

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

Maressa Silveira Oliveira Duarte

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE BIOTÉCNICAS REPRODUTIVAS EM UM
REBANHO DE BOVINOS LEITEIROS**

Uberlândia – MG

2019

Maressa Silveira Oliveira Duarte

**AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DE BIOTÉCNICAS REPRODUTIVAS
EM UM REBANHO DE BOVINOS LEITEIROS**

Trabalho de Conclusão de Curso II
apresentado ao curso de Zootecnia, da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito parcial à obtenção do título de
Graduação em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Raineri.

Uberlândia – MG

2019

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela vida e por todas as coisas boas que ele fez e faz por mim e toda minha família.

Agradeço em especial meus pais por me darem a vida, minhas avós e avôs por me terem como filha, tias e tio, primos e primas por sempre me apoiarem e entenderem todas as vezes que tive que me ausentar em momentos de família importantes. Agradeço meu namorado por toda a compreensão e ajuda que foi fundamental nessa etapa final da graduação.

Agradeço de coração a minha orientadora Camila Raineri, por todos os ensinamos, por todas as conversas e conselhos dados. Você me mostrou que é possível realizar essa etapa final de trabalho de conclusão de curso com calma e foco, isso foi fundamental para mim. Você é uma pessoa e profissional incrível.

Agradeço ao professor Alex Matos Teixeira e a professora Ricarda Maria dos Santos pela ajuda na obtenção dos melhores parâmetros e dados.

A Conavet, por todas as capacitações, treinamentos e as consultorias realizadas, fazendo com que eu pudesse ver a graduação com outros olhos, e também por ter disponibilizado os dados da propriedade usada.

E meus sinceros agradecimentos ao Oscar Alejandro Ojeda Rojas por ter disponibilizado seu modelo matemático para o desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso e por me ajudar sempre que necessário.

RESUMO

O desempenho reprodutivo dos rebanhos leiteiros está relacionado à viabilidade econômica do sistema de produção, pois se depende da gestação para que ocorra a lactação. Estão disponíveis diversas biotécnicas reprodutivas a escolha da melhor estratégia reprodutiva a ser adotada depende de muitos fatores, e deve considerar as particularidades de cada propriedade. O projeto teve como objetivo utilizar um modelo bioeconômico existente para avaliar a estratégia reprodutiva mais eficiente para uma propriedade de baixo nível tecnológico. Usamos uma propriedade de baixo nível tecnológico e comparamos com uma propriedade de alto nível tecnológico, conforme Ojeda- Rojas (2015). O estudo foi conduzido em quatro etapas. Primeiro foi utilizando o modelo bioeconômico para avaliar a adoção de quatro estratégias reprodutivas: i) inseminação artificial + sêmen convencional (IA+CON), ii) inseminação artificial + sêmen sexado (IA+SEX), iii) inseminação artificial em tempo fixo + sêmen convencional (IATF+CON), e iv) inseminação artificial em tempo fixo + sêmen sexado (IATF+SEX). Em seguida coletamos dados de uma propriedade real de baixo nível tecnológico para alimentação do modelo. O terceiro passo consistiu na simulação dos cenários com os dados e modelo anteriormente mencionados. Na quarta e última etapa foram calculados os indicadores econômicos e financeiros dos sistemas simulados. Foram consideradas as entradas e saídas do fluxo de caixa do cenário IATF+ SEX, para determinar a taxa interna de retorno que foi de 80,43% e o valor presente líquido R\$ 757,293. A simulação mostrou que para propriedade de baixo nível tecnológico, os melhores resultados reprodutivos e econômicos foram obtidos quando usado a IATF+SEX, aumentando a lucratividade do produtor pelo fato de ter mais novilhas para venda. O conhecimento e ferramenta gerados pela pesquisa serão disponibilizados e podem auxiliar nas tomadas de decisão de produtores de leite da região.

Palavras chave: Bovinocultura. Eficiência econômica. Inseminação. Sêmen.

ABSTRACT

The reproductive performance of dairy herds is related to the economic viability of the production system, since it depends on pregnancy for lactation to occur. Several reproductive biotechniques are available. The choice of the best reproductive strategy to be adopted depends on many factors, and must consider the particularities of each property. The project aimed to use an existing bioeconomic model to evaluate the most efficient reproductive strategy for a low-tech property. We use a low-tech property and compare it with a high-tech property, according to Ojeda-Rojas (2015). The study was conducted in four steps. First it was using the bioeconomic model to evaluate the adoption of four reproductive strategies: i) artificial insemination + conventional semen (AI+C), ii) artificial insemination + sexed semen (AI+S), iii) fixed time artificial insemination + semen (TAI+C); and iv) fixed-time artificial insemination + sexed semen (TAI+S). We then collect data from a low-tech real estate for model feeding. The third step consisted of simulating the scenarios with the previously mentioned data and model. In the fourth and last stage, the economic and financial indicators of the simulated systems were calculated. The cash flow inflows and outflows of the TAI+S scenario were considered to determine the internal rate of return of 80.43% and the net present value R \$ 757.293. The simulation showed that for low-tech property, the best reproductive and economic results were obtained when using IATF + SEX, increasing the producer's profitability by having more heifers for sale. The knowledge and tool generated by the research will be made available and can assist in the decision making of dairy farmers in the region.

