNE; RIVERA; YANG, 2004).

Uma terceira via foi proposta por Beg e Ginther (2006), e considera que o aumento na expressão do receptor de LH nas células da granulosa e o aumento no IGF-I livre ocorreriam aproximadamente ao mesmo tempo. Ambos os eventos ocorrem no folículo dominante, isto é, a degradação de IGFBP no fluido folicular e a expressão de receptores de LH em células da granulosa, e são provavelmente necessários para a dominância. Ambos os modelos propõem que o folículo dominante teria uma vantagem de desenvolvimento sobre os outros folículos no momento da seleção folicular. Esta vantagem pode ser conferida por aspectos individuais do folículo no início da onda folicular, mas ainda é incerto qual seria o fator determinante.

Apesar de o folículo dominante apresentar receptores para LH no momento da seleção, isto não significa que ele estará responsivo a um indutor de ovulação, como foi demonstrado por Sartori et al. (2001). Estes autores realizaram um estudo com vacas da raça Holandesa (*Bos taurus taurus*) e verificaram que os folículos somente adquirem capacidade ovulatória quando atingem cerca de 10 mm de diâmetro. Em novilhas das raças Nelore, Gir e mestiças (*Bos taurus indicus*) a capacidade ovulatória se dá quando o folículo atinge dimensões mínimas entre 7,0 e 8,4mm de diâmetro (GIMENES et al., 2008).

Além da diferença do diâmetro mínimo para adquirir capacidade ovulatória, *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* possuem diferenças em relação ao tamanho máximo do folículo dominante. Um estudo realizado na UNESP em Botucatu, São Paulo, analisou fêmeas da raça Nelore que possuíam duas e três ondas foliculares, avaliando o diâmetro máximo do folículo dominante em cada onda. Nos animais de duas ondas o diâmetro máximo dos folículos dominantes foi de 11,3 mm para a primeira onda e 12,1 mm para a segunda onda. Para os animais de três ondas o diâmetro máximo do folículo dominante foi de 10,4, 9,3 e 11,6 mm para cada onda, respectivamente. Quando comparado com *Bos taurus taurus* (novilhas da raça holandesa), nos animais de duas ondas foliculares os diâmetros máximos foram de 17,1 mm e 16,5 mm, respectivamente, para cada onda. Analisando animais de três ondas os diâmetros médios foram respectivamente 16,0, 12,9 e 13,9 mm (GINTHER; KNOPF; KASTELIC, 1989; FIGUEIREDO et al., 1997).

Os folículos dominantes, na presença de altos níveis de progesterona, que promovem redução da frequência de pulsos de LH, tornam-se anovulatórios. A partir desse momento, começa o processo de atresia e dando início a uma nova onda de crescimento folicular. Por outro lado, o folículo dominante presente no momento da regressão do corpo lúteo, ou seja, quando as concentrações de progesterona diminuem, culmina na ovulação (GINTHER; KNOPF; KASTELIC, 1989).

## 2.4 Inseminação artificial em tempo fixo

Estudos para o desenvolvimento dos protocolos de IATF começaram durante a década de 1970, porém o primeiro protocolo de sincronização de ovulação é atribuído a Pursley et al. (1995), que utilizaram GnRH e PGF2 $\alpha$ . Nesse estudo, foi preconizada a administração de GnRH em estágio aleatório do ciclo estral, sete dias após esta aplicação de GnRH, foi administrado PGF2 $\alpha$  para o controle da progesterona, causando a regressão de um possível corpo lúteo. Quarenta e oito horas após a administração de PGF2 $\alpha$ , foi aplicada uma segunda dose de GnRH, a fim de induzir a ovulação (PURSLEY; MEE; WILTBANK, 1995).

Apesar do *Ovsynch*, como ficou conhecido o protocolo de Pursley, estudos anteriores já mostravam interações de fármacos a fim de provocar uma sincronização da ovulação de vacas, porém não atingiram um resultado satisfatório (PURSLEY; MEE; WILTBANK, 1995; THATCHER; SANTOS, 2020).

Nas últimas décadas, após a criação do *Ovsynch*, tem-se buscado cada vez mais aprimoramentos para se alcançar melhores resultados na IATF. Nos protocolos à base de GnRH, por exemplo, tem sido usado o *Double Ovsynch* (realiza-se um protocolo de *Ovsynch*, sem inseminação artificial, seguido de outro sete dias após a segunda aplicação de GnRH). Essa estratégia visa maximizar a porcentagem de vacas para iniciar o segundo *Ovsynch* que apresentam um folículo dominante responsivo ao LH, e um CL funcional, que resulta em maiores concentrações circulantes de P4, de forma que na primeira injeção de GnRH do segundo *Ovsynch* atinja 80-85% de ovulação. Nesses casos, o recrutamento de uma nova onda folicular ocorre na presença de altas concentrações de P4, o que é considerado essencial para o desenvolvimento de um folículo ovulatório e oócitos saudáveis para a IATF (SOUZA et al., 2008; THATCHER; SANTOS, 2020).

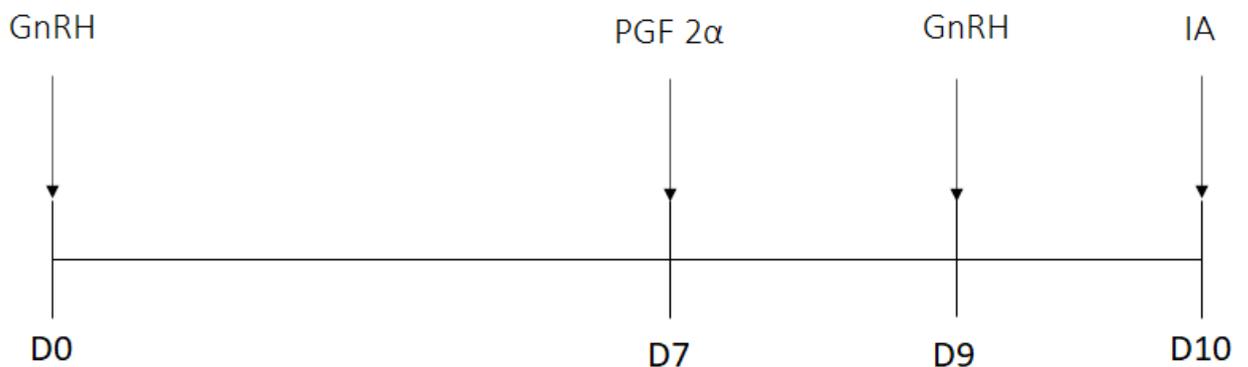


Figura 1. Protocolo à base de GnRH (Protocolo OvSynch). Adaptado de Pursley et al., 1995.

