

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

SIMULAÇÃO DO USO DE MONTA NATURAL OU DE IATF  
COM SÊMEN CONVENCIONAL OU SEXADO: RESULTADOS  
BIOECONÔMICOS

Elenir de Araujo Martini

CAMPO GRANDE, MS  
2020

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO**

Simulação do uso de monta natural ou IATF com sêmen convencional ou sexado: resultados bioeconômicos

Simulation of natural breeding or FTAI with conventional or sexed semen: bioeconomic results

**Elenir de Araujo Martini**

**Orientador: Prof. Fábio José Carvalho Faria**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS  
2020

Certificado de aprovação

Elenir de Araujo Martini

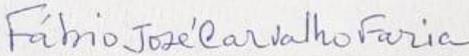
Simulação do uso da monta natural ou da IATF com sêmen convencional/sexado:  
resultados bioeconômicos

Simulation use of natural breeding or Fixed Time AI with sexed/conventional semen:  
bioeconomic results

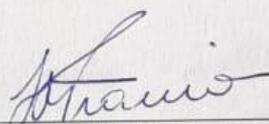
Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestra em Ciência Animal.

Aprovado(a) em: 28-02-2020

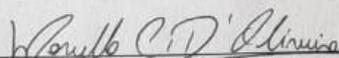
BANCA EXAMINADORA:



Dr. Fábio José Carvalho Faria  
Orientador (UFMS)



Dr. Gumerindo Lorian Franco  
(UFMS)



Dra. Marcella Cândia D'Oliveira  
(UFMS)

*À minha família, pelo apoio e por acreditar  
em mim...*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus que se fez presente em todos os momentos, por tornar tudo possível, por sempre iluminar meus caminhos, me dando fé, coragem, paciência e perseverança.

Ao meu grande companheiro Thiago Santana Brites, pelo amor, incentivo e paciência.

Aos meus pais, Eleonice Bambil de Araujo Martini e Miguel Delomar Berti Martini, pelo amor, confiança, paciência e força depositados em mim e que foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus irmãos, Cleunir de Araujo Roque e Airton Wagner de Araujo Martini, por serem tão atenciosos comigo.

À minha sobrinha Karime Kalil Hazime, que sempre esteve ao meu lado e ouviu meus choros e reclamações sobre as minhas dificuldades ao longo dessa etapa.

Aos meus sogros, Sueli Rita Santana e Luiz Carlos Brites, pelo carinho, conselhos e apoio.

Ao meu orientador Professor Fábio José Carvalho Faria pela orientação.

À minha co-orientadora Dra. Fabiane Siqueira, pela oportunidade e ensinamentos.

Ao meu co-orientador Professor Ricardo Carneiro Brumatti por todo suporte dado no pouco tempo que lhe coube.

À Embrapa Gado de Corte pela oportunidade de estágio de pós-graduação concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia pelo curso de mestrado em Ciência Animal e, aos professores pelos ensinamentos.

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Aos que de alguma maneira, colaboraram para a concretização desta importante etapa em minha vida.

## RESUMO

MARTINI, E. A. Simulação do uso de monta natural ou de IATF com sêmen convencional ou sexado: resultados bioeconômicos. 2020. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

As ferramentas de simulação são importantes para auxiliar os produtores nas decisões sobre de quais metodologias reprodutivas condizem com sua realidade e atenderão melhor as suas expectativas. Todavia, todas essas metodologias apresentam custos. Diante disto, o objetivo deste estudo foi comparar os resultados da monta natural em relação à inseminação artificial em tempo fixo (IATF) com sêmen convencional e sexado, das raças Nelore e Angus, por meio de um sistema de simulação econômico em rebanho bovino comercial. Diferentes cenários econômicos foram simulados numa propriedade com área total de 1.500 hectares, e área de preservação ambiental equivalente a 20%, localizada no Brasil Central. O rebanho inicial consistiu em animais Anelorados, em sistema de produção semi-intensivo e ciclo completo. A venda de animais para o abate se dava aos 36 meses. O protocolo hormonal usado foi o mesmo para toda IATF e esta foi realizada somente uma vez. Foram consideradas diferentes taxas de prenhez de 80%, 56,7% e 49,2% para monta natural, IATF com sêmen convencional e IATF com sêmen sexado, respectivamente. Depois disso as taxas de prenhez foram consideradas as mesmas para todas as metodologias. Índices zootécnicos e econômicos compilados da literatura foram utilizados para estruturar o sistema de simulação. Os principais fatores que determinaram o lucro foram: o direcionamento para a produção de machos, o menor valor das doses inseminantes sexadas da raça Angus e o baixo custo com o uso de mão-de-obra da monta natural. O maior lucro bruto foi obtido com o uso da IATF com sêmen sexado de touros da raça Angus (US\$ 167,874.00), e o segundo maior valor para o lucro bruto foi obtido com o uso de monta natural (US\$ 161,379.00). Contudo, os resultados obtidos sobre a margem bruta em ambas as situações simuladas foram de 44,9% e 45,6%, respectivamente. Com base nos resultados simulados foi verificado que, em sistemas comerciais de produção o uso da IATF com sêmen sexado Angus gera um maior lucro bruto.

## ABSTRACT

MARTINI, E. A. Simulation of natural breeding or FTAI with conventional or sexed semen: bioeconomic results. 2020 Dissertation (Master's degree) – Veterinary Medicine and Animal Science College, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

Simulation tools are important to assist producers in deciding which reproductive methodologies are consistent with their realities and will best meet expectations. However, all of these methodologies have costs. Given this, the aim of this study was to compare the results of natural breeding in relation to fixed time artificial insemination (FTAI) with conventional and sexed semen, from Nellore and Angus breeds, by means of an economic simulation system in commercial cattle herd. Different economic scenarios were simulated on a property with a total area of 1,500 hectares, and an environmental preservation area equivalent to 20%, located in Central Brazil. The initial herd consisted of Nellore animals, in a semi-intensive production system and full cycle. Animals were slaughtered at 36 months age. The hormonal protocol used was the same for all FTAI and it was performed only once. Different pregnancy rates of 80%, 56.7% and 49.2% were considered for natural breeding, FTAI with conventional semen and FTAI with sexed semen, respectively. After that all pregnancies rates methodologies were considered the same. Zootechnical and economic indexes were compiled from the literature to structure the simulation system. The main factors determining profit were: male calves production directioning, the lower value of Angus sexed semen and the low labour costs with natural breeding. The highest gross profit was obtained by FTAI with Angus sexed semen (US \$ 167,874.00), and the second highest value was obtained by natural breeding use (US \$ 161,379.00). However, the results obtained from the gross margin in both simulated situations were 44.9% and 45.6%, respectively. Based on the simulated results, it was verified that, in cattle commercial production systems, the use of Angus sexed semen on FTAI generates a higher gross profit.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
REVISÃO DE LITERATURA .....	10
REFERÊNCIAS .....	16
ARTIGO.....	19
INTRODUÇÃO .....	20
MATERIAL E MÉTODOS .....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS .....	28
TABELAS .....	31

## INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte é considerada um dos pilares do agronegócio nacional sendo responsável por 8,7% do PIB (Produto Interno Bruto) do Brasil (ABIEC, 2019). Nesse sentido, no aprimoramento do sistema de produção, um fator de extrema importância é o desempenho reprodutivo dos animais, o qual está associado com a rentabilidade e ao melhor desempenho do rebanho (Monteiro et al., 2017). Dentre as várias possibilidades de mensurações possíveis do desempenho reprodutivo, a taxa de prenhez é de fácil obtenção. Contudo, existem variações a respeito dessas taxas de prenhez no rebanho nacional e, entre elas está o método de acasalamento.

O método de acasalamento predominante nos sistemas de produção de bovinos de corte é a monta natural (Castro et al., 2018), entretanto, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) tem chamado atenção devido à suas inúmeras vantagens como: a praticidade de sua implantação nas propriedades e facilitação do manejo, a redução do estresse nos animais e a sua capacidade de ajustar a estação reprodutiva devido à sincronização do ciclo estral das fêmeas. Porém, um dos maiores empecilhos na implantação da IATF é o custo dos hormônios utilizados (Brunoro et al., 2017).