Keywords: Cattle breeding. Economic efficiency. Insemination. Semen.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	2
3	REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1	Produção de leite bovino no Brasil.....	3
3.2	Biotécnicas reprodutivas na bovinocultura leiteira	5
3.3	Avaliação econômica para recomendação de biotecnologias	8
3.4	Indicadores econômicos.....	10
3.5	Modelagem aplicada à tomada de decisão	10
4	MATERIAL E MÉTODO	13
4.1	Coleta de dados	13
4.2	Modelo matemático	14
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1	Caracterização do sistema de produção	15
5.2	Avaliação econômica das biotécnicas reprodutivas	18
6	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS	23

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Custos anuais (R\$) por categoria animal do rebanho.....	16
TABELA 2- Valores (R\$) dos equipamentos usados na IA, entradas, e o protocolo usado na IATF no rebanho leiteiro considerado no modelo.....	16
TABELA 3- Valores dos parâmetros produtivos considerados no modelo.....	17
TABELA 4- Custo por litro (R\$/L), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL) para os quatro biotécnicas reprodutivas, para os sistemas produtivos com baixa tecnificação e alta tecnificação.....	19

1 INTRODUÇÃO

A produção de leite em bovinos leiteiros está diretamente relacionada à reprodução da vaca. Para ter maior eficiência na produtividade do animal durante a lactação, foi usado as biotécnicas reprodutivas com o objetivo de que as vacas fiquem gestantes enquanto ainda estão em lactação (LUCY, 2001).

No Brasil poderíamos ter um número maior de produtores que usam essas biotécnicas reprodutivas, que são consideradas novas tecnologias. Em pesquisa feita por Moreira et al. (2016), de 367 produtores entrevistados apenas 62% acompanham as novas tecnologias. Esses produtores possuem ensino médio e superior, podendo ser um fator que impacta no uso de novas tecnologias reprodutivas. As biotécnicas não contribuem somente na reprodução, elas também ajudam no melhoramento genético, podendo modificar a estrutura do rebanho e tornando o rebanho mais eficiente.

Inseminação artificial (IA) é uma técnica reprodutiva que utiliza meios artificiais ao invés da monta natural, para depositar o sêmen do macho no trato reprodutiva da fêmea (ALVAREZ, 2008). A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) também é uma técnica reprodutiva, porém é usada para induzir a ovulação, a partir de protocolos hormonais. Nessa técnica não é necessário ter a detecção do estro, fazendo com que o manejo fique mais eficiente (MENEGHETTI, 2006).

Temos duas opções de sêmen para usar, o sêmen convencional e o sexado. O sêmen sexado influencia no sexo do animal que pretendemos produzir, podendo ser macho ou fêmea trazendo benefícios para o sistema de produção (BATISTA, 2008). Na bovinocultura leiteira no Brasil é comum ser utilizando o sêmen convencional, pelo fato do valor ser mais baixo.

Vemos muitos trabalhos sobre a utilização de biotécnicas reprodutivas e sêmen recomendadas com base em observações de sistemas de alta tecnificação, e poucos estudos abordam sistemas de produção de baixa tecnificação e de pequeno porte. Sendo assim, há questionamento se a recomendação mais comum é melhor para qualquer situação.

A biotécnica reprodutiva convencionalmente mais recomendada é IA+ CONV, entretanto foi esperado que no trabalho a melhor biotécnica reprodutiva seja diferente.

2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste projeto foi usar um modelo matemático para avaliação econômica da adoção de biotécnicas reprodutivas em um sistema de baixa tecnificação rebanho de bovinos leiteiros, de forma a identificar a estratégia reprodutiva que resultasse os melhores indicadores econômicos e financeiros. Os objetivos específicos foram:

- a. Levantar as características de um sistema de produção de leite de baixa tecnificação, considerando seus parâmetros zootécnicos e econômicos;
- b. Por meio de um modelo bioeconômico, simular a adoção de diferentes estratégias reprodutivas (inseminação artificial com sêmen sexado ou convencional, e inseminação em tempo fixo com sêmen sexado ou convencional) para este sistema produtivo;
- c. Realizar a análise econômico-financeira de cada estratégia reprodutiva, com base nos fluxos de caixa gerados pelo modelo, de forma a identificar a biotecnologia mais indicada para o caso.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Produção de leite bovino no Brasil

De acordo com o IBGE (2018) o Brasil possuía um efetivo bovino de 218.199,581 no ano de 2017. A região do Sudeste foi a região que mais produziu leite nos anos de 2015, 2016 e 2017, tendo também a maior quantidade de vacas ordenhadas. O estado que se destacou foi Minas Gerais, em maior quantidade de leite produzido, maior quantidade de vacas ordenhadas e em melhores preços do leite (R\$/L) sem impostos. O leite de vaca por sua vez se destacou por ter maior produção dentre as categorias animais produtoras de leite (mil litros) desde 1991 até 2017 (CARVALHO et al. 2019).

Segundo Viscardi et al. (2019), os laticínios do estado de Minas Gerais adquiriram a maior quantidade de leite cru nos primeiros trimestres de 2018 e 2019. A maior parte da captação de leite pelos laticínios brasileiros tem sido realizada por estabelecimentos de grande porte, que receberam mais de 50 mil litros de leite/dia (14,3% do total de estabelecimentos) e foram responsáveis por 84,1% do volume de leite cru captado no 1º trimestre de 2019.

De acordo com a EMATER (2019), grande parte dos produtores de leite no estado de Minas Gerais são produções familiares. O volume total desses produtores é muito expressivo, representando um total de 234.110 mil produtores familiares.

Os pequenos produtores passam por desafios maiores, pois parte da mão de obra é familiar. No entanto, estes estão migrando para os grandes centros afim de buscar mais oportunidade. Os produtores muito pequenos (50 a 150 l/dia) e pequenos (150 a 700 l/dia) possuem baixo nível tecnológico, e normalmente dependem exclusivamente da mão de obra familiar. A partir do médio produtor (800 a 1000 l/dia), passa a ser possível mão de obra contratada, e assim incorporar tecnologias. Para os grandes produtores (1000 a 1500 l/dia) os desafios acabam sendo outros, como o manejo de dejetos e questões ambientais. Os 100 maiores produtores de leite no Brasil no ano de 2018 alcançaram uma média diária de 19.238 litros (MOREIRA, et al. 2016; DBO, 2019).