Outra estratégia adotada é o *Presynch-12*, que consiste em duas aplicações de prostaglandina, intervaladas de 14 dias, seguidas de um protocolo de *Ovsynch*, 12 dias depois da segunda aplicação de prostaglandina. Essas aplicações fazem com que um maior número de vacas esteja em diestro, com altas concentrações de P4 entre as primeiras injeções de GnRH e PGF2 $\alpha$  em comparação com vacas que receberam o *Ovsynch* sem pré-sincronização, além dos folículos estarem mais responsivos à ação ovulatória do primeiro GnRH (THATCHER; SANTOS, 2020).

A utilização de progestágenos nos protocolos a base GnRH também tem sido uma estratégia adotada, e sabe-se que concentrações insuficientes de progesterona durante o desenvolvimento do folículo ovulatório é um grande impedimento para a fertilidade em vacas leiteiras de alta produção, submetidas a programas de IATF.

## 2.5 Protocolos à base de E2 e P4

Outros protocolos foram desenvolvidos a partir do *Ovsynch*, dentre eles os protocolos à base de E2 e P4. A progesterona gera um *feedback* negativo no hipotálamo reduzindo a liberação de LH, suprime o estro e impede a ovulação de um folículo dominante. Juntamente com E2 ou outros ésteres de estradiol, como o benzoato de estradiol (BE), cipionato de estradiol (CE) ou valerato de estradiol (VE) no início do protocolo, é responsável pela supressão do crescimento do folículo e envolve a supressão de FSH, o que possibilitaria o surgimento de uma nova onda folicular (BÓ et al., 1993, 2002; FRANÇA et al., 2015).

A utilização dos ésteres de estradiol está relacionada ao tempo de meia vida, sendo o BE, por ter um tempo de meia vida mais curto, utilizado tanto como indutor de ovulação como para sincronização de uma nova onda. Já o CE, devido a sua longa ação, é utilizado somente como indutor de ovulação, enquanto o VE, que tem uma meia-vida intermediária, promove um efeito supressivo mais prolongado no FSH e no crescimento folicular ovariano em relação ao E2 ou BE, sendo, por isso, menos utilizado e somente administrado para emergência folicular (BÓ et al., 1993; D'AVILA et al., 2019).

Em um estudo realizado com o objetivo de avaliar o efeito do benzoato de estradiol e cipionato de estradiol na função ovariana de vacas Nelore, foi observado que os indutores de ovulação (CE e BE) promovem picos de LH cerca de 19,6 e 50,5 h após a administração de BE e CE, respectivamente. Essa diferença é resultante da farmacocinética distinta dos ésteres de estradiol. O CE possui mais baixa solubilidade em água e conseqüente liberação mais lenta do local de administração e atividade biológica prolongada em comparação ao BE. Além da antecipação do pico de LH, as diferenças farmacocinéticas dos ésteres de estradiol são

responsáveis por um maior agrupamento da ovulação em vacas tratadas com benzoato de estradiol. Apesar da maior sincronização do pico de LH dos animais que receberam BE como indutor da ovulação, a sincronização da ovulação entre os dois grupos experimentais (BE e CE) foi semelhante (SALES et al., 2012).

O controle da P4, uma das premissas da IATF, fica a cargo tanto do implante de P4 (exógeno) quanto pelo uso de PGF2 $\alpha$  (endógeno). O implante é normalmente mantido por 7, 8 ou 9 dias, estudos mostram que a utilização de protocolos com diferentes tempos de exposição de implantes de P4 tem resultados semelhantes (SANTOS, 2016; SANTOS et al., 2018).

Outra estratégia adotada na IATF é a utilização da gonadotrofina coriônica equina (eCG). A eCG é um fármaco produzido nos cálices endometriais da égua prenhe, entre 40 e 130 dias de gestação, capaz de se ligar tanto aos receptores de FSH como aos de LH, isto é, possui atividade folículo estimulante e luteinizante. Assim, a eCG, ao se ligar aos receptores de FSH e LH do folículo, pode promover o crescimento e a maturação folicular (BARUSELLI et al., 2008; MURPHY; MARTINUK, 2014)

Vários estudos foram realizados com o intuito de avaliar a eficiência dos protocolos de IATF. Em um deles, com o objetivo de avaliar a eficiência de BE, CE e GnRH como indutores de ovulação, em protocolos de IATF em vacas (*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*), verificou uma taxa de ovulação de 93,3% (14/15), 100% (15/15) e 93,3% (14/15) para BE, CE e GnRH, respectivamente, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). Em relação à taxa de prenhez também não houve diferença significativa (OLIVEIRA et al., 2020).

Em outro estudo, com o objetivo de testar a eficiência de um novo protocolo de IATF, foram testados dois agentes luteolíticos, Dinoprost e D-Cloprostenol, e dois indutores de ovulação, BE e GnRH. Foi realizada avaliação ultrassonográfica e na presença de CL, seria aplicado um agente luteolítico, 24 horas depois se aplicaria BE e a IA realizada 24 horas depois da aplicação do mesmo. Já em outro grupo seria aplicado GnRH 56 horas depois do agente luteolítico e a IA sendo realizada 16 horas após a administração do GnRH. Os resultados não mostraram diferença entre os dois agentes luteolíticos. Porém, quando avaliado os indutores de ovulação, houve diferença significativa entre o grupo BE 56,6% (43/76) e o grupo GnRH 29,8% (17/57) ( $p = 0,0019$ ). Este protocolo, devido à necessidade da presença de um CL no início do procedimento, o torna pouco viável (BANDAI et al., 2020).



Figura 2. Protocolo à base de Estradiol e Progesterona tendo como indutor de ovulação Benzoato de Estradiol. Adaptado de Oliveira et al., 2020.