Independentemente do método de acasalamento escolhido, todos se relacionam ao desempenho reprodutivo, e este ao sistema de produção. Todavia, as ferramentas de simulação auxiliam os produtores a decidir qual metodologia condiz com sua realidade e atende suas expectativas, como também, proporcionam o benefício de estudar sistemas reais sem modificá-los ou criar diferentes cenários e testá-los de forma sistemática, com velocidade e baixo custo, sem interferir no sistema real de produção (Paula et al., 2018).

Diante disso, este estudo tem por objetivo comparar os resultados econômicos entre a monta natural e a inseminação artificial em tempo fixo com o uso de sêmen convencional ou sexado, por meio de um sistema de simulação bioeconômico para a pecuária de corte em ambiente comercial.

## REVISÃO DE LITERATURA

A bovinocultura de corte é caracterizada pelas fases de cria, recria e engorda e, a maioria dos sistemas de produção nacional envolve as três fases, o qual é chamado de ciclo completo. Contudo, é na fase de cria que deve ser concentrada uma maior atenção pelos produtores devido à reprodução, gestação, parição, amamentação e desmame (Paula et al., 2018). Nessa fase também é avaliado o um índice zootécnico de relevância, o intervalo entre partos (IEP). O IEP médio do rebanho brasileiro é entre 18 a 22 meses (Moraes, 2008). Entretanto, o ideal seria em torno de doze meses, com isso, a produção seria de um bezerro por vaca/ano, mas infelizmente é mais longo do que o desejável, o que pode vir a comprometer o desempenho geral dos animais (Oliveira et al., 2006).

Uma alternativa para a melhoria dos índices zootécnicos é investir em sistemas de produção melhorados pela maior utilização de tecnologias, suplementação alimentar, melhoramento de pastagens, genética e mão-de-obra (Zimmer et al., 1998). Esses sistemas, além de contribuem para a melhoria desses índices, auxiliam no aumento da eficiência reprodutiva e melhoria da rentabilidade e lucratividade do sistema de produção de gado de corte (Barbosa et al., 2017). Dessa forma, as taxas de natalidade podem ser superiores a 80%, a mortalidade até a desmama ser de 2% a 4%, a taxa de desmama ser superiores de 65% e a mortalidade pós-desmama ser de até 3%. Já a idade à primeira cria seria entre 30 a 35 meses com IEP menores que 15 meses (Zimmer et al., 1998; Euclides Filho, 2000; Oliveira et al., 2006; Brunet & Couto, 2017).

A estação de monta é uma alternativa que tem sido definida como estratégia de manejo reprodutivo comum aos bovinos de corte (Nogueira, 2017). O seu uso exige baixo investimento pelo produtor, e permite aumentar a eficácia do sistema de descarte devido à facilidade de identificação das matrizes com problemas reprodutivos. Além disso propicia, o aumento da eficiência reprodutiva dos rebanhos, por meio da maior oferta de forragem, diminuindo o anestro reprodutivo de origem nutricional (Oliveira et al., 2006). De maneira geral, devido à sazonalidade da produção de forrageiras, ocorre uma concentração natural dos nascimentos durante o período seco do ano, quando a incidência de doenças e parasitas, como carrapatos, bernes, moscas e vermes são menores, e favorecem melhores condições ambientais para os bezerros (Castro et al., 2018).

A concentração dos nascimentos faz com que a observação dos partos e os cuidados com os recém-nascidos sejam sistematizados, facilitando o manejo e ajudando a diminuição da mortalidade das crias (Oliveira et al., 2006). Para as propriedades que nunca adotaram um

período de estação de monta, se recomenda, no primeiro ano, instituir um período de outubro a março (180 dias) e, nos anos subsequentes, se deve ajustar gradativamente este período eliminando os meses de menor concentração de nascimentos. Dentro deste contexto, vale salientar que, para reduzir o IEP e o cio subsequente, tanto vacas como novilhas devem apresentar condições corporais de moderada a boa no início da estação de monta (Castro et al., 2018).

O principal método reprodutivo empregado na pecuária de corte é a monta natural que consiste em deixar os touros junto ao rebanho de fêmeas toda a estação de monta ou durante o ano todo. Para rebanhos comerciais, a monta natural apresenta como vantagens como: menor perda de cio, economia de mão-de-obra e aumento nas taxas de concepção (Brumatti, 2006). Uma das desvantagens é a dificuldade do controle zootécnico e sanitário do rebanho, devido à falta de uniformidade dos animais quanto à idade e ao peso, uma vez que a distribuição dos nascimentos pode ocorrer em todos os meses do ano, principalmente, quando não se utiliza a estação de monta (Nogueira, 2017).

A implantação da estação de monta nesse sistema evita o desgaste dos reprodutores devido ao número repetido de cobrições, principalmente na época em que as pastagens são menos produtivas, já que a estação de cobertura deve ser durante o período chuvoso (Oliveira et al., 2006). Dessa forma, altos investimentos na aquisição de touros exigem maximizar sua utilização, acasalando-os com o maior número de fêmeas possível (Silva, 2017). Para tanto, deve-se utilizar uma relação touro:vaca variando de 1:25 até 1:50 nas condições usuais de monta a campo (Torres-Júnior et al., 2009). Essa relação acelera o retorno ao investimento e otimiza o potencial genético dos touros. Quando as condições de sanidade e qualidade de pasto são adequadas, é plausível a realização de acasalamentos com até 2% de touros, obtendo-se resultados satisfatórios no resultado de prenhez final (Silva, 2017).

As taxas de natalidade para esse método reprodutivo são em torno de 80% (Paula et al., 2018). Também, foram encontradas taxas entre 70% e 80% (Oliveira et al., 2006) e entre 80% a 85% (Fürstenau, 2004). Já as taxas de prenhez são em torno de 86,7% para novilhas com 24 meses (Silva et al., 2005) e, de 80,4% para rebanhos heterogêneos de corte (Gonçalves, 2008). Em outro estudo, foram citadas taxas de prenhez de 76% para primíparas e de 83,6% para multíparas (Silva, 2017).

A busca pelo aumento da eficiência reprodutiva dos rebanhos de corte despertou interesse de muitos produtores para a utilização de biotecnologias reprodutivas, principalmente para a produção comercial (Nogueira, 2017). Nesse contexto, a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) ganhou destaque devido à diminuição do IEP (Castro et al.,

2018). A IATF é uma biotecnologia derivada da inseminação artificial (IA) e utiliza hormônios e protocolos, que por meio do controle farmacológico do ciclo estral, proporciona não apenas o estro, mas sim a sincronização da ovulação da fêmea em momento conhecido, ou seja, em horário pré-determinado, concentrando os nascimentos nas melhores épocas do ano e facilitando o manejo reprodutivo nas propriedades (Gofert, 2008).

Existem diversos protocolos hormonais para a IATF, cujo objetivo é induzir a emergência de uma nova onda de crescimento folicular, controlar a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a inserção e a retirada da fonte de progesterona endógena (PGF2 $\alpha$ ) e exógena (dispositivo intravaginal), e induzir a ovulação sincronizada em muitos animais simultaneamente, concentrando o serviço em um curto intervalo de tempo (Furtado et al., 2011). Os primeiros protocolos de IATF para bovinos surgiram em meados dos anos 90 com o desenvolvimento do protocolo Ovsynch (GnRH – 7 dias / PGF – 48 horas / GnRH – 16 horas da IA) (Baruselli et al., 2019).

Para o protocolo de IATF ser mais atrativo precisa apresentar repetibilidade e ser minimamente dependente do ambiente, possibilitando maiores taxas de prenhez em diferentes locais e situações (Siqueira et al., 2008). No Brasil, o protocolo a base de estradiol (E<sub>2</sub>) e progesterona (P<sub>4</sub>) é o mais utilizado para IATF em bovinos de corte (Baruselli et al., 2019). Esse protocolo IATF consiste na inserção de um dispositivo intravaginal de progesterona (P<sub>4</sub> – DIP) por sete, oito ou nove dias, e duas aplicações de análogos de Estradiol (E<sub>2</sub>) intercaladas por uma aplicação de PGF2 $\alpha$ . Nestes protocolos, o Benzoato de Estradiol (BE) é o análogo de E<sub>2</sub> mais aplicado, juntamente com o Cipionato de Estradiol (Gottschall et al., 2016). E, como alternativa para potencializar os índices de concepção e proporcionar maior número de prenhez no protocolo, é sugerida a utilização de Gonadotrofina Coriônica eqüina (eCG) no momento da retirada do DIP (Silva, 2017).