Segundo dados da FAOSTAT (2017) e do IBGE (2017), apesar da importância social e econômica do agronegócio do leite no país, o nível técnico médio das criações é

baixo, e apenas 30% das propriedades leiteiras brasileiras recebem assistência técnica, o que colabora para este cenário. A bovinocultura leiteira é também uma das atividades que mais ocorre nas pequenas propriedades, já que 25% das vacas ordenhadas no país estão em propriedades de até 20 ha, e é muito presente entre agricultores familiares, estando presentes em 36% dos estabelecimentos classificados como de economia familiar (INCRA, 2006; OLIVEIRA E SALVIANO, 2016).

Além do porte e do nível de intensificação, outros aspectos demonstram que os estabelecimentos de produção de leite brasileiros não possuem características homogêneas, especialmente no tocante ao perfil do produtor. Estas diferenças precisam ser consideradas, pois influenciam na disposição e capacidade de adotar tecnologias na criação.

Segundo Moreira et al. (2016), 85% dos produtores de leite no Brasil são homens e 15% são mulheres. O faturamento anual de sua maior parte (81%) não passou de R\$60 mil em 2015, 18% receberam de R\$ 60 mil até R\$ 360 mil e apenas 1% dos produtores receberam de R\$ 360 mil até R\$ 3,6 milhões.

Em levantamento feito pelo Sebrae (MOREIRA et al., 2016) de 367 produtores entrevistados, apenas 62% acompanham as novas tecnologias, tendências e novas formas de tocar o negócio. Estes possuíam ensino médio e superior, um nível de escolaridade maior do que aqueles que não têm esta prática. A parcela de criadores dispostos a buscar inovações, tendências ou novidades para adotar na sua propriedade, foi de apenas 44%, também correspondendo a produtores com ensino médio ou superior. De 44% dos criadores que buscam inovações e tendências, 17% dessas tendências era implantar a compra de sêmen para inseminação afim de melhorar da genética. Isto significa que produtores com baixo nível de escolaridade apresentam menor controle e adoção de inovações e tecnologias, estão menos a par das tendências do mercado, e utilizam com frequência menor as biotécnicas reprodutivas que podem aumentar a lucratividade da criação, como inseminação artificial e a inseminação artificial em tempo fixo. Assim, o sistema convencional de reprodução, com monta natural controlada ou não, é uma realidade presente em parcela significativa dos rebanhos leiteiros brasileiros.

3.2 Biotécnicas reprodutivas na bovinocultura leiteira

Para que a vaca consiga produzir leite, primeiramente ela precisa se reproduzir e parir. Desta forma, é essencial que se tenha um controle reprodutivo cuidadoso para se obter sucesso na atividade.

A ciência da reprodução animal desenvolveu biotécnicas que contribuíram para a produção animal e para as pesquisas, conseqüentemente aumentando os índices de produtividade em diferentes espécies animais. As biotécnicas causaram uma grande evolução científica, contribuindo expressivamente na produtividade (FREITAS et al., 2008).

Biotechnology reprodutiva é qualquer aplicação tecnológica usada para modificar a reprodução animal, ou seja, é a intervenção do homem com tecnologia a fim de criar novas técnicas de reprodução (RUND et al., 2014).

Segundo Freitas et al. (2018) a adoção das biotecnologias reprodutivas contribuiu significativamente no processo de melhoramento genético, porém é necessário ter em mente que o sucesso na biotécnica utilizada depende de outros fatores como as condições sanitárias do rebanho, manejo reprodutivo da propriedade e entre outros fatores que refletem negativamente no ciclo reprodutivo normal, causando problemas de infertilidade.

Também não se pode ignorar que não é suficiente otimizar apenas a concepção nos animais, principal foco das referidas biotécnicas, pois entre a concepção e o parto ocorrem perdas reprodutivas independente da concepção ter se dado por via natural ou artificial. A mortalidade pré-natal em bovinos, tanto embrionária como fetal, representa as maiores causas de falhas na reprodução. Grande parte das perdas ocorrem nos primeiros 35 dias de gestação, correspondente ao período embrionário podendo atingir 40% dos conceptos. Essas perdas afetam diretamente o sucesso de exploração, causando efeito negativo sobre a rentabilidade da produção pecuária (BERGAMASCHI, et al. 2010).

Existem diversas vantagens em usar as biotécnicas reprodutivas. Elas servem como ferramenta para conhecer a fisiologia reprodutiva feminina e masculina, auxiliam na produção de animais geneticamente superiores, contribui para a formação de bancos de germoplasma animal e para a reposição de espécies ameaçadas de extinção. Já a principal desvantagem destas biotécnicas, é a possibilidade de causar perda na variabilidade genética quando utilizada de maneira errônea (FREITAS, et al. 2008).

As biotecnologias reprodutivas mais empregadas na bovinocultura leiteira comercial são a inseminação artificial (IA) e a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), que se apresentaram como alternativas à monta natural.

Monta natural é caracterizada quando o macho e fêmea realizam o coito sem a interferência do homem. As vantagens são o menor custo e melhor aproveitamento do cio. A duração da permanência do touro junto com as vacas vai depender da estratégia de estação de monta adotada pela propriedade. A monta natural é o método mais tradicional de acasalamento sendo usado principalmente em rebanhos de criação mais extensiva, pois por não ser necessário ter mão de obra tecnicizada é um sistema de fácil aplicação (GONÇALVES, 2008). Ela foi a primeira técnica de reprodução animal, e atendia bem as expectativas dos produtores. Entretanto com o passar dos anos percebeu-se que estava havendo perda de eficiência reprodutiva, sendo possível ter técnicas mais modernas para a reprodução do animal. A partir disso, começou o uso da inseminação artificial e posteriormente a inseminação artificial em tempo fixo. A IA e a IATF têm o potencial de aumentar a eficiência reprodutiva do rebanho e conseqüentemente os lucros do produtor, porém exigem um nível mínimo de organização e tecnologia para serem adotadas.