Ainda, outro estudo realizou dois experimentos comparando um protocolo baseado em 7 dias de exposição à implantes progesterona em *Bos taurus indicus* com protocolos de 8 e 9 dias de exposição à progesterona. No primeiro experimento comparou-se o protocolo de 7 vs. 8 dias de exposição à P4 em vacas e novilhas com ou sem GnRH no dia da IA. No segundo experimento comparou-se, em vacas, protocolos de 7 vs. 9 dias de permanência do implante, com ou sem GnRH no dia da IA. Observou-se que não houve diferença entre os tratamentos, nem interação entre a duração do protocolo e o uso de GnRH no dia da IA em relação à taxa de prenhez das novilhas do primeiro experimento. Com relação às vacas do primeiro experimento não houve interação entre a duração do protocolo e a administração de GnRH na taxa de concepção. Porém, quando avaliado o efeito principal do GnRH no dia da IA, observou-se aumento da taxa de prenhez nas vacas, principalmente naquelas que não expressaram cio. No segundo experimento, a duração de exposição à progesterona não afetou a taxa de concepção. Porém, quando associado ao GnRH, o grupo de 7 dias de exposição, apresentou tendência a ter maiores taxas de concepção (PRATA et al., 2020).

## 2.6 Progesterona

A P4 é um hormônio esteroide secretado pelas células luteínicas do corpo lúteo, pela placenta e pelas glândulas adrenais. Assim como os andrógenos e os estrógenos, é transportada na corrente circulatória por uma proteína de ligação. Sua secreção é estimulada primariamente pelo LH (SINGH; SU; NG, 2013).

A P4 desempenha diversas funções, entre elas a preparação do endométrio para a implantação e manutenção da gestação, aumentando a atividade secretora das glândulas endometriais e inibindo a motilidade do miométrio. Atua também sinergicamente aos estrógenos na indução do comportamento de cio, auxilia no desenvolvimento do tecido secretor (alvéolos) da glândula mamária, provoca a inibição do pico pré-ovulatório do LH, quando em concentrações elevadas (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A descoberta da P4 e a elucidação dos seus mecanismos de ação ocupam um lugar importante na história da endocrinologia e reprodução. A concentração circulante de P4 é determinada por um equilíbrio entre a produção de P4, principalmente pelo CL, e o metabolismo de P4, principalmente pelo fígado (WILT BANK et al., 2014).

Alguns progestágenos sintéticos estão disponíveis para sincronização do ciclo estral de ruminantes. Os progestágenos atuam reduzindo a secreção hipofisária de LH. Tais hormônios podem ser administrados por via oral, implantes auriculares ou intravaginais. Após a exposição a essa P4 exógena, com a utilização de um indutor de ovulação, espera-se que as vacas apresentem cio e ovulação em 48 a 72 horas (WHEATON et al., 1993; HAFEZ; HAFEZ, 2004; GRAAFF; GRIMARD, 2017; LOIOLA et al., 2018).

Estudos demonstraram que altas concentrações de P4 em vacas da raça Holandesa, durante a fase de crescimento folicular estão relacionadas a uma maior taxa de prenhez. Há evidências mostrando que em protocolos de IATF para vacas em lactação, o folículo ovulatório deve crescer sob concentrações de P4 superiores a 2 ng / mL para garantir altas taxas de prenhez (DENICOL et al., 2012).

A P4, além de ser essencial para a eficácia do protocolo, é de grande importância econômica por representar em torno de 43% do custo total do processo de IATF, quando utilizado protocolos à base de E2 e P4, além de representar um problema ambiental, devido ao seu descarte. Como forma de combater estes problemas, estudos têm sugerido reformulações dos implantes, modificando seu material, sua degradabilidade e mantendo a eficiência (NERI et al., 2015; GRAAFF; GRIMARD, 2017)

### 3 ESTÁGIO SUPERVISIONADO

O estágio foi realizado na empresa Reproduz Assessoria Agropecuária tendo como administrador Leandro Inague, com sede na cidade de Cocalinho - MT, na R C03, S/N, Alto Cocalinho, CEP 78680-000 (14°23'30.2"S 51°00'42.4"W) A região em que a empresa atende encontra-se em bioma cerrado com pluviosidade anual média de 1478 mm acumulados.

O supervisor do estágio foi o Médico Veterinário Leandro Inague e o orientador o Professor João Bosco Barreto Filho. As atividades realizadas durante o período de estágio foram relacionadas à reprodução de bovinos de corte.

A empresa presta serviços de consultoria na área de reprodução animal em fazendas nos municípios de Cocalinho e região. No período em questão, contava com a mão de obra de cinco veterinários e três inseminadores. Na estação de monta de 2019/2020 foram realizadas pela Reproduz Assessoria Agropecuária cerca de 28.155 IATFs.

#### 3.1 Atividades Desenvolvidas

A empresa prestava serviço de assessoria em manejo reprodutivo em fazendas do médio Vale do Araguaia, nos estados do Mato Grosso e Goiás. A principal atividade realizada pela Reproduz era IATF.

O protocolo base utilizado pela empresa consiste em: no início do protocolo (D0), foi realizada a aplicação de 2 mg de BE e introdução do implante de progesterona, com retirada do mesmo oito dias após (D8). Juntamente com a retirada do implante, foram aplicadas 300 UI de eCG, 0,526 mg de cloprostenol sódico (PGF<sub>2</sub>α) e 1 mg de CE; e a IA foi realizada 48h após a aplicação do CE. Em propriedades em que se verificava o cio com o auxílio de bastões marcadores, na ausência de expressão cio eram aplicados 10,5 µg de Acetato de Buserelina ou 25 µg de Lecirelina (GnRH).

Em média, trinta dias após a inseminação artificial os animais eram examinados por ultrassonografia para diagnóstico de gestação. Na maioria das propriedades os animais eram submetidos a uma até três IATFs, e caso não ficassem gestantes, a reprodução dos animais era conduzida por monta natural (repasso com touros). Ao fim da estação de monta era realizado um exame ultrassonográfico em todos os animais da propriedade para realização de possíveis descartes de matrizes. Todas as atividades realizadas foram lançadas em um *software* de gerenciamento de IATF.

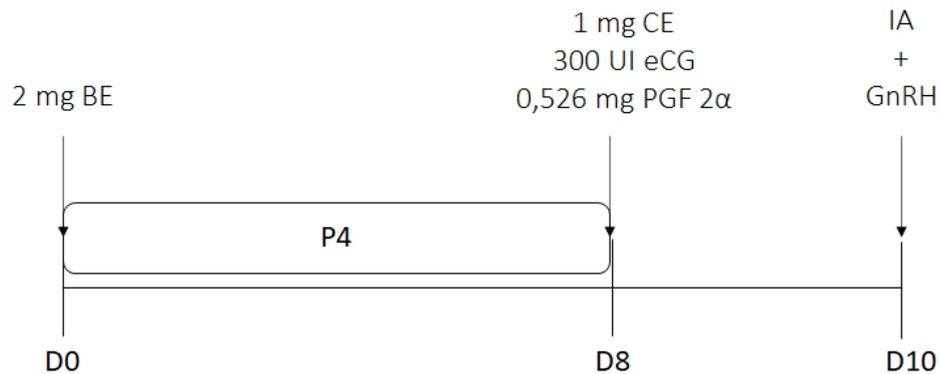


Figura 3. Protocolo de IATF à base de Estradiol e Progesterona mais comumente utilizado pela empresa Reproduz.