Os DIPs têm por finalidade liberar lentamente a P<sub>4</sub> e garantir aumento nas taxas de prenhez, a qual impede a ovulação precoce, proporcionando conseqüentemente, um bom desenvolvimento folicular (Carvalho et al., 2019). Já o BE e seus similares, sua finalidade é induzir a ovulação e o estro em aproximadamente 44,2 horas após a aplicação, e a sincronização, estimulando a liberação de PGF2 $\alpha$  uterinas e ocitocinas ovarianas (Fernandes, 2010). A utilização de PGF2 $\alpha$  ocorre devido a sua ação luteolítica para induzir a regressão do corpo lúteo (CL) e conseqüentemente, um estro fértil de três a cinco dias após o tratamento, entretanto, estudos demonstraram também sua capacidade de induzir a primeira ovulação em novilhas (Teixeira, 2010). O sucesso da sincronização do ciclo estral depende da presença de um CL, já que a ação da luteolisina é provocar a regressão morfológica e funcional dessa

estrutura e, conseqüentemente, a queda nos níveis endógenos de progesterona e do subsequente início do estro e ovulação (Rathbone et al., 2001).

Quanto ao número de manejos necessários para realizar a sincronização para IATF, existem protocolos com três ou quatro manejos. De forma geral, o objetivo do manejo adicional é administrar  $PGF2\alpha$ , antecipando a luteólise, reduzir as concentrações séricas de  $P_4$  ao final do protocolo em vacas cíclicas e aumentar a taxa de crescimento do folículo dominante. Contudo, existe a possibilidade de realizar o tratamento com  $PGF2\alpha$  no dia zero (D0) do protocolo, o que causa a luteólise nos animais com presença de CL no início da sincronização, reduz a  $P_4$  sanguínea durante o protocolo e facilita o manejo da IATF (Baruselli et al., 2019).

Gottschall et al. (2016) relataram taxas de prenhez entre 30,1% e 44,8% utilizando o protocolo com quatro manejos em novilhas de corte sem a utilização de eCG. Brunoro et al. (2017) utilizando o mesmo método, obtiveram 42,92% de taxa de prenhez para fêmeas primíparas da raça Nelore e 57,08% para fêmeas múltíparas da mesma raça. Ainda, com o mesmo protocolo, Carvalho et al. (2019) constataram taxas de 53,4% para fêmeas da raça Nelore e explicaram que, valores em torno de 50% podem ser considerados razoáveis, e resultados inferiores a isso são insatisfatórios, pois não justificam os custos de manejo e a implementação do protocolo hormonal. Porém, há relatos na literatura de taxas de prenhez em torno de 51,3% para novilhas, 55% para fêmeas de até dois anos de idade, 53,3% para vacas maduras, e de 56,7% para rebanhos heterogêneos (Crites et al., 2018).

Com a adição de eCG no protocolo, os resultados das taxas de prenhez são em torno de 43%, e além disso, foi relatado na literatura oscilações de 25% a 67% de taxa de prenhez em vacas de corte em lactação em programas que utilizam exclusivamente IATF, independente do indutor da ovulação utilizado (Brunoro et al., 2017). A categoria animal também tem influência nas taxas de prenhez, sendo de aproximadamente 50,2% para a categoria de nulíparas, enquanto as primíparas e pluríparas são de 47,6 e 56%, respectivamente (Carvalho et al., 2019). Taxas de prenhez em torno de 50,80% são consideradas médias para a utilização de eCG no protocolo de IATF, já as taxas pessimistas e otimistas, ficam em torno de 38,90% e 59,60%, respectivamente (Paula et al., 2018). Segundo Viana et al. (2015), a média nacional utilizando IATF varia de 25 a 70%.

A IATF também pode ser realizada utilizando sêmen sexado. O sêmen sexado é uma técnica capaz de produzir, propositalmente, descendentes machos ou fêmeas, atendendo o interesse do produtor e, com a utilização dessa técnica, obtém-se uma segurança de até 90% de nascimentos de animais do sexo desejado (Alvarez, 2012). No Brasil, há uma maior

procura de sêmen sexado para fêmea e de raças leiteiras do que raças de corte e sêmen sexado de macho. O uso do sêmen sexado para a produção de touros pode ser economicamente viável, aumentando o número de animais disponíveis para venda (Dominguez et al., 2012).

Contudo, existem limitações associadas à utilização de sêmen sexado, uma delas é o valor muito elevado, decorrente do lento processo de separação dos espermatozoides baseado na diferença de conteúdo de DNA dos cromossomos X (fêmeas) e Y (machos). O segundo problema é associado à utilização é uma taxa de concepção entre 10% a 20% menor em relação ao sêmen não sexado (Alvarez, 2012). Segundo Neves et al. (2010), a taxa de concepção obtida após a utilização do sêmen sexado é baixa, estimada em 35% e, para minimizar estas dificuldades, preconiza-se a utilização do sêmen sexado no primeiro serviço e o não sexado no caso de repetições de serviço.

A taxa de prenhez a campo para IATF com sêmen sexado é em torno de 35% a 40%, com a utilização do sêmen convencional, nas mesmas condições, a taxa de prenhez é de 55% a 60% (Lima, 2007). Dominguez et al. (2012) compararam a IATF com sêmen convencional e a IATF com sêmen sexado e obtiveram valores em torno de 57,85% e 38,76%, respectivamente. Crites et al. (2018) encontraram, no geral, 49,2% de taxas de prenhez utilizando sêmen sexado.

Entretanto, a decisão de qual método reprodutivo utilizar, sendo a MN ou utilizando biotecnologias, é uma decisão técnica e todos os fatores que podem interferir direta ou indiretamente nas taxas de prenhez dos rebanhos devem ser considerados (Brunoro et al., 2017). A metodologia também deve ser condizente com a realidade financeira das empresas rurais. Diante disso, as ferramentas de simulação podem servir de apoio para os produtores na escolha do melhor método, pois permitem avaliar a introdução de novas tecnologias no campo, a fim de aumentar as taxas de prenhez das fêmeas. Permitem também, desenvolver diversas situações e obter respostas mais rápidas e mais baratas quando comparadas a situações reais. Mas, é necessário desenvolver modelos complexos, ou seja, um programa mais amigável e interface simples, capaz de lidar com questões práticas do dia a dia, tornando seu uso mais eficiente para o usuário, sem descuidar o conhecimento agrônomo e zootécnico (Gaspar et al., 2018).

As simulações apresentam vantagens como: identificar causas e promover a solução de problemas; prever resultados; ser eficiente do ponto de vista econômico; preparar a empresa para mudanças; promover agilidade e gerar conhecimento. Porém, como todo sistema, também possui desvantagens como: a construção do modelo requer treinamento especial que demanda tempo e experiência; o longo tempo e alto custo em caso de sistemas

mais complexos; a utilização inapropriada da simulação; entre outros (Brumatti, 2006). Além das vantagens mencionadas acima, a confiança ganha com a prática dessas atividades podem estimular o produtor a investir capital em atividades consideradas mais intensivas, promovendo assim, mudanças no perfil cultural da pecuária brasileira (Gaspar et al., 2018).

Baseando-se nessas informações, este estudo poderá ser utilizado como suporte na produção animal para os produtores de gado de corte, de forma a aferir os resultados econômicos dos métodos de reprodução e atingir uma simplificação da realidade.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES (ABIEC). Sumário 2019. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>. Acesso em: 15/01/2020.

ALVAREZ, R. H. Dez perguntas e respostas sobre o sêmen sexado dos bovinos. **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, p.1-3, 2012.

BARBOSA, A. C. B.; CARNEIRO, P. L. S.; REZENDE, M. P. G.; RAMOS, I. O.; MARTINS FILHO, R.; MACHADO, C. H. M. Parâmetros genéticos para características de crescimento e reprodutivas em bovinos Nelore no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.66, p.449-452, 2017.

BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. A.; ELLIFF, F. M.; SILVA, L. G. da; BATISTA, E. S.; CREPALDI, G. A. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.43, p.308-314, 2019.

BRUMATTI, R. C. **Influência das técnicas reprodutivas e do tipo de acasalamento em programas de seleção de gado de corte e seu impacto no custo e na produção de tourinhos**. 2006. 86f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga – SP.

BRUNES, L. C.; COUTO, V. R. M. Balanço de gases de efeito estufa em sistemas de produção de bovinos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.66, p.287-299, 2017.