O termo inseminação artificial é definido como deposição de espermatozoides no trato reprodutivo feminino por meio de recursos artificiais, não sendo necessário o macho. A primeira grande biotecnologia reprodutiva usada para o melhoramento genético dos animais domésticos foi a inseminação artificial. A biotécnica de inseminação é bem estabelecida e tem sido implementada juntamente com os programas de seleção genética, que abrange testes de progênie e avaliação de desempenho. A inseminação contribui de maneira relevante para a produtividade de carne e principalmente para a produção de leite, promovendo forte impacto (BARBOSA; MACHADO, 2008).

Segundo Gonçalves et al. (2008), em relação à monta natural, a IA em bovinos apresenta uma série de vantagens consideráveis, tanto de ordem sanitária quanto de ordem zootécnica e econômica. A IA permite o controle de enfermidades infecciosas transmissíveis pela monta natural (brucelose, tuberculose, campilobacteriose, tricomoníase, diarreia viral bovina- BVD). Além disso, é de importância fundamental para programas sanitários oficiais de erradicação de doenças infectocontagiosas. Em programas de melhoramento genético animal, os reprodutores doadores de sêmen devem satisfazer todas as exigências sanitárias previstas na legislação vigente do

Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA), de acordo com o código Zoossanitário Internacional da Organização Internacional De Epizootias (OIE).

Na inseminação artificial em tempo fixo (IATF) são usados protocolos hormonais que auxiliam na indução da ciclicidade devido à sincronização da ovulação. Isto exclui a necessidade de se observar o cio das vacas para se determinar o momento da inseminação, pois o estro de dará em um período conhecido após aplicações de fármacos. Isto não acontece na IA convencional, que exige o processo de observação cuidadosa para detectar os cios das vacas. Assim, a IATF visa facilitar o manejo e aprimorar o uso das biotecnologias (MENEGHETTI, 2006).

O manejo reprodutivo da fazenda pode ser melhorado com uso da IATF, concentrando as ações em períodos específicos, facilitando a logística e diminuindo os custos de produção, que é o maior gargalo do setor. Com as inseminações artificiais, houve o surgimento de empresas terceirizadas para realizar esses procedimentos. Diminuindo o custo que o produtor tinha para ter o botijão de sêmen na propriedade, possibilitando contratar serviço por valores compensatórios (VILELA E RESENDE 2014).

Para utilizar o sêmen do touro é necessário que tenha um controle sanitário rígido e laboratorial, e também devemos lembrar de pensar na eficiência em escolher reprodutores com características de interesse e ausência de doenças hereditárias (FREITAS, et al. 2008).

A sexagem do sêmen é a separação dos espermatozoides em cromossomos X e Y. A taxa de concepção quando usado o sêmen sexado é de 50% a 60% da taxa de concepção de quando é usado o sêmen convencional. Mesmo com menores índices de prenhez quando usado o sêmen sexado a quantidade de bezerras fêmeas nascidas foi maior (BARUSELLI, et al. 2007).

Segundo Meirelles et al. (2008), ao usar o sêmen sexado as vantagens são diversas: melhor programação das populações do rebanho, maior ganho na produção de carne e leite, facilidade em direcionar reposição de matrizes, ganhos genéticos e redução de tempo na seleção de plantéis, melhor direcionamento nos testes de progênie, etc.

3.3 Avaliação econômica para recomendação de biotecnologias

Conforme exemplificado anteriormente, biotécnicas reprodutivas como a IA e IATF permitem melhorias técnicas que se traduzem em maior eficiência econômica, com redução do custo de produção. Os ganhos em relação à monta natural, se referem principalmente ao maior controle da transmissão de doenças infectocontagiosas, ao incremento do melhoramento genético, com mais descendentes por reprodutor selecionado, o que aumenta a intensidade e velocidade de seleção para diferentes características aumentando a produtividade e no aprimoramento do controle zootécnico, além de tornar desnecessária a manutenção de touros nas propriedades (FREITAS et al. 2008).

A incorporação destas tecnologias é importante para tornar os sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis e competitivos. No entanto, sua adoção implica em custos extras em relação à monta natural, como aquisição das doses de sêmen, de equipamentos para a aplicação da técnica e de hormônios, no caso da manipulação dos ciclos estrais, as quais devem ser compensados, e serem compatíveis com o perfil de habilidades, qualificação profissional e especialização dos modelos de produção (VILELA; RESENDE, 2014).

A redução do custo se dá por unidade de produto produzido, quando estes processos possibilitam melhoria da eficiência técnica. Assim, se estas biotécnicas não forem empregadas de forma adequada, não alcançando melhorias técnicas, podem acabar por ocasionar prejuízos. Considerando que há diferenças importantes no perfil dos produtores e no nível de adoção de tecnologias entre propriedades leiteiras, a escolha do programa mais adequado a cada propriedade depende de custos e características específicas do rebanho e do produtor (OLYNK; WOLF, 2009).

De acordo com Leblanc (2007), a biotécnica reprodutiva a ser utilizada modifica a estrutura do rebanho, alterando as taxas de abate, taxa de reposição, gerando perdas ou ganhos ao longo do tempo, podendo ter custos maiores ou menos que a implantação das biotécnicas. Quando o sistema de produção é ineficiente, acontece maior descarte involuntário, a longevidade diminui para os animais de reposição, o ganho genético é menor, ocorre maior gasto com inseminação e medicamentos, e há aumento do intervalo entre partos, estendendo o período seco da vaca e a proporção de vacas secas no rebanho (BERGAMASCHI, et al. 2010).