A empresa também realizava indução de novilhas à puberdade com protocolos de P4 injetável. O processo consiste inicialmente na aplicação de 150 mg de P4. Após 12 dias, era administrado 1 mg de CE, e depois de no mínimo mais 12 dias, iniciava-se o protocolo de IATF.

A rotina de trabalho durante a estação de monta foi organizada em equipes, cada qual contava com um veterinário responsável, na maioria das vezes um inseminador, e no mínimo um estagiário. Cada equipe foi responsável por um manejo do protocolo empregado, em um ou mais lotes em uma fazenda. O protocolo poderia variar de acordo com o técnico responsável pelo manejo daquele lote.

Após o término do período de estágio ficou acordado entre a empresa e o estagiário Matheus Soares que o mesmo faria uma análise dos resultados de fertilidade e eficiência reprodutiva em vacas e novilhas submetidas à IATF na estação de monta 2020/2021, na qual foram utilizados implantes intravaginais de liberação de progesterona de diferentes usos.

#### 4 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi relatar a experiência de estágio na empresa Reproduz Assessoria Pecuária, na área de reprodução animal com foco em IATF em vacas zebuínas, na região do Vale do Araguaia, nos estados do Mato Grosso e Goiás, e analisar dados da empresa da estação de monta 2020/2021, especialmente quanto aos índices de prenhez obtidos com o uso de implantes intravaginais de P4 reutilizáveis e de uso único (monodose).

#### 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Para gerenciamento de dados relativos à IATF, foi utilizado o *software* Concepto®, da empresa Lageado. O *software* registra informações a respeito das fazendas, dos proprietários, estação de monta, responsáveis técnicos, inseminadores, touros utilizados na IA, vacas e protocolos e doses dos fármacos utilizados. O programa pode ainda comparar parâmetros como

condição corporal, efeito do inseminador, do touro, da categoria animal em relação a taxa de concepção naquele lote, fazenda ou estação de monta, permitindo ao técnico tomada de decisões rápidas e precisas.

Do banco de dados do Concepto® foram analisados registros reprodutivos de 5.020 fêmeas zebuínas (*Bos taurus indicus*) de diferentes fazendas e categorias. As fêmeas foram submetidas a somente uma IATF, com protocolo de 10 dias de duração, e foram agrupados em diferentes classes de ECC (escore na escala de 1 a 5 coletados pelo inseminador no dia da IA), categoria de partos, uso de diferentes implantes, implantes monodoses com 0,5g de P4 novos (monodose), implantes reutilizáveis de 1g de P4 novos (primeiro uso), implantes reutilizáveis com carga inicial de 1g utilizado por 8 dias (segundo uso e implantes com carga inicial de 1 g utilizados por 16 dias (terceiro uso), e a taxa de concepção foi avaliada. Depois de agrupados, foi realizado um procedimento estatístico para verificar o efeito do número de usos dos implantes na taxa de concepção. Para testar esta hipótese foi realizado um teste de  $\chi^2$  (Qui-quadrado), com nível nominal de significância de 5%, utilizando-se o *software* Rstudio®.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais foram agrupados em tabelas de contingências de acordo com variáveis relacionadas à eficiência reprodutiva e uma matriz de dados foi plotada no Rstudio® para as categorias uso do implante em relação à taxa de prenhez, como pode ser visualizado na figura 4.

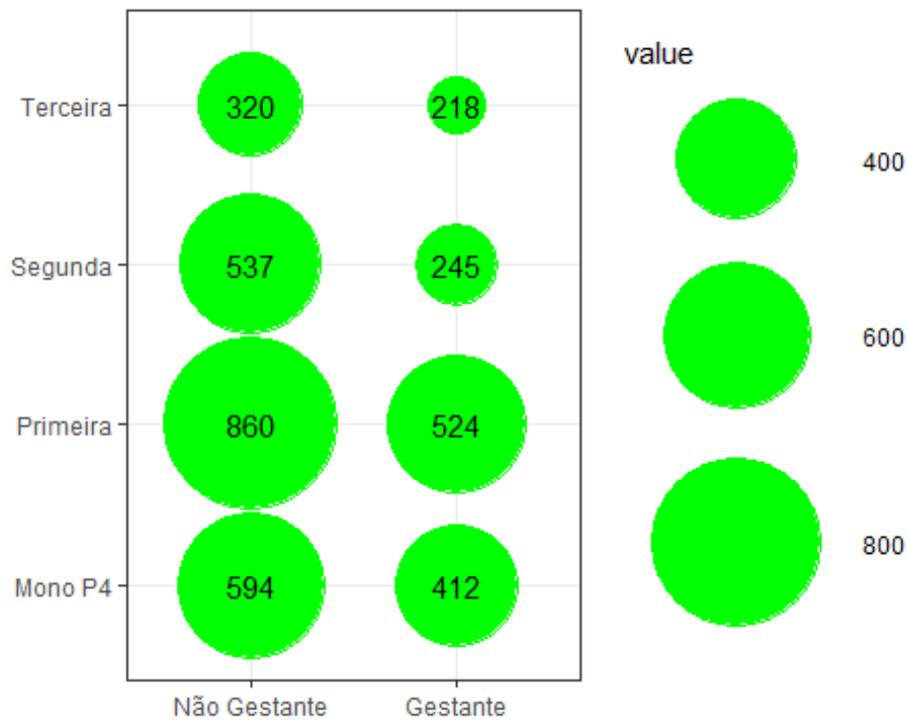


Figura 4. Análise exploratória da eficiência reprodutiva dos protocolos de IATF realizados pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020-2021, em vacas da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil.

Value: Escala gráfica; Mono P4: Implante monodose; Primeira: Implante intravaginal de P4 de primeiro uso; Segunda: Implante intravaginal de P4 de segundo uso; terceira: Implante intravaginal de P4 de terceiro uso. Observa-se que a eficiência reprodutiva estimada pela taxa de prenhez foi menor ( $p=0,0003$ ) quando utilizados implantes de segundo uso.

Na tabela 1 se observa a relação entre categoria de partos e a taxa de prenhez dos animais.