BRUNORO, R.; FRANCISCO, F. F.; PINHO, R. O.; BRUNORO, J. R. P.; LUZ, M. R.; SIQUEIRA, J. B. Reutilização de implantes de progesterona em vacas Nelore de diferentes categorias submetidas a IATF. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.41, p.716-722, 2017.

CARVALHO, J. C.; CAVALCANTI, M. O.; CHAVES, M. S.; RIZZO, H. 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.

CASTRO, F. C. de; FERNANDES, H.; LEAL, C. L. V. Sistemas de manejo para maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. **Veterinária e Zootecnia**, v.25, p.41-61, 2018.

CRITES, B. R.; VISHWANATH, R.; ARNETT, A. M.; BRIDGES, P. J.; BURRIS, W. R.; McLEOD, K. R.; ANDERSON, L. H. Conception risk of beef cattle after fixed-time artificial insemination using either SexedUltra™ 4M sex-sorted semen or conventional semen. **Theriogenology**, v.118, p.126-129, 2018.

DOMINGUEZ, J. H. E.; COSTA, D. S.; CENTURION, V. J.; BRUMATTI, R. C. Análise marginal dos custos da utilização de sêmen sexado macho para produção de touros Nelore. **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.111-118, 2012.

EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-mercado. Documentos. **Embrapa Gado de Corte**, v.85, p.5-66, 2000.

FERNANDES, J. A. S. **Protocolos de inseminação artificial em tempo fixo e eficiência reprodutiva de vacas e novilhas mestiças leiteiras**. 2010. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhoma e Mucuri, Faculdade de Ciências Agrárias, Diamantina – MG.

FÜRSTENAU, V. Pecuária de corte: baixos índices zootécnicos e eficiência no setor exportador. **Indicadores Econômicos FEE**, v.32, p.265-292, 2004.

FURTADO, D. A.; TOZZETTI, D. S.; AVANZA, M. F. B.; DIAS, L. G. G. G. Inseminação artificial em tempo fixo em bovinos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, p.1-25, 2011.

GASPAR, A. de O.; BRUMATTI, R. C.; PAULA, L. A.; DIAS, A. M. A simulation of the economic and financial efficiency of activities associated with beef cattle pasture. **Custos e @gronegócio on line**, v.14, p.74-98, 2018.

GOFERT, L. F. Programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Aspectos técnicos e econômicos. In: I SIMPÓSIO DE REPRODUÇÃO EM BOVINOS, Pelotas, 2008. **Anais...** EMBRAPA Clima Temperado – RS.

GONÇALVES, P. E. M. **Inseminação artificial versus monta natural em bovinos de corte: aspectos reprodutivos, produtivos e econômicos**. 2008. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte – MG.

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

LIMA, V. F. M. H. Avanços metodológicos na seleção do sexo de espermatozoides bovinos para utilização no melhoramento genético e na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.219-228, 2007.

MONTEIRO, B. M.; CAMPELLO, C. C.; SOUZA, D. C. de; AMORIM, B. S. de; SILVA, J. J. S. da; ESPÍRITO SANTO, C. T. do; VIANA, R. B. Inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte no estado do Pará. **Livestock and Small Animals Medicine Journal**, v.4, p.7-23, 2017.

MORAES, A. S. **Pecuária e conservação do Pantanal: análise econômica de alternativas sustentáveis – o dilema entre benefícios privados e sociais**. 2008. 265f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal de Pernambuco, CCSA, Recife – PE.

NEVES, J. P.; MIRANDA, K. L.; TORTORELLA, R. D. Progresso científico em reprodução na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, Suplemento Especial, p.414-421, 2010.

NOGUEIRA, C. S. **Impacto da IATF (Inseminação Artificial em Tempo Fixo) sobre características de importância econômica em bovinos Nelore**. 2017. Dissertação

(Mestrado em Genética e Melhoramento Animal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal – SP.

OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; LADEIRA, M. M.; SILVA, M. M. P.; ZIVIANI, A. C.; BAGALDO, A. R. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, p.57-86, 2006.

PAULA, L. A. de; BRUMATTI, R. C.; FARIA, F. J. C.; GASPAR, A. O. Estudo da eficiência técnico-econômica da biotecnologia IATF. **Custos e @gronegocio on line**, v.14, Edição Especial, p.405-432, 2018.

RATHBONE, M. J.; KINDER, J. E.; FIKE, K.; KOJIMA, F.; CLOPTON, D.; OGLE, C. R.; BUNT, C. R. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. **Advances Drug Delivery Reviews**, v.50, p.277-320, 2001.

SILVA, M. D. da; BARCELLOS, J. O. J.; PRATES, Ê. R. Desempenho reprodutivo de novilhas de corte acasaladas aos 18 ou aos 24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2057-2063, 2005.

SILVA, R. S. **Simulação bioeconômica de três modelos de manejo reprodutivo para bovinos de corte**. 2017. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Pampa, *Campus* Uruguaiana, Uruguaiana – RS.

SIQUEIRA, L. C.; OLIVEIRA, J. F. C. de; LOGUÉRCIO, R. da S.; LÖF, H. K.; GONÇALVES, P. B. D. Sistemas de inseminação artificial em dois dias com observação de estro ou em tempo fixo para vacas de corte amamentando. **Ciência Rural**, v.38, p.411-415, 2008.

TEIXEIRA, A. A. **Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo – SP.

TORRES-JÚNIOR, J. R. de S.; MELO, W. de O.; ELIAS, A. K. da S.; RODRIGUES, L. S.; PENTEADO, L.; BARUSELLI, P. S. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução assistida em gado de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, p.53-58, 2009.

VIANA, W. de A.; COSTA, M. D.; RUAS, R. M.; AMARAL JÚNIOR, L. T.; SEIXAS, A. A.; SERAFIM, V. F. Taxa de prenhez de vacas zebuínas com uso da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em fazendas do norte de Minas Gerais. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v.13, p.1-8, 2015.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M. C. M. Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul. **Embrapa Gado de Corte**, Documentos. v.70, p.5-53, 1998.

## ARTIGO

### Simulação do uso de monta natural ou de IA em tempo fixo com sêmen convencional ou sexado: resultados bioeconômicos

Elenir de Araujo Martini <sup>(1)</sup>, Fábio José Carvalho Faria <sup>(1)</sup> e Ricardo Carneiro Brumatti <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FAMEZ, UFMS, Avenida Senador Filinto Müller, 2443, Caixa Postal 549, CEP 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil.

E-mail: elenirmartini005@hotmail.com, fabio.faria@ufms.br, ricardo.brumatti@ufms.br

**Resumo** – O objetivo deste trabalho de simulação foi comparar os resultados bioeconômicos obtidos ao usar diferentes sistemas de acasalamento. Os resultados de desempenho bioeconômico foram obtidos ao simular o uso da monta natural ou da inseminação artificial em tempo fixo (IATF) com sêmen convencional e sexado, das raças Nelore e Angus. As alterações do sistema de acasalamento foram obtidas ao avaliar uma propriedade com área total de 1.500 hectares com 20% de reserva ambiental, localizada no Brasil Central. O rebanho inicial era composto de animais anelados, em sistema de produção semi-intensivo, com ciclo completo e a venda de animais para o abate se dava aos 36 meses. O protocolo hormonal usado para a IATF não diferiu entre as simulações, apenas foram consideradas diferenças entre as taxas de prenhez, conforme o sêmen usado (convencional ou sexado). O uso da IATF se deu apenas uma vez durante a simulação, e as taxas finais foram as mesmas para os sistemas considerados. Parâmetros zootécnicos e econômicos foram usados para estruturar o sistema de simulação. O maior lucro bruto foi obtido com o uso da IATF com sêmen sexado de touros da raça Angus (US\$ 167,874.00), e o segundo maior valor de lucro bruto foi obtido com o uso de monta natural (US\$ 161,379.00). Entretanto, o resultado obtido sobre a margem bruta em ambas as situações simuladas foi de 44,9% e 45,6%, respectivamente. Infere-se, com base nos resultados obtidos, que em sistemas comerciais de produção o uso da IATF com sêmen sexado Angus gera um maior lucro bruto.