Desta forma, apesar do avanço das biotécnicas reprodutivas na pecuária leiteira brasileira, nem todas as propriedades estão preparadas para sua adoção, e a monta natural ainda é uma realidade em uma parcela expressiva das propriedades (AZEVEDO et al., 2011; NEVES et al., 2011; PATÊS et al., 2012).

Sartoli (2007) destaca a importância da capacidade de detecção de cios na propriedade e dos custos associados aos tratamentos hormonais para indução de estros, no sucesso da aplicação da inseminação artificial. Segundo o autor, quando a eficiência da detecção de cio nas fazendas estudadas é menor que 50%, a IATF é mais indicada que a IA. Porém, em seu estudo, a IATF só foi economicamente viável quando os custos com tratamentos foram menores que os gastos com mão de obra especializada.

Estudos comprovaram que o uso de IATF gera uma renda líquida superior ao uso de IA, pois os indicadores de leite e a reposição dos animais geraram uma consequência direta nos índices reprodutivos, entretanto gerou mais custos em relação a IA (OJEDA-ROJAS, et al. 2018).

Infelizmente, em muitos casos é difícil determinar se as aplicações destas novas biotécnicas de manejo reprodutivo realmente serão traduzidas em benefícios econômicos para a produção. Avaliar o impacto de diferentes estratégias reprodutivas representa um grande desafio, pois o ciclo produtivo impõe um período longo entre a aplicação da técnica e a verificação de seu resultado econômico (GIORDANO, et al. 2011).

Desta forma, é necessário o desenvolvimento e a utilização de ferramentas que auxiliem técnicos e produtores a escolher biotécnicas reprodutivas adequadas à realidade de cada sistema de produção, levando em conta as suas particularidades. Tais ferramentas facilitariam a tarefa, nem sempre simples, de indicar programas reprodutivos capazes de elevar a produtividade e rentabilidade, e de evitar altos custos de implementação de técnicas que podem não apresentar resultados satisfatórios, em função das especificidades de cada criação.

A maior parte dos trabalhos dedicados à análise da viabilidade econômica das biotécnicas reprodutivas, como os de Chebel e Ribeiro (2016), Galvão et al. (2013), Giordano et al. (2011) e Ojeda-Rojas et al. (2018), aborda sistemas com nível médio ou elevado de aplicação de tecnologias, havendo uma lacuna de conhecimento em relação ao resultado econômico dessas técnicas em rebanhos pequenos e/ou de baixo nível tecnológico.

3.4 Indicadores econômicos

O custo de produção é definido como a soma de todos os recursos utilizados na produção, sendo os insumos e os serviços utilizados no processo de produção para obter certa quantidade de produto. O cálculo dos custos tem como finalidade permitir a verificação dos recursos que foram usados por unidade produzida e fazer uma comparação com o valor do produto, sendo possível verificar se a atividade é rentável, e também a sua viabilidade econômica. O custo é individual para cada produtor, pois o sistema de produção determina o resultado econômico obtido. Assim, para considerar o melhor sistema a ser adotado, o que envolve o pacote tecnológico ideal para o sistema, o avalia-se o custo de produção mínimo de uma unidade do produto em cada sistema (GUIDUCCI; FILHO; MOTA, 2012).

Além do custo de produção, foram utilizados o valor presente líquido como indicador associado à rentabilidade do projeto, e a taxa interna de retorno como indicador associado ao risco do projeto.

O VPL representa o somatório dos fluxos de caixas esperados para cada período, usando a taxa de juros do mercado (TMA) ou conhecida como melhor taxa disponível no mercado, para chegar nesse valor. Quando o VPL é superior a zero o investimento é considerado viável, ou seja, o valor de rendimento tem que ser maior que o de investimento que o gerou (GUIDUCCI; FILHO; MOTA, 2012). Caso o VPL seja menor que zero, o projeto é inviável, portanto, rejeitado; e se o VPL for igual a zero, o projeto não terá lucro ou prejuízo, portanto, será neutro (FRASÃO; NEVES; MEDEIROS, 2016). Assim, quanto mais elevado o VPL, maior a rentabilidade do projeto.

Segundo Guiducci, Filho e Mota (2012) a taxa interna de retorno representa a taxa de desconto que iguala a soma dos fluxos de caixa ao valor do investimento. O investimento se torna viável quando a TIR é superior a taxa de juros do mercado (GUIDUCCI; FILHO; MOTA, 2012). Assim, quanto mais alta a TIR, e mais distante da taxa de juros praticada pelo mercado, menor o risco do projeto.

3.5 Modelagem aplicada à tomada de decisão

A ciência de sistemas agropecuários gera conhecimentos que permitem aos pesquisadores considerar problemas complexos ou tomar decisões agropecuárias conscientes e informadas. A modelagem, uma ferramenta essencial para a ciência de sistemas agropecuários, tem sido utilizada por cientistas de uma grande gama de

disciplinas que têm contribuído com conceitos e ferramentas por mais de seis décadas (JONES et al., 2016).

Modelo bioeconômico agropecuário é definido como um modelo que relaciona as decisões de manejo de recursos de uma propriedade a possibilidades produtivas atuais ou alternativas, descrevendo relações entre *inputs* e *outputs* e as externalidades associadas (JANSSEN et al., 2010). Este tipo de modelo pode ser útil para avaliar impactos de modificações tecnológicas ou de políticas públicas sobre a agropecuária ou o meio ambiente, antes ou depois de sua implementação (JANSSEN; VAN ITTERSUM, 2007).