Tabela 1 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função da categoria de partos.

Categoria Partos/Prenhez	Gestante	Taxa de Prenhez	Totais
Múltipara	1399	37,7%	3710
Primípara	317	34,6%	916
Nulípara	157	39,8%	394
Totais	1873	37,3%	5020

Um estudo realizado no sudeste do Pará avaliou a relação entre categoria animal e taxa de prenhez em fêmeas Nelore. Foi observado que a categoria de menor eficiência reprodutiva, avaliada pela taxa de prenhez, foi a de primíparas, porém, neste estudo, as múltiparas obtiveram melhor desempenho em relação às nulíparas, alcançando taxas superiores às encontradas nas condições observadas durante o estágio supervisionado, de 50,2% para nulíparas, 47,6% para primíparas e 56,0% para múltiparas (CARVALHO et al., 2019).

Outro estudo verificou que nulíparas apresentaram taxas superiores em relação às múltiparas em duas IATFs. As nulíparas alcançaram taxa de prenhez de 85% [770/903], enquanto as primíparas e múltiparas alcançaram taxas semelhantes, de 76% [257/338] e 78% [958/1223], respectivamente ( $p=0,0001$ ) (MARQUES et al., 2015).

Geralmente, vacas primíparas apresentam resultados inferiores em taxas de prenhez, possivelmente devido ao fato de apresentarem maior demanda nutricional para atender às necessidades de crescimento, lactação e reprodução (SPITZER et al., 1995; OLIVEIRA; BONATO; SANTOS, 2011).

A tabela 2 mostra a relação entre ECC (escala de 1 a 5) e a eficiência reprodutiva dos animais, estimada pelas taxas de concepção. Os escores variaram de 2,0 a 4,0 e foram separados em classes:  $ECC \leq 2,5$  e  $> 2,5$ . Fêmeas com  $ECC > 2,5$  apresentaram taxas de concepção de 41,0% enquanto que as fêmeas com  $ECC \leq 2,5$  apresentaram 32,1%.

Tabela 2 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função do escore de condição corporal (ECC).

Gestação/ECC	≤2,5	>2,5	Totais
Gestante	660	1213	1873
Taxa de Concepção	32,1%	41,0%	37,3%
Totais	2059	2961	5020

Ferreira et al. (2013) avaliaram o impacto do ECC na taxa de prenhez em 181 vacas da raça Nelore, dividindo-as em dois grupos com ECC entre 3,0 e 4,0 e com ECC entre 2,0 e 2,5, e observaram taxas de prenhez de 86,5% [83/96] e 65,9% [56/85] respectivamente, para cada grupo, chegando à conclusão de que o ECC tem influência sobre a taxa de gestação ( $p < 0,05$ ). As taxas de gestação superiores de ambos os grupos em relação aos encontrados neste trabalho, podem ser explicadas pela presença do touro 24 horas após a IATF até o fim da estação de monta.

Outro estudo em vacas Nelore observou que o ECC influenciou a probabilidade de prenhez. Além disso, constatou que o aumento em 0,5 unidades de ECC implicaria um aumento de 39% na probabilidade de prenhez dos animais (TORRES; TINEO; RAIDAN, 2015).

Um estudo feito na Flórida avaliou o ECC (escala de 1 a 9) de vacas de corte comerciais de diversas raças, divididas em 3 grupos ECC  $\leq 3$ , ECC = 4 e ECC  $\geq 5$ , verificando uma diferença entre os grupos e suas taxas de prenhez de 30,9%, 60,4% e 89,1% ( $p < 0,05$ ), respectivamente, mostrando que à medida que os escores aumentavam, as taxas de gestação também aumentavam, porém encontrando um ECC ótimo de 5 (RAE et al., 1993).

Os dados observados na eficiência reprodutiva dos animais inseminados pela empresa Reproduz corroboram com outro estudo, onde a manutenção da condição corporal acima de 3,0 foi condição necessária para a boa eficiência reprodutiva das vacas paridas (VIEIRA et al., 2005).

A tabela 3 apresenta a relação entre o número de usos dos implantes de progesterona e sua respectiva taxa de prenhez em vacas múltiparas.

Tabela 3 – Taxa de concepção à IATF realizada pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020-2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil, em função do número de usos dos implantes intravaginais de liberação de progesterona utilizados no protocolo de IATF.

Implante/Prenhez	Gestante	Taxa de Prenhez	Valor de <i>p</i>	Totais
Monodose	412	40,95%	0,103	1006
Primeiro	524	37,86%	1,000	1384
Segundo	245	31,32%	0,0003*	782
Terceiro	218	40,52%	1,000	538
Totais	1400	37,72%		3710

\*Difere ao nível de significância nominal de 5% ( $p < 0,05$ ).

O número de usos do implante intravaginal de P4, em relação à taxa de concepção dos animais, não foi estatisticamente significativo para as classes monodose, primeiro e terceiro usos, mas diferiu ( $p < 0,05$ ) no segundo uso.

Sabe-se que os níveis de progesterona são controlados pela produção endógena do CL e a taxa metabólica do fígado. Apesar de controverso, alguns autores afirmam que implantes de progesterona possuem mecanismo de liberação por difusão passiva, na presença ou ausência de um corpo lúteo, ou seja, em altas concentrações de progesterona endógena a liberação do hormônio pelo dispositivo é menor. É provável que os dispositivos apresentem diferentes concentrações remanescentes depois de utilizados, devido ao tempo de utilização. Porém, estudos mostram que independentemente do número de usos (até três) do implante as concentrações plasmáticas de P4 são semelhantes. Além disso, há evidências de que implantes de 1,9g utilizados previamente por 14 dias, (2 vezes em protocolos de exposição de 7 dias de P4) podem apresentar concentrações de aproximadamente de 0,68 g de P4, sendo superiores a implantes monodoses de 0,5g. Por isso, implantes reutilizáveis seriam capazes de gerar resposta semelhante a implantes de apenas um uso (AVILES et al., 2005; HERNÁNDEZ et al., 2008; NERI et al., 2015).

Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo, em vacas da raça Nelore, que comparou o efeito do número de usos do implante de 1,9g em relação a taxa de gestação, apesar de as taxas de gestação diferirem nos usos 1,2 e 4, a menor taxa de gestação foi para o segundo uso, obtendo índices de 41,23% [221/536]. As taxas de para o primeiro uso foram de 59,97% [367/612], para terceiro uso 46,64% [104/223] e quarto uso 51,67% [108/209] ( $p < 0,0001$ ). O terceiro uso não diferiu entre o quarto e o segundo uso (COELHO et al., 2021).