**Termos para indexação:** bovino de corte, sistema de produção, simulação determinística

33 **Simulation use of natural breeding or fixed-time AI with convencional or sexed semen:**  
34 **bioeconomic results**

35  
36 **Abstract** – The simulation aim was to compare bioeconomic results using different mating  
37 systems. Results of bioeconomic performance were obtained by simulations using natural  
38 breeding or fixed time artificial insemination (FTAI) with conventional and sexed semen,  
39 from Nellore and Angus breeds. Changes among the mating system were obtained in  
40 evaluating a property from 1,500 hectares of total area and 20% of environmental reserve,  
41 located in Central Brazil. The herd consisted of Nellore animals, in a semi-intensive  
42 production system, with full cycle and the animals being slaughtered at 36 months. The  
43 hormonal protocol used for FTAI did not differ between simulations, only differences at  
44 pregnancy rates were considered, according to the used semen (conventional or sexed). FTAI  
45 was used once during the simulation, and the final pregnancy rates were the same for the  
46 systems considered. Economics and zootecnics parameters were used to structure the  
47 simulation system. The highest profit gross was obtained using the FTAI with sexed semen  
48 from Angus bulls (US \$ 167,874.00), and the second highest was obtained with the use of  
49 natural breeding (US \$ 161,379.00). However, the result obtained on the gross margin in both  
50 simulated situations was 44.9% and 45.6%, respectively. It is inferred, based on the results  
51 obtained, that in commercial production systems the use of FTAI with Angus sexed semen  
52 generates a higher profit gross.

53  
54 **Index terms:** beef cattle, production system, deterministic simulation

55

## 56 **INTRODUÇÃO**

57

58 A reprodução é citada como o fator mais importante associado à rentabilidade  
59 econômica de um rebanho de corte (Monteiro et al., 2017). E a monta natural é o método  
60 reprodutivo mais utilizado no Brasil. Entretanto, em algumas regiões, ainda persistem  
61 problemas de anestro pós-parto prolongado nas vacas, o que leva a diminuição da eficiência  
62 produtiva da fazenda, pois aumenta o intervalo parto-cio, parto-concepção e intervalo entre  
63 partos (IEP) (Santos et al., 2018). O uso de certas tecnologias reprodutivas nas propriedades  
64 pode colaborar para a otimização dos sistemas de criação e gerar aumento da produtividade e  
65 rentabilidade das propriedades (Baruselli et al., 2019).

66 Dentre as tecnologias disponíveis, e das biotécnicas reprodutivas que merecem  
67 destaque, a IATF vem sendo amplamente utilizada em rebanhos comerciais (Gassenferth et  
68 al., 2016). A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) facilita o manejo da inseminação,  
69 concentra o trabalho em dias pré-determinados, aumenta o número de animais inseminados e,  
70 consequentemente, as taxas de prenhez, possibilitando o planejamento dos partos e da estação  
71 de monta subsequente (Castro et al., 2018). Em relação ao uso da IATF associada ao sêmen  
72 sexado para a produção de touros comerciais, Dominguez et al. (2012) relataram a quase  
73 inexistência de trabalhos sobre o seu impacto e viabilidade econômica.

74 Todavia, seja qual for o manejo reprodutivo adotado na propriedade, sempre haverá  
75 custos, ou com a aquisição de touros na monta natural ou com hormônios, palhetas de sêmen  
76 e mão-de-obra na IATF. A decisão por qual metodologia adotar precisa ser tomada a partir de  
77 dados técnicos e econômicos, considerando todos os custos e benefícios, tanto os diretos  
78 como indiretos, a fim de minimizar erros que possam comprometer o desempenho produtivo  
79 (Santos et al., 2018). Sob essa ótica, e visando a implantação de um sistema de produção mais  
80 rentável, as ferramentas de simulação permitem estudar sistemas reais sem modificá-los, com  
81 velocidade e baixo custo, como também, criar inúmeros cenários com mudanças pretendidas e  
82 testá-los de forma sistemática sem interferir no sistema real (Paula et al., 2018).

83 Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi comparar os resultados bioeconômicos de  
84 um sistema simulado, em que se variou o uso da IATF com sêmen convencional ou sexado  
85 das raças Nelore e Angus em relação à monta natural.

86

## 87 **MATERIAL E MÉTODOS**

88

89 Para o presente trabalho, foi utilizado o modelo de simulação bioeconômica descrito  
90 por Brumatti et al. (2011), e citado por Pini et al. (2014), Gaspar et al. (2017), Paula et al.  
91 (2018) e Gaspar et al. (2018).

92 O sistema simulado interliga os índices zootécnicos, a estrutura de rebanho e o  
93 controle de custos e receitas, além disso, integra custos e receitas anuais de diferentes cenários  
94 simulados. O modelo bioeconômico utiliza planilhas do programa Excel® (Pacote Office®) e,  
95 permite simular rebanhos em atividades de ciclo completo (cria, cria e engorda), tanto para  
96 um número fixo de matrizes, quanto para um número fixo de animais para engorda, criados  
97 em pastagens e em clima tropical.

98 Para a simulação foi utilizada propriedade com rebanho de animais anelados, em  
 99 sistema de produção semi-intensivo e de ciclo completo, em que a venda de animais para o  
 100 abate se dá aos 36 meses. A propriedade simulada possui área total de 1.500 hectares (ha), e  
 101 área de preservação ambiental equivalente a 20%, totalizando 1.200 ha de área de pastagens,  
 102 localizada no Brasil Central, cujo bioma predominante é o Cerrado.

103 Para a simulação dos métodos de acasalamento foi estabelecida uma estação de  
 104 monta de aproximadamente 90 dias, sendo que na monta natural, machos e fêmeas  
 105 permaneceram juntos durante todo o período e, para a IATF com sêmen convencional e  
 106 sexado, foi simulado a adoção de um protocolo hormonal seguido de repasse com touros-

107 As taxas de prenhez para compor a estrutura física inicial do rebanho simulado para  
 108 os métodos de acasalamento foram embasadas na literatura. Para a monta natural foram  
 109 verificadas taxas entre 70% e 88%, em que o valor utilizado foi de 80% (Fürstenau, 2004;  
 110 Oliveira et al., 2006; Silva, 2017; Paula et al., 2018). Para a IATF com sêmen convencional  
 111 foram aferidas taxas entre 25% e 70%, e foi usada a taxa de 56,7% (Viana et al., 2015;  
 112 Brunoro et al., 2017; Paula et al., 2018; Carvalho et al., 2019). E, para a IATF com sêmen  
 113 sexado foram obtidas taxas entre 35% e 60%, em que o valor utilizado foi de 49,2% (Lima,  
 114 2007; Neves et al., 2010; Dominguez et al., 2012; Crites et al., 2018). Também, foi usado o  
 115 valor de 90% de certeza para o sexo desejado (Gordo, 2011), nesse caso, para machos. A  
 116 Tabela 1 apresenta os índices zootécnicos utilizados para compor a estrutura física do  
 117 rebanho.

118

119 **Tabela 1. Índices zootécnicos médios usados no sistema simulado.**

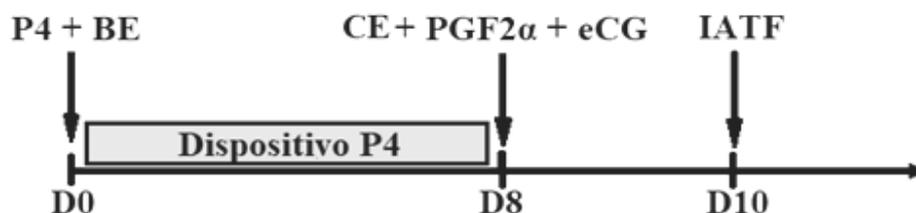
Variáveis	Sistema semi-intensivo
Natalidade	84%
Mortalidade até a desmama	3%
Mortalidade após desmama	0,5%
Descarte de matrizes	20%
Relação touro:vaca	1:35
Taxa de lotação (UA/ha)	1,2
Peso médio de abate	495 kg

120 Fonte: Zimmer et al., 1998; Euclides Filho, 2000; Paula et al., 2018.

121

122 O protocolo hormonal de IATF usado para o sêmen convencional e sexado foi:  
 123 dispositivo intravaginal de liberação lenta contendo 0,5g de Progesterona – P<sub>4</sub> (Primer  
 124 monodose<sup>®</sup>), 2,0 mg via intramuscular de Benzoato de Estradiol – BE (Estrogin<sup>®</sup>), 1,0 mg via

125 intramuscular de Cipionato de Estradiol – CE (Fertilcare<sup>®</sup>), 0,482 mg via intramuscular de  
 126 Prostaglandina – PGF2 $\alpha$  (Estron<sup>®</sup>) e 300 UI via intramuscular de Gonadotrofina Coriônica  
 127 Eqüina – eCG (Novormon<sup>®</sup>). O esquema com três manejos está esquematizado na Figura 1.  
 128



129  
 130 **Figura 1.** Esquema do protocolo hormonal utilizado.