Segundo Jones et al. (2016), um fator que colabora para a crescente utilização da modelagem na Ciência Animal e de Sistemas, inclusive dos modelos bioeconômicos, é a explosão da quantidade de informações publicadas e de dados advindos de todos os campos da pesquisa. Se por um lado fica cada vez mais complexo administrar todo este conhecimento, por outro se torna cada vez mais clara a existência de uma inter-relação entre componentes e processos que anteriormente podem ter sido estudados de forma isolada. Como as interações entre aspectos podem ser decisivas para as respostas de sistemas, é possível não ser suficiente tirar conclusões sobre um sistema com base no estudo de um componente isolado.

Chebel e Ribeiro (2016) apontam que, como o desempenho reprodutivo é afetado por muitos fatores, específicos para determinado sistema produtivo, a determinação do valor econômico relacionado à reprodução não é simples. Desta forma, modelos bioeconômicos são ferramentas úteis para este tipo de análise.

Vários modelos têm sido desenvolvidos para avaliar os custos associados à ineficiência reprodutiva ou para prover ferramentas para tomadas de decisão a respeito do manejo reprodutivo na bovinocultura leiteira. Tais modelos podem ser elaborados em planilhas eletrônicas ou em “softwares” mais complexos. Trabalhos como os de Groenendaal et al. (2004), Tenhagen et al. (2004), De Vries (2006), Olynk e Wolf (2009), Beltrame et al. (2010), Beukes et al. (2010), Giordano et al. (2011), Inchaisri et al. (2011), Cabrera (2012), Galvão et al. (2013), Kalantari e Cabrera (2015), Barrientos-Blanco et al. (2018) e Ojeda-Rojas et al. (2018) são alguns dos que desenvolveram modelos para estes fins.

Estas ferramentas costumam permitir certa flexibilidade nos parâmetros a serem inseridos para as análises, especialmente em função da grande variabilidade de preços dos produtos utilizados nos programas reprodutivos, da disponibilidade de mão de obra

e do nível de organização e gerenciamento da propriedade (OLYNK, WOLF, 2009). No entanto, os modelos bioeconômicos disponíveis para subsidiar tomadas de decisão sobre manejo reprodutivo foram desenvolvidos principalmente para situações europeias e norte americanas. Ou seja, os níveis tecnológico e de especialização presumidos para os sistemas de produção são bastante elevados, o que não é necessariamente a realidade brasileira, como abordado anteriormente. Assim, eles não costumam levar em conta possibilidades de manejo encontradas em nosso país, como a possibilidade de monta natural, decorrente de características genéticas, socioeconômicas e ambientais.

4 MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido em quatro etapas. Primeiro foram coletados dados para caracterização técnica de uma propriedade real de produção de bovinos leiteiros. Em seguida, estes dados foram inseridos em um modelo bioeconômico para avaliação econômica da adoção de quatro estratégias reprodutivas, sendo i) inseminação artificial com sêmen sexado; ii) inseminação artificial com sêmen convencional; iii) inseminação artificial em tempo fixo com sêmen sexado, e iv) inseminação artificial em tempo fixo com sêmen convencional. No terceiro passo foi realizado o levantamento dos preços de cada item que compunha o custo de produção da propriedade, e estes também foram inseridos no modelo. Na quarta e última etapa, o modelo foi utilizado para calcular os indicadores econômicos e financeiros dos cenários simulados.

4.1 Coleta de dados

A coleta dos dados foi realizada a partir da escrituração de uma propriedade comercial de criação localizada na região do Comendador Gomes, Minas Gerais. O levantamento abordou indicadores zootécnicos, inventário da propriedade, características do manejo nutricional, reprodutivo, investimentos e programa reprodutivo.

Os indicadores zootécnicos levantados foram: quantidade de vacas em lactação, taxa de mortalidade de bezerros abaixo de 1 ano, taxa de mortalidade de animais adultos e produção inicial de leite.

Nem todos os indicadores técnicos necessários estavam disponíveis no controle zootécnico da propriedade, e estes foram estimados com base na literatura disponível. Os indicadores estimados pela literatura foram: mortalidade de bezerros, novilhas prenhes para a venda e mortalidade de vacas em lactação.

O inventário levantado incluiu alimentos, medicamentos e vacinas, área ocupada pela criação (pastagens e instalações), equipamentos para manejo geral e para os manejos reprodutivos abordados. Os preços para cada item foram levantados no mercado local por meio de pesquisas telefônicas e *online*.

4.2 Modelo matemático

O modelo bioeconômico usado foi o de Ojeda-Rojas et al. (2018), elaborado para avaliar os cenários de inseminação artificial com sêmen convencional ou sêmen sexado, e de inseminação artificial em tempo fixo com sêmen convencional ou sêmen sexado. Este modelo matemático foi desenvolvido em planilhas eletrônicas, utilizando o Microsoft Office Excel®. Embora existam vários “softwares” para simulação, eles não costumam estar disponíveis para o público ou possuir interface amigável para usuários de campo.

De acordo com Ojeda-Rojas et al. (2018), para facilitar o entendimento, o modelo calcula o fluxo de caixa em períodos anuais durante 25 anos. Tendo em conta que as saídas do modelo estão em períodos de 21 dias, seus resultados foram somados para cada item (receitas e despesas) por 17 períodos (17 períodos x 21 dias = 357 dias) para obter um ano de informações e assim ser usado na análise. Informações a partir do ano 1 (que inicia no período 1), e até o ano 25 (que finaliza no período de 425), foram levadas em conta na análise do fluxo de caixa. Assim, a análise retrata os efeitos que as diferentes biotécnicas reprodutivas tiveram sobre o rebanho ao longo dos 25 anos.

Quando os dados técnicos e de preços foram inseridos no modelo, foram obtidos como *output* ou resultado, a variação do inventário de animais, as receitas, custos e análise de fluxo de caixa. Com base no fluxo de caixa obtido, foram calculados os seguintes indicadores financeiros: valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo do trabalho foi determinar resultados econômicos e financeiros de acordo com a estratégia reprodutiva usada em um sistema de produção de bovinos leiteiros de baixa tecnificação, considerando parâmetros zootécnicos e econômicos.