Um estudo realizado com novilhas e vacas *Bos taurus taurus*, comparando as taxas de concepção de dois protocolos com uso de implantes de progesterona contendo diferentes concentrações de P4, 0,5 g (monodose) e dispositivos contendo 1g, não mostrou diferença significativa entre os dois protocolos (CUTAIA et al., 2005).

Outro estudo com resultados semelhantes ao encontrado, foi realizado em vacas Nelore, e avaliou a eficiência de diferentes dispositivos na taxa de concepção. Foram utilizados dispositivos contendo 1g de progesterona novo e previamente usado por 8 dias e dispositivos de 0,5 g novo e usado por 8 dias. Neste estudo não houve diferença significativa entre as taxas de concepção nos grupos em que foram utilizados os dispositivos de 1g novo e usado e o dispositivo de 0,5 g novo, diferindo somente o dispositivo contendo 0,5 g usado que obteve menor taxa de concepção (DIAZ et al., 2012).

Resultados diferentes foram encontrados em estudos utilizando implantes de contendo 1,9 g de P4. Foram analisadas as taxas de concepção em relação ao número de usos (primeiro, segundo, terceiro e quarto), encontrando diferença entre o primeiro e o segundo uso e entre o primeiro e o terceiro uso. Provavelmente devido à baixa amostragem, não haveria diferença entre o primeiro e o quarto usos (MELO et al., 2012).

Medalha et al. (2015) também obtiveram resultados diferentes em um estudo com vacas *Bos taurus indicus*, onde se observou que fêmeas tratadas com implantes de 1,9g novos (primeiro uso), apresentaram menores taxas de gestação (44,83% [156/348]) em relação à fêmeas que se utilizou implantes previamente utilizados por oito dias (segundo uso) e implantes previamente utilizados por 16 dias (terceiro uso) com taxas de 51,08% (213/417) e 51,09% (210/411) respectivamente ( $p < 0,01$ ).

A diferença encontrada no presente trabalho, pode estar relacionada ao fato de que 70,1% dos animais foram inseminados na seca (tabela 4). A época de estiagem na região onde foi realizado o estágio supervisionado apresenta níveis pluviométricos muito baixos e a distribuição de chuvas é irregular ao longo do ano (Gráfico 1). Esta precipitação baixa causa um déficit hídrico nas forrageiras e é responsável por um forte estresse, acarretando um decréscimo das atividades fisiológicas das plantas, afetando negativamente a produtividade (crescimento e biomassa) e persistência da espécie vegetal (CAVALCANTE; CAVALLINI; LIMA, 2009).

Tabela 4- Porcentagem de animais submetidos à IATF pela empresa Reproduz Assessoria Agropecuária, na estação de monta de 2020/2021, em animais da raça Nelore, na região do Vale do Araguaia, nos estados de Mato Grosso e Goiás, Brasil em função da estação das estações seca e chuvosa.

Implante/Estação	Secas*	Águas**
Primeiro	42,83% (627/1464)	57,17% (837/1464)
Segundo	70,1% (572/816)	29,9% (244/816)
Terceiro	60,8% (344/565)	39,11% (221/565)

\*Período de menor pluviosidade (abril a setembro).

\*\*Período de maior pluviosidade (outubro a março).

As fêmeas manejadas pela empresa Reproduz, nas fazendas avaliadas, se encontravam em condição de pastejo. A baixa produção de forragem pode ter causado a nutrição inadequada e um déficit de energia ou proteína, comprometendo as taxas de concepção por meio de uma supressão da liberação pulsátil de LH, que por sua vez é controlada pela liberação de GnRH do hipotálamo. Alguns compostos metabólicos presumivelmente agem no eixo hipotálamo-hipófise-ovariano quando o estado nutricional do animal é alterado (RANDEL, 1990), inibindo a reprodução. Esta é, provavelmente, a explicação mais plausível para a diferença observada nos baixos índices de prenhez observados quando se utilizaram implantes de segundo uso, que coincide com a estação seca, quando um grande contingente de animais foi inseminado. A tabela 4, em associação com a tabela 3, mostra que a eficiência reprodutiva melhora quando os animais são inseminados na estação chuvosa, e as diferenças podem ser mais atribuídas às condições do clima do que à questão do número de utilizações dos implantes.

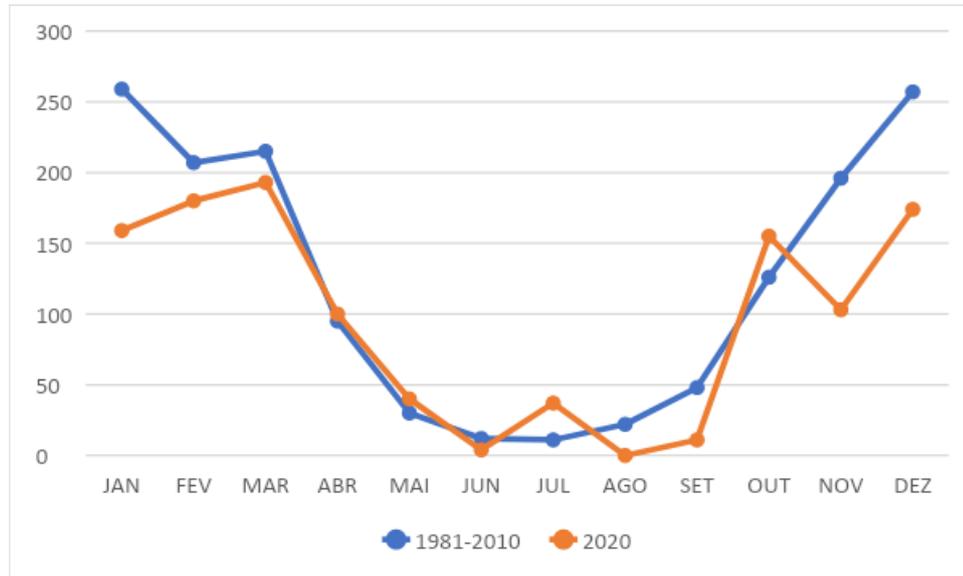


Gráfico 1. Média acumulada de precipitação x meses do ano. Pluviosidade média dos meses do ano de 2020 (laranja) e pluviosidade média dos meses dos anos 1981 a 2010 (azul). Fonte: INPE, 2021 Região 82 (12°30'-15°S 50°-52°30'W).