131  
 132 Este trabalho utilizou o dólar norte-americano como moeda de análise, para isto, os  
 133 valores em reais (R\$) foram convertidos a uma taxa fixada em R\$ 3,54 com base nas taxas de  
 134 câmbio do período entre 2016 a 2019, segundo o Banco Central do Brasil. Todos os valores  
 135 mercadológicos utilizados foram equivalentes aos praticados na praça de Campo Grande –  
 136 MS, e o salário mínimo rural vigente durante o desenvolvimento do trabalho foi de R\$  
 137 1.111,00, equivalentes a US\$ 313.84.

138 De acordo com a praça de insumo local, os valores médios para compra e venda de  
 139 matrizes e novilhas foram de US\$ 1.40 (R\$ 4,95), e para a compra de reprodutores o valor  
 140 médio foi de US\$ 1.94 (R\$ 6,85) por kg de peso vivo (PV), respectivamente. Para a obtenção  
 141 do valor da arroba nacional de boi gordo, foram calculados os valores médios dos últimos três  
 142 anos (2016 – 2019) de acordo com os dados disponibilizados pelo Centro de Estudos  
 143 Avançados em Economia Aplicada (CEPEA – ESALQ), o qual foi de US\$ 41.24 (R\$ 145,98)  
 144 por arroba.

145 Para calcular os custos das IATFs, foram considerados os valores das doses dos  
 146 hormônios, das doses do sêmen convencional ou do sêmen sexado e da mão-de-obra com o  
 147 material descartável (bainha francesa, luvas, seringas e outros). O valor de mão-de-obra para  
 148 este protocolo foi em torno de US\$ 6.50 (R\$ 23,00) por animal, e o valor total do protocolo  
 149 hormonal para cada fêmea inseminada custou US\$ 5.55 (R\$ 19,64). Em relação ao sêmen  
 150 convencional e sexado, os valores médios encontrados foram de US\$ 8.15 e US\$ 43.50 (R\$  
 151 28,85 e R\$ 150,00) para a raça Nelore e US\$ 6.38 e US\$ 28.25 (R\$ 22,60 e R\$ 100,00) para a  
 152 raça Angus, respectivamente.

153 Posteriormente, foram calculados os resultados econômicos para cada método  
 154 reprodutivo simulado, conforme as fórmulas adaptadas do trabalho de Paula et al. (2018)  
 155 descritas abaixo:

156

157  $\text{Custo IATF} = (\text{CP} + \text{CS} + \text{CMM}) / \text{Matriz}$

158 Em que: CP = custo do protocolo por animal; CS = custo por dose de sêmen (sexado  
 159 ou convencional); CMM = custo de mão-de-obra e material descartável.

160

161 A Receita Bruta (RB) da propriedade foi obtida do seguinte modo:

162  $\text{RB} = \text{BG} + \text{N} + \text{VD} + \text{TD}$

163 Em que: BG = receitas de boi gordo vendido; N = receitas de novilhas vendidas; VD  
 164 = receitas de vaca descartada; TD = receitas de touros descartados.

165

166 Dessa forma:

167  $\text{BG} = \text{N} * ((\text{NPV} * (\text{PA} * \text{RC} * \text{US}\$/\text{kg})) - ((\text{NPV} * \text{CB}) + \text{DRAT}))$

168  $\text{N} = \text{N} * ((\text{NPV} * (\text{PV} * \text{US}\$/\text{kg})) - (\text{NPV} * \text{CN}) + \text{DRAT})$

169  $\text{VD} = \text{N} * ((\text{MD} * (\text{PA} * \text{RC} * \text{US}\$/\text{kg})) - (\text{CMD} + \text{DRAT}))$

170  $\text{TD} = \text{N} * ((\text{TD} * (\text{PA} * \text{RC} * \text{US}\$/\text{kg})) - (\text{CT} + \text{DRAT}))$

171

172 Em que: N = número de matrizes em reprodução; NPV = número de produtos por  
 173 vaca; PA = peso ao abate (kg); RC = rendimento de carcaça (%); US\$/kg = preço por quilo  
 174 vivo da categoria animal (US\$); CB = custo por cabeça de boi gordo (US\$); DRAT = despesa  
 175 administrativa total \* percentual de categoria do rebanho; PV = peso vivo (kg); CN = custo  
 176 por cabeça de novilha (US\$); MD = percentual de matrizes descartadas; CMD = custo por  
 177 matriz descarte (US\$); TD = percentual de touros descartados; CT = custo por cabeça de  
 178 touro (US\$).

179

180 Para os custos, as fórmulas foram as seguintes:

181

182  $\text{CB} = ((\text{NPV} * \text{CDB}) + (\text{NPV} * \text{CIB}))$

183 Em que: CB = custo por cabeça de boi gordo (US\$); NPV = número de produtos por  
 184 vaca; CDB = custo direto categoria boi (US\$); CIB = custo indireto demais categorias sobre  
 185 categoria boi (US\$).

186

187  $CN = (NPV * CDN) + (NPV * CIN)$

188 Em que: CN = custo por cabeça de novilha (US\$); NPV = número de produtos por  
189 vaca; CDN = custo direto categoria novilha vendida (US\$); CIN = custo indireto demais  
190 categorias sobre categoria novilha vendida (US\$).

191

192  $CT = (NTdesc * CDTdesc) + (NTdesc * CITdesc)$

193 Em que: CT = custo por cabeça de touro (US\$); NTdesc = número de touros descarte;  
194 CDTdesc = custo direto categoria touros descarte (US\$); CITdesc = custo indireto demais  
195 categorias sobre touros descarte (US\$).

196

197  $CMD = (NMD * CDMD) + (NMD * CIMD)$

198 Em que: CMD = custo de matriz descarte (US\$); NMD = número de matrizes  
199 descarte; CDMD = custo direto categoria matrizes descarte (US\$); CIMD = custo indireto  
200 demais categorias sobre matrizes descarte (US\$).

201

202  $CDB = ((NPV * (CN + CF + CS + CM + CIATF$

203  $CDN = (NPV * (CN + CF + CS + CM + CIATF)$

204  $CDMD = (NMD * (CN + CF + CS + CM + CIATF))$

205 Em que: CDB = custo direto categoria boi (US\$); NPV = número de produtos por  
206 vaca; CN = custo nutricional direto (US\$); CF = custo forrageiro direto (US\$); CS = custo  
207 sanitário direto (US\$); CM = custo mão-de-obra direta (US\$); CIATF = custo IATF por  
208 categoria animal vendida (US\$); CDN = custo direto novilha vendida (US\$); CDMD = custo  
209 direto categoria matrizes descarte (US\$); NMD = número de matrizes descarte.

210

211 O custo operacional efetivo (COE) foi obtido por meio das fórmulas abaixo:

212  $COE = F + N + R + S + MO + MMEB + CL$

213

214 Em que: F = custos forrageiros (US\$); N = custos nutricionais (US\$); R = custos  
215 reprodutivos (US\$); S = custos sanitários (US\$); MO = custos com mão-de-obra (US\$);  
216 MMEB = custos com manutenção, máquinas, equipamentos e benfeitorias (US\$); CL = custos  
217 com combustíveis e lubrificantes (US\$).

218

219 Para o custo operacional total (COT), a fórmula foi a seguinte:

220  $COT = COE + DA$

221  
222 Em que: COE = custo operacional efetivo (US\$); DA = despesas administrativas  
223 (US\$).

224

225 Logo, para o Lucro Bruto (LB) e Margem Bruta (MB) se utilizou:

$$226 \text{ LB} = \text{RB} - \text{COT}$$

227

228 Em que: RB = receita bruta (US\$); COT = custo operacional total (US\$).

$$229 \text{ MB} = (\text{LB} / \text{RB}) * 100$$

230

231 Em que: LB = lucro bruto (US\$); RB = receita bruta (US\$).

232

## 233 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

234

235 As alterações observadas na estrutura do rebanho e nos resultados econômicos foram  
236 obtidas após o uso de um protocolo de IATF. Em seguida ao uso da IATF com sêmen  
237 convencional e sexado das raças Nelore e Angus, considerou-se a igualdade final das taxas  
238 reprodutivas. Isso permitiu identificar o impacto econômico do uso da IATF sobre o sistema  
239 de produção, ao causar alteração na estrutura do rebanho e na receita obtida pelos animais.