A seguir, são apresentadas as características deste sistema produtivo e as respectivas análises econômicas.

5.1 Caracterização do sistema de produção

Foram utilizados dados de uma propriedade real, localizada no município de Comendador Gomes, tendo 12 vacas mestiças em lactação e com média de produção de 11 litros de leite vaca/dia. A única categoria animal que teve suplementação com alimentos concentrados foi as vacas em lactação. A alimentação das demais categorias animais foi exclusivamente a pasto, sendo este constituído por gramínea da espécie *Urochloa Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

Os valores dos produtos e insumos foram cotados nos meses de setembro e outubro de 2019, considerando valores em reais. O preço do leite usado foi o praticado ao produtor no mês de outubro de 2019 (R\$ 1,25/ litro de leite). Os valores dos produtos e insumos utilizados constam no anexo I, assim como o detalhamento dos demais aspectos produtivos.

Foram consideradas entradas de receitas da venda do leite e venda de animais, sendo estes bezerros machos, vacas de descarte e novilhas de reposição excedentes.

Os custos referentes ao sistema de produção estudado constam na Tabela 1, e os custos específicos dos manejos de inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo constam na Tabela 2.

Tabela 1- Custos anuais (R\$) por animal do rebanho ¹

Categoria	Alimentação	Sanidade	Reprodução	Total
Vacas em lactação	2.199,12	12,05	3,30	2.214,47
Bezerro	36,30	-	-	36,30
Bezerra	381,15	10,00	-	391,15
Novilha	780,60	8,20	3,30	729,10
Vaca seca	271,80	5,72	1,10	278,62
Novilha prenhe	271,80	11,06	1,10	283,96
Fêmea jovem	522,40	5,72	-	528,12
Fêmea de engorda	344,00	5,72	1,10	350,82

¹ Valores obtidos a partir dos dados da propriedade, e por meio de cotações. Foram usados valores médios.

Tabela 2- Valores (R\$) dos equipamentos usados na IA, entradas, e o protocolo usado na IATF no rebanho leiteiro considerado no modelo¹

Item	Valor	Item	Valor
<i>Equipamentos e acessórios</i>		<i>Sêmen</i>	
Botijão de Sêmen 20/20	3.290,00	Sêmen convencional (palheta)	30,00
Estojo plástico	54,00	Sêmen sexado (palheta)	90,00
Aplicador universal	260,00		
Pinça inox	18,00	<i>Protocolo de sincronização de cio (IATF)</i>	
Cortador de palhetas	40,00	Dispositivo intravaginal	10,00
Termômetro	52,00	Dose de benzoato de estradiol	3,54
Descongelador	899,00	Dose prostaglandina	2,00
Régua p/ medir Nitrogênio	6,00		
Recarga para nitrogênio	140,00		
Luvas	205,80		
Bainha francesa	375,18		

¹ Valores obtidos a partir dos dados da propriedade, e por meio de cotações. Foram usados valores médios.

A partir destes dados, foram simulados quatro cenários reprodutivos, sendo o uso de: i) Inseminação artificial e uso de sêmen convencional (IA+ CONV); ii)

Inseminação artificial e uso de sêmen sexado (IA+ SEX); iii) Inseminação artificial em tempo fixo e uso de sêmen convencional (IATF+ CONV) e iv) Inseminação artificial em tempo fixo e uso de sêmen sexado (IATF+ SEX). Nos cenários com IA foi detectado o cio e depois feita a inseminação, e no cenário IATF foi usado um protocolo com base de progesterona e estradiol.

Estimamos que os nascimentos de inseminação de sêmen sexado foram na proporção de 14,3% macho e 85,7% fêmea e com sêmen convencional 50% macho e 50% fêmea. Na IATF consideramos 100% de taxa de serviço para a novilhas e vacas, significando que todas foram inseminadas. Na IA consideramos que a taxa de serviço para as novilhas foi 70% e nas vacas 60%, representando que não foram todas as novilha e vacas que foram inseminadas, isso se deve a falhas na observação do cio.

Os valores de taxa de concepção em novilhas e vacas usando sêmen convencional e sexado foram diferentes. Os valores de taxa de concepção em novilhas com sêmen convencional foi 70% e sexado 56%, enquanto a taxa de concepção em vacas foi de 50% com sêmen convencional e 40% com sêmen sexado.

Para fins de discussão e comparação com recomendações mais encontradas na literatura, os resultados para o sistema de baixa tecnificação analisado foi comparado aos resultados obtidos com o mesmo modelo para um sistema de produção leiteira de alta tecnificação (Ojeda-Rojas, 2018). Na tabela 02 constam os indicadores zootécnicos referentes aos dois sistemas de produção, de baixa e alta tecnificação.

Tabela 3- Valores dos indicadores zootécnicos considerados para os sistemas de baixa e alta tecnificação

Parâmetro	Baixa tecnificação¹	Alta tecnificação²
Novilhas para o início	12	140
Número de fêmeas após estabilização	20	100
Mortalidade dos bezerros (% ao ano)	5,0%	6,5%
Mortalidade das bezerras < 1 ano (%)	7,0%	6,5%
Mortalidade de animais adultos (%)	2,0%	1,0%
Mortalidade de Vacas em lactação (%)	3,0%	6,6%
Produção inicial de leite (l)	21	26
Produção média de leite	11,5	20,8

¹ indicadores levantados pela autora; ² indicadores utilizados por Ojeda-Rojas (2018).