Considerando os resultados verificados, foi realizada uma análise de custo, a fim de determinar qual dos dois tipos de implantes (monodose x reutilizáveis) seria a mais rentável. Foram levantados os custos de produtos em diferentes lojas físicas e virtuais, chegando a valores médios de cada produto. Os valores podem ser verificados na tabela 5.

Tabela 5- Valores médios, mínimos e máximos em Reais (R\$) por unidade de implante reutilizável e monodose encontrados em diferentes lojas brasileiras, físicas e virtuais.

Implante/Valor unitário	Média	Mínimo	Máximo
Monodose	R\$ 16,40*	R\$ 11,30	R\$ 18,20
Reutilizável	R\$ 20,03**	R\$ 17,92	R\$ 23,50

\*Valor médio por unidade dos implantes monodose de nove preços de cinco diferentes produtos de 0,5g de P4 encontrados em cinco diferentes lojas.

\*\*Valor médio por unidade dos implantes reutilizáveis de seis preços de três diferentes produtos de 1g de P4 encontrados em quatro diferentes lojas.

Levando em conta a eficiência reprodutiva e os preços médios dos implantes intravaginais de P4, obteve-se um valor de R\$18,26 por prenhez nos implantes reutilizáveis enquanto nos implantes monodose foi de R\$40,04, gerando uma economia de 54,4%, quando utilizados os implantes reutilizáveis.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A carne bovina é um alimento imprescindível na mesa brasileira e vem sofrendo grandes ajustes de preço durante os últimos anos. Em grande parte, esse aumento foi ocasionado pelo aumento no preço dos insumos para a produção.

A eficiência reprodutiva tem grande impacto sobre produção de bovinos. Vários fatores podem afetar positiva ou negativamente esta eficiência, fatores estes como ECC, época do ano e categoria de partos.

Para o aumento da lucratividade do produtor e diminuição do preço final repassado ao consumidor, se faz necessário o conhecimento da fisiologia e da farmacologia da reprodução, assim como o gerenciamento de dados, tanto reprodutivos como financeiros, para melhor aprimoramento de técnicas reprodutivas, permitindo melhores taxas de prenhez e consequentemente melhor desempenho na reprodução de bovinos de corte.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AVILES, M. et al. Plasma progesterone concentrations in ovariectomized cows with intravaginal devices containing different levels of progesterone. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, n. 2, p. 112–112, 2005.
- BANDAI, K. et al. A simple and practical short-term timed artificial insemination protocol using estradiol benzoate with prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$  in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 141, p. 197–201, 2020.
- BARUSELLI, P. S. et al. Importância do emprego da eCG em protocolos de sincronização para IA, TE e SOV em tempo fixo. In: Biotecnologia da Reprodução em bovinos - 3º Simpósio Internacional De Reprodução Animal Aplicada, Londrina. **Anais...** Londrina: USP, 2008.
- BEG, M. A.; GINTHER, O. J. Follicle selection in cattle and horses: role of intrafollicular factors. **Reproduction**, v. 132, p. 365–377, 2006.
- BÓ, G. A. et al. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating gonadotropins in heifers. **Theriogenology**, v. 40, n. 2, p. 225–239, 1993.
- BÓ, G. A. et al. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle g.a. **Theriogenology**, v. 57, n. 01, p. 53–72, 2002.
- CARVALHO, J. S. et al. Eficiência da inseminação artificial em tempo fixo em fêmeas zebuínas na mesorregião Sudeste do Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 62, p. 1–7, 2019.
- CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. de B. **Estresse por Déficit Hídrico em Plantas Forrageiras**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009.
- COELHO, M. R. et al. Fatores que influenciam a taxa de gestação em fêmeas da raça nelore submetidas ao protocolo de IATF Factors that influence the pregnancy rate in female nelore submitted to the FTAI protocol. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 46901–46915, 2021.
- COLAZO, M. G. Fisiología del ciclo estral bovino. **Revista Ciencias Veterinarias**, v. 16, n. 2, p. 31–46, 2014.
- CUTAIA, L. et al. The effect of progesterone content in a vaginal insert on pregnancy rates in beef and dairy cattle inseminated at fixed time. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, n. 2, p. 114–115, 2005.

D'AVILA, C. A. et al. Hormônios utilizados na indução da ovulação em bovinos – Artigo de revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 43, n. 4, p. 797–802, 2019.

DENICOL, A. C. et al. Low progesterone concentration during the development of the first follicular wave reduces pregnancy per insemination of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 1794–1806, 2012.

DIAZ, T. D. et al. Taxa de concepção e diâmetro do folículo ovulatório de vacas zebuínas submetidas a um protocolo de IATF com detecção do estro. In: XXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: SBTE, 2012.

FAO. **Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

FERREIRA, M. C. N. et al. Impacto da condição corporal sobre a taxa de prenhez de vacas da raça nelore sob regime de pasto em programa de inseminação artificial em tempo fixo ( iatf ). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1861–1868, 2013.

FIGUEIREDO, R. A. et al. Ovarian follicular dynamics in nelore breed (bos indicus) cattle. **Theriogenology**, v. 47, n. 8, p. 1489–1505, 1997.

FORTUNE, J. E.; RIVERA, G. M.; YANG, M. Y. Follicular development : the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. **Animal Reproduction Science**, v. 82–83, p. 109–126, 2004.

FRANÇA, L. M. et al. Comparação de dois ésteres de estradiol como indutores da ovulação sobre o diâmetro folicular e a taxa de gestação de bovinos leiteiros submetidos a programa de Inseminação Artificial em Tempo Fixo Comparison of two esters estradiol as inductors on ovulat. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 4, p. 958–965, 2015.

GHARIB, S. D. et al. Molecular Biology of the Pituitary Gonadotropins. **Endocrine Reviews**, v. 11, n. 1, p. 177–199, 1990.

GIMENES, L. U. et al. Follicle deviation and ovulatory capacity in Bos indicus heifers. **Theriogenology**, v. 69, n. 7, p. 852–858, 2008.

GINTHER, O. J. et al. Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. **Animal Reproduction Science**, v. 78, n. 3–4, p. 239–257, 2003.

GINTHER, O. J.; KNOFF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journals of Reproduction & Fertility**, v. 87, n. 1, p. 223–230, 1989.

GOMES, S. O consumo de carne no Brasil: entre valores socioculturais e nutricionais. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 8, n. 3, p. 425–438, 2013.

GRAAFF, W. De; GRIMARD, B. Progesterone-releasing devices for cattle estrus induction and synchronization: Device optimization to anticipate shorter treatment durations and new device developments. **Theriogenology**, v. 30, p. 1–10, 2017.