240 Apesar das taxas de prenhez serem menores para as técnicas de IATF em relação à  
241 monta natural, houve diminuição no número de reprodutores, mas ao direcionar a IATF para a  
242 produção de machos por meio do sêmen sexado, ocorreu um aumento na taxa de lotação em  
243 0,09 UA/ha, ao contrário do observado na IATF convencional, que ocorreu uma pequena  
244 diminuição na taxa de lotação quando comparada aos outros métodos (Tabela 2).

245 Não foi encontrado nenhum trabalho publicado que avaliou a taxa de lotação em  
246 IATFs com a utilização de sêmem sexado. Entretanto, Brunoro et al. (2017) constataram um  
247 aumento na taxa de lotação utilizando num rebanho da raça Nelore em expansão ao aplicar a  
248 biotécnica de IATF convencional, o que colaborou para causar uma interferência negativa nas  
249 taxas de prenhez. Os autores também explicaram que, esse aumento nas taxas de lotação  
250 reflete o que pode acontecer em programas de IATF em rebanhos comerciais brasileiros, o  
251 que corresponde ao encontrado no presente trabalho, diferentemente de estudos realizados em  
252 rebanhos homogêneos.

253 A taxa de lotação também fez com que os gastos com nutrição e mão-de-obra fossem  
254 maiores nas simulações de IATFs com a utilização de sêmen sexado em comparação aos  
255 outros métodos reprodutivos (Tabela 3). Esse resultado corresponde ao encontrado na  
256 literatura no trabalho de Euclides Filho (2000), no qual o autor salientou que, conforme  
257 aumentam as taxas de lotação, maiores investimentos devem ser realizados, não só para  
258 melhoria de pastagem, mas também, ao utilizar suplementação alimentar em pasto, o que  
259 poderá resultar em aumentos substanciais na produtividade.

260 Os custos reprodutivos para a IATF também foram mais altos, especialmente,  
261 quando utilizado sêmen sexado de reprodutores da raça Nelore, o que evidenciou maior custo  
262 por prenhez, sendo de US\$ 58.79 (Tabela 3). De acordo com os resultados de Brumatti et al.  
263 (2013), os custos reprodutivos, bem como os custos de produção são maiores quando a se  
264 utiliza biotécnicas reprodutivas em rebanhos de corte. Nesse sentido, os resultados do  
265 presente trabalho corroboram com os resultados de Dominguez et al. (2012) que, ao  
266 compararem a IATF utilizando sêmen convencional com a IATF utilizando sêmen sexado de  
267 reprodutores da raça Nelore, obtiveram na segunda técnica custos reprodutivos bastante  
268 superiores em relação à primeira devido ao fato do custo do sêmen aplicado.

269 Em relação às receitas brutas, a técnica de IATF com o uso de sêmen sexado  
270 apresentou melhores resultados. Mas, ao se calcular o lucro bruto, a IATF e o uso de sêmen  
271 sexado de reprodutores da raça Angus apresentou o maior valor, sendo de US\$ 167,874.00,  
272 com margem bruta de 44,9%, devido ao menor custo por dose inseminante. Contudo, a IATF  
273 com o uso de sêmen convencional da raça Nelore também apresentou essa mesma margem  
274 bruta de lucro (44,9%). Apesar disto, essa biotécnica foi a que apresentou o menor lucro  
275 bruto, sendo de US\$ 157,660.00, devido ao menor número de animais machos disponíveis  
276 para venda. No entanto, foi a monta natural que apresentou a maior margem bruta de lucro,  
277 sendo de 45,6%, porém com lucro bruto de US\$ 161,379.00 (Tabela 3).

278 Contrários a este resultado, Torres-Júnior et al. (2009) constataram margem de lucro  
279 de 19,61% para a IATF em relação a monta natural quando empregada adequadamente, sendo  
280 os maiores benefícios da IATF a otimização de mão-de-obra e a redução do intervalo de  
281 partos e a antecipação destes. Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos de Paula  
282 et al. (2018), em que a monta natural quando comparada ao mesmo protocolo de IATF com  
283 sêmen convencional utilizado neste trabalho, no sistema semi-intensivo, teve uma margem  
284 bruta de lucro de 27,2% contra 25,9%. Os mesmos autores explicaram que a diminuição da  
285 receita originada da venda de touros descarte influenciou na receita bruta do cenário simulado

286 com a IATF devido a menor necessidade de touros conforme a eficiência do protocolo de  
287 IATF.

288 Os resultados deste trabalho também corroboram com os de Dominguez et al. (2012),  
289 que ao compararem a IATF com uso de sêmen convencional em relação a IATF com o uso  
290 sêmen sexado, o lucro bruto da segunda biotécnica foi maior em relação a primeira e, os  
291 autores explicam que os fatores determinantes para esse resultado foram: o percentual de  
292 confiabilidade na sexagem espermática, a taxa de gestação obtida com o sêmen sexado, o  
293 preço do quilo do boi gordo no frigorífico, o preço dos touros no mercado, o percentual de  
294 touros produzidos selecionados para venda como reprodutores, e a diferença de preço entre a  
295 dose de sêmen sexado e convencional. Contudo, não foram encontrados na literatura  
296 publicações que tenham comparado simultaneamente os resultados econômicos de todos os  
297 métodos reprodutivos utilizados neste trabalho.

298 Diante disto, torna-se evidente que a escolha do método reprodutivo deve ser  
299 condizente com a realidade financeira das empresas rurais. Pois, os métodos de simulação  
300 contribuem para os produtores tomarem decisões eficazes para a saúde financeira da sua  
301 propriedade, ao analisar economicamente as tecnologias e as diferentes formas de aplicá-las.

302

## 303 CONCLUSÕES

304

305 O uso da técnica de IATF com sêmen sexado de Angus e de Nelore indicou a maior  
306 receita bruta avaliada no sistema, seguida da monta natural. Contudo, em relação à margem  
307 bruta, o percentual verificado para a monta natural foi maior em relação aos demais.

308

## 309 REFERÊNCIAS

310

311 BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C.; ABREU, L. A.; ELLIFF, F. M.; SILVA, L. G.;  
312 BATISTA, E. S.; CREPALDI, G. A. Evolução e perspectivas da inseminação artificial em  
313 bovinos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.43, p.308-314, 2019.

314

315 BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P.; FORMIGONNI, I. B. Desenvolvimento  
316 de índice de seleção em gado de corte sob o enfoque de um modelo bioeconômico. **Archivos**  
317 **de Zootecnia**, v.60, p.205-213, 2011.

318

- 319 BRUMATTI, R. C.; FERRAZ, J. B. S.; ELER, J. P. Influência das técnicas reprodutivas e de  
320 acasalamento em programas de seleção de gado de corte e seu impacto no custo e na produção  
321 de tourinhos. **Livestock Reserach for Rural Development**, v.25, p.1-7, 2013.  
322
- 323 BRUNORO, R.; FRANCISCO, F. F.; PINHO, R. O.; BRUNORO, J. R. P.; LUZ, M. R.;  
324 SIQUEIRA, J. B. Reutilização de implantes de progesterona em vacas Nelore de diferentes  
325 categorias submetidas a IATF. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.41, p.716-722,  
326 2017.  
327
- 328 CARVALHO, J. C.; CAVALCANTI, M. O.; CHAVES, M. S.; RIZZO, H. Eficiência da  
329 inseminação artificial em tempo fixo em fêmeas zebuínas na mesorregião Sudeste do Pará,  
330 Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.62, p.1-7, 2019.  
331
- 332 CASTRO, F. C. de; FERNANDES, H.; LEAL, C. L. V. Sistemas de manejo para  
333 maximização da eficiência reprodutiva em bovinos de corte nos trópicos. **Veterinária e**  
334 **Zootecnia**, v.25, p.041-061, 2018.  
335
- 336 CRITES, B. R.; VISHWANATH, R.; ARNETT, A. M.; BRIDGES, P. J.; BURRIS, W. R.;  
337 MCLEOD, K. R.; ANDERSON, L. H. Conception risk of beef cattle after fixed-time artificial  
338 insemination using either SexedUltra™ 4M sex-sorted semen or conventional semen.  
339 **Theriogenology**, v.118, p.126-129, 2018.  
340
- 341 DOMINGUEZ, J. H. E.; COSTA, D. S.; CENTURION, V. J.; BRUMATTI, R. C. Análise  
342 marginal dos custos da utilização de sêmen sexado macho para produção de touros Nelore.  
343 **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.111-118, 2012.  
344
- 345 EUCLIDES FILHO, K. Produção de bovinos de corte e o trinômio genótipo-ambiente-  
346 mercado. **Embrapa Gado de Corte**, Documentos. v.85, p.61, 2000.  
347
- 348 FÜRSTENAU, V. Pecuária de corte: baixos índices zootécnicos e eficiência no setor  
349 exportador. **Indicadores Econômicos FEE**, v.32, p.265-292, 2004.  
350
- 351 GASPAR, A. O.; BRUMATTI, R. C.; DIAS, A. M.; ARRUDA, L. A. Bioeconomic  
352 simulation of productive systems in beef cattle production activities which emphasis in  
353 maintenance and pasture recovery. **Archivos de Zootecnia**, v.66, p.485-490, 2017.  
354
- 355 GASPAR, A. O.; BRUMATTI, R. C.; PAULA, L. A. de; DIAS, A. M. A simulation of the  
356 economic and financial efficiencyofactivitiesassociated with beefcattlepasture. **Custos e**  
357 **@gronegocioonline**, v.14, p.74-98, 2018.  
358
- 359 GASSENFERTH, G.; TALINI, R.; KOZICKI, L. E.; PEDROSA, V. B.; SEGUI, M. S.;  
360 CRUZ, F. B. Performance reprodutiva de novilhas de corte submetidas a protocolo de  
361 inseminação artificial em tempo fixo aos 15 meses *versus* novilhas aos 27 meses de idade.  
362 **Archives of Veterinary Science**, v.21, p.123-130, 2016.  
363
- 364 GORDO, J. M. L. **Análise da situação da inseminação artificial bovina no estado de**  
365 **Goiás**. 2011. 91f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.  
366

- 367 LIMA, V. F. M. H. Avanços metodológicos na seleção do sexo de espermatozóides bovinos  
368 para utilização no melhoramento genético e na produção animal. **Revista Brasileira de**  
369 **Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.219-228, 2007.
- 370  
371 MONTEIRO, B. M.; CAMPELLO, C. C.; SOUZA, D. C. de; AMORIM, B. S. de; SILVA, J.  
372 J. S. da; ESPÍRITO SANTO, C. T. do; VIANA, R. B. Inseminação artificial em tempo fixo  
373 em vacas de corte no estado do Pará. **Livestock and Small Animals Medicine Journal**, v.4,  
374 p.7-23, 2017.
- 375  
376 NEVES, J. P.; MIRANDA, K. L.; TORTORELLA, R. D. Progresso científico em reprodução  
377 na primeira década do século XXI. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, Suplemento  
378 Especial, p.414-421, 2010.
- 379  
380 OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F.; LADEIRA, M. M.; SILVA, M. M. P.; ZIVIANI,  
381 A. C.; BAGALDO, A. R. Nutrição e manejo de bovinos de corte na fase de cria. *Revista*  
382 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.7, p.57-86, 2006.
- 383  
384 PAULA, L. A. de; BRUMATTI, R. C.; FARIA, F. J. C.; GASPAR, A. O. Estudo da  
385 eficiência técnico-econômica da biotecnologia IATF. **Custos e @gronegócioonline**, v.14,  
386 p.405-432, 2018.
- 387  
388 PINI, T. R. M.; ALENCAR, S. A. S.; LUCAS, L. S.; BRUMATTI, R. C.; FRANCO, G. L.;  
389 MOURÃO, G. B.; SILVA, L. S. e. Análise econômica de sistemas de produção de bovinos de  
390 corte. **Boletim de Indústria Animal**, v.71, p.47-57, 2014.
- 391  
392 SANTOS, G. dos; TORTORELLA, R. D.; FAUSTO, D. Rentabilidade da monta natural e  
393 inseminação artificial em tempo fixo na pecuária de corte. **Revista Ipecege**, v.4, p.28-32,  
394 2018.
- 395  
396 SILVA, R. S. **Simulação bioeconômica de três modelos de manejo reprodutivo para**  
397 **bovinos de corte**. 2017. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade  
398 Federal do Pampa, *Campus* Uruguaiana, Uruguaiana – RS.
- 399  
400 TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; MELO, W. O.; ELIAS, A. K. S.; RODRIGUES, L. S.;  
401 PENTEADO, L.; BARUSELLI, P. S. Considerações técnicas e econômicas sobre reprodução  
402 assistida em gado de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, p.53-58, 2009.
- 403  
404 VIANA, W. de A.; COSTA, M. D.; RUAS, R. M.; AMARAL JÚNIOR, L. T.; SEIXAS, A.  
405 A.; SERAFIM, V. F. Taxa de prenhez de vacas zebuínas com uso da inseminação artificial  
406 em tempo fixo (IATF) em fazendas do norte de Minas Gerais. **Revista Científica de**  
407 **Medicina Veterinária**, v.13, p.1-8, 2015.
- 408  
409 ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B.; EUCLIDES FILHO, K.; MACEDO, M. C. M.  
410 Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul.  
411 **Embrapa Gado de Corte**, Documentos. v.70, p.5-53, 1998.

412 **TABELAS**

413

414 **Tabela 2. Resultados físicos do rebanho para o cenário simulado\*.**

Categorias	Monta Natural		IATF Nelore		IATF Sêmen Sexado Nelore		IATF Sêmen Sexado Angus	
	Rebanho	Venda	Rebanho	Venda	Rebanho	Venda	Rebanho	Venda
Matrizes	630	126	630	126	630	126	630	126
Reprodutores	18	4	7	1	7	1	7	1
Garrotes 12 meses	257	-	257	-	352	-	352	-
Novilhas 12 meses	257	-	257	-	161	-	161	-
Bois 24 meses	503	-	503	-	691	-	691	-
Novilhas 24 meses	130	122	130	122	130	28	130	28
Bois 36 meses ou mais	254	251	251	251	345	344	345	344
Novilhas 36 meses	248	-	248	-	154	-	154	-
Taxa de Lotação	1,20 UA/ha		1,19 UA/ha		1,29 UA/ha		1,29 UA/há	

415 \*Cálculo com valores médios das taxas de prenhez informadas.

416

417 **Tabela 3. Resultados econômicos para o cenário simulado calculado em dólares (US\$)\*.**

Receitas	Monta Natural	IATF Nelore	IATF Sêmen Sexado Nelore	IATF Sêmen Sexado Angus
Vacas descarte	77,642	77,642	77,642	77,642
Touros descarte	2,927	557	513	513
Bois Gordos	203,446	203,446	279,409	279,409
Novilhas	69,619	69,619	15,983	15,983
<b>Receita Bruta</b>	<b>353,634</b>	<b>351,264</b>	<b>373,548</b>	<b>373,548</b>
Custos Operacionais				
Forrageiros	27,924	27,924	27,924	27,924
Nutricionais	50,405	50,208	51,498	51,498
Reprodutivos	12,397	14,092	31,111	24,026
Sanitários	4,552	4,552	4,552	4,552
Mão-de-obra	80,193	80,043	80,888	80,888
Manutenção, Máquinas, Equipamentos e Benfeitorias	7,878	7,878	7,878	7,878
Combustíveis e Lubrificantes	2,769	2,769	2,769	2,769
Custos Operacionais Efetivos	186,117	187,465	206,620	199,535
Despesas Administrativas	6,139	6,139	6,139	6,139
<b>Custo Operacional Total</b>	<b>192,256</b>	<b>193,604</b>	<b>212,759</b>	<b>205,674</b>
<b>Lucro Bruto</b>	<b>161,379</b>	<b>157,660</b>	<b>160,789</b>	<b>167,874</b>
<b>Margem Bruta</b>	<b>45,6%</b>	<b>44,9%</b>	<b>43,0%</b>	<b>44,9%</b>
Custo/Prenhez	23.43	26.63	58.79	45.40
Custo/Bezerro Desmamado	146.11	147.85	157.23	152.45

418 \*Cálculo com valores médios das taxas de prenhez informadas.