HAFEZ, B.; HAFEZ, E. S. E. **Reprodução Animal**. 7a. ed. Barueri: Manole, 2004.

HERNÁNDEZ, C. W. S. et al. Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovinos. **Técnica Pecuaria en México**, v. 46, n. 2, p. 119–135, 2008.

IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: primeiros resultados**. 1. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

INPE. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <<http://clima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 23 abr. 2021.

LOIOLA, V. M. G. et al. Oral progesterone supplementation for beef cattle after insemination in TAI programs. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 53, n. 1, p. 105–112, 2018.

LUCY, M. C. et al. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle '. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3615–3626, 1992.

LUCY, M. C. The bovine dominant ovarian follicle. **Journal of animal science**, v. 85, n. suppl\_13, p. 89–99, 2007.

MARQUES, M. D. O. et al. Influence of category – heifers, primiparous and multiparous lactating cows – in a large-scale resynchronization fixed-time artificial insemination program. **Journal of Veterinary Science**, v. 16, n. 3, p. 367–371, 2015.

MEDALHA, A. G. et al. Utilização do dispositivo intravaginal de progesterona, em até três usos, para inseminação artificial em tempo fixo de fêmeas *Bos indicus*. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 16, n. 2, p. 458–469, 2015.

MELO, P. C. H. et al. Fixed timed artificial insemination (FTAI) through progestagen (CIDR)

of 1st, 2nd, 3rd and 4th uses in bovine: II. Conception rate related to times of CIDR use, to the semen used, to artificial insemination technician and to farm management. **Livestock Research for Rural Development**, v. 24, n. 4, p. 62, 2012.

MURPHY, B. D.; MARTINUK, S. D. Equine Chorionic Gonadotropin. **Endocrine Reviews**, v. 12, n. 1, p. 27–44, 2014.

NERI, H. L. D. et al. Perfil de progesterona em novilhas com diferente atividade luteal e tratadas com implantes vaginais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 2, p. 405–410, 2015.

NISWENDER, G. D. et al. Mechanisms Controlling the Function and Life Span of the Corpus Luteum. **Physiological Reviews**, v. 80, n. 1, p. 1–29, 2021.

OLIVEIRA, F. A. et al. Estradiol and gnrh on ovulation induction for estrus synchronized crossbred cows. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 3, p. 815–823, 2020.

OLIVEIRA, V. S. A.; BONATO, G. L.; SANTOS, R. M. dos. Eficiência reprodutiva de vacas primíparas da raça Nelore Reproductive Performance of Primiparous Nelore Cows. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 2, p. 1–4, 2011.

PRATA, A. B. et al. Theriogenology Progesterone-based timed AI protocols for Bos indicus cattle III: Comparison of protocol lengths. **Theriogenology**, v. 152, p. 29–35, 2020.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in Dairy cows using PGF<sub>2</sub>, and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915–923, 1995.

RAE, D. O. et al. Relationship of parity and body condition score to pregnancy rates in florida beef cattle. **Theriogenology**, v. 39, n. 5, p. 1143–1152, 1993.

RANDEL, R. D. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 3, p. 853–862, 1990.

SALES, J. N. S. et al. Effects of two estradiol esters ( benzoate and cypionate ) on the induction of synchronized ovulations in Bos indicus cows submitted to a timed artificial insemination protocol. **Theriogenology**, v. 78, n. 3, p. 510–516, 2012.

SANTOS, M. H. **Desenvolvimento de protocolos para IATF com 7 dias de permanência do CIDR ® em fêmeas Nelore**. 2016. Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2016.

SANTOS, R. et al. Protocolo com nove dias de progesterona para inseminação em tempo fixo em vacas taurinas adaptadas ao clima tropical. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1899–1906, 2018.

SARTORI, R. et al. Follicular Deviation and Acquisition of Ovulatory Capacity in Bovine Follicles 1. **Biology of Reproduction**, v. 65, n. 5, p. 1403–1409, 2001.

SINGH, M.; SU, C.; NG, S. Non-genomic mechanisms of progesterone action in the brain. **Frontiers in Neuroscience**, v. 7, p. 1–7, 2013.

SMITH, J. T. et al. Regulation of Kiss1 Gene Expression in the Brain of the Female Mouse. **Endocrinology**, v. 146, n. 9, p. 3686–3692, 2015.

SOUZA, A. H. et al. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 70, n. 2, p. 208–215, 2008.

SPITZER, J. C. et al. Reproductive Responses and Calf Birth and Weaning Weights as Affected by Body Condition at Parturition and Postpartum Cows' Weight Gain in Primiparous Beef. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1251–1257, 1995.

THATCHER, W. W.; SANTOS, E. P. Reproductive management of dairy cattle. In: BAZER, F. W.; LAMB, G. C.; WU, G. (Ed.). **Animal Agriculture**. 1. ed. Academic Press, 2019. p. 131–155.

TORRES, H. A. L.; TINEO, J. S. A.; RAIDAN, F. S. S. Influência do escore de condição corporal na probabilidade de prenhez em bovinos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v. 64, n. 247, p. 255–260, 2015.

TSUTSUMI, R.; WEBSTER, N. J. G. GnRH Pulsatility, the Pituitary Response and Reproductive Dysfunction. **Endocrine Journal**, v. 56, n. 6, p. 729–737, 2009.

VALLE, E. R. do. **O ciclo estral de bovinos e métodos de controle**. Campo Grande, MS : EMBRAPA-CNPGC, 1991. 24 p. (EMBRAPA-CNPGC, Documentos, 48).

VALLE, E. R. do. Carne bovina: alimento nobre indispensável. **Embrapa Gado de Corte. Gado de Corte Divulga**, v. 41, p. 4, 2000.

VIEIRA, A. et al. Fatores Determinantes do Desempenho Reprodutivo de Vacas Nelore na Região dos Cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2408–

2416, 2005.

WHEATON, J. E. et al. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. **Animal Reproduction Science**, v. 33, n. 1-4, p. 127–141, 1993.

WILTBANK, M. C. et al. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. **Animal, The International Journal of Animal Biosciences**, v. 8, n. 1, p. 70–81, 2014.

XU, Z. et al. Expression of Follicle-Stimulating Hormone and Luteinizing Hormone Receptor Messenger Ribonucleic Acids in Bovine Follicles during the First Follicular Wave 1. **Biology of Reproduction**, v. 53, n. 4, p. 951–957, 1995.