5.2 Avaliação econômica das biotécnicas reprodutivas

A partir dos dados levantados para o sistema de produção de baixa tecnificação, alimentou-se o modelo e foram obtidos os indicadores Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e custo por litro para o cenário de utilização de cada biotécnica reprodutiva. Estão representados na Tabela 4. Os dados para o sistema de alta tecnificação constam no trabalho de Ojeda-Rojas (2018).

Tabela 4- Custo por litro (R\$/L), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Valor Presente Líquido (VPL) para os quatro cenários, para cada sistema produtivo.

	Custo do leite (R\$/L)	TIR (%)	Varição da TIR ¹ (%)	VPL ⁴¹ (R\$)	Varição do VPL ² (%)
Baixa tecnificação ³					
IA+ CONV ⁵	0,91	75,08	0,00	141.364	0,00
IA+SEX ⁶	0,94	67,32	-10,33	146.307	+3,50
IATF+CONV ⁷	0,84	82,15	+9,41	457.471	+223,61
IATF+SEX ⁸	0,91	80,43	+7,12	757.293	+535,70
Alta tecnificação ⁴					
IA+ CONV ⁵	0,58	51,44	0,00	561.735	0,00
IA+SEX ⁶	0,69	42,11	-18,13	370.820	-33,98
IATF+CONV ⁷	0,55	70,22	+36,50	2.729.830	+385,96
IATF+SEX ⁸	0,65	61,04	+18,66	2.333.380	+315,38

¹Varição da TIR, em relação à recomendação mais comum (IA+CONV). ²Varição do VPL, em relação à recomendação mais comum (IA+CONV). ³Resultados da pesquisa; ⁴Resultados de Ojeda-Rojas et al. (2018). ⁵Inseminação artificial com sêmen convencional (não sexado). ⁶Inseminação artificial com sêmen sexado. ⁷Inseminação artificial em tempo fixo com sêmen convencional (não sexado). ⁸Inseminação artificial em tempo fixo com sêmen sexado.

Foram usados a TIR e o VPL da biotécnica reprodutiva IA+CONV como base para calcular a variação da TIR e variação do VPL, por ser a biotécnica reprodutiva mais utilizada por grande parte dos produtores de leite. No entanto, que nem sempre a biotécnica reprodutiva “convencional” usada por ele é a melhor para o seu sistema de produção, mesmo que tenha baixa tecnificação.

Considerando cada cenário, o custo de produção sempre foi mais baixo e o VPL sempre foi mais alto para o sistema de alta tecnificação. O custo reflete na economia de escala, o que também está de acordo com o retorno maior (VPL) observado no sistema menos tecnificado.

A TIR sempre foi mais alta para o sistema de baixa tecnificação. Por apresentar um investimento inferior possui menos riscos e é mais seguro. Quando utilizamos o sêmen sexado o custo aumenta, independente do nível de tecnificação. O sêmen sexado aumenta mais o custo que o uso de protocolo de IATF, pelo fato do valor do sêmen sexado ser consideravelmente mais alto que o valor do sêmen convencional. O valor da dose do sêmen convencional foi de R\$30,00 e o sêmen sexado foi o triplo desse valor, com valor cotado de R\$90,00.

O cenário IA+CONV apresentou o pior resultado para o sistema de baixa tecnificação. Ele obteve o menor VPL e a segunda menor TIR, além do segundo maior custo de produção. Apesar de ser uma das recomendações mais comuns sugeridas a criadores, para o sistema estudado esta opção não se mostrou satisfatória, já que apresenta risco mais elevado e retorno mais baixo. O resultado foi semelhante ao apresentado por Ojeda-Rojas et al. (2018) para um sistema de tecnificação elevada, não obtendo um desempenho satisfatório. No referido trabalho, esta biotécnica obteve a segunda menor TIR e o segundo menor VPL, apesar de ter o segundo menor custo de produção.

O cenário IA+SEX usado no sistema de baixa tecnificação apresentou o segundo pior resultando. Ele obteve o maior custo de produção, a menor TIR e o VPL foi o segundo menor, ou seja, teve um retorno mais baixo. Para o sistema estudado essa opção não foi adequada, sendo o cenário mais arriscado para se usar. O resultado foi semelhante ao apresentado por Ojeda-Rojas. (2018) para um sistema de alta tecnificação. No cenário apresentado por ele também teve o maior custo de produção, menor TIR e menor VPL resultando em menor rentabilidade.

No cenário IATF+CONV usado no sistema de baixa tecnificação observou-se o menor custo por produção, maior TIR e o segundo maior VPL. No sistema estudado essa opção foi a segunda melhor. Somente não foi a melhor porque o VPL não foi o maior. Nesse cenário o produtor irá produzir 1 litro de leite e irá ter o menor gasto dentre os demais cenários estudados. É o cenário que apresenta menor risco. No sistema de alta tecnificação apresentado por Ojeda-Rojas. (2015) o cenário IATF+CONV foi o que apresentou melhores resultados. O cenário apresentou o menor custo de produção,

maior TIR e maior VPL, sendo o resultado desejável, apresentando cenário de menor risco, e maior rentabilidade de produção.

O cenário IATF+SEX no sistema de baixa tecnificação apresentou os melhores resultados. O custo de produção foi próximo dos outros cenários, porém a TIR foi o segundo maior valor. O VPL foi o que apresentou maior valor, resultando em maior lucratividade para o produtor. O resultando no sistema de alta tecnificação apresentando por Ojedas-Rojas. (2015) foi diferente. Nele o custo de produção foi o terceiro menor, segunda maior TIR e segundo maior VPL.

Para cada sistema de produção de baixa e alta tecnificação foram escolhidas biotécnicas reprodutivas diferentes. No sistema de baixa tecnificação a melhor biotécnica reprodutiva foi a IATF+SEX, enquanto para o sistema de alta tecnificação a melhor biotécnica reprodutiva foi IATF+CONV. No sistema de baixa tecnificação os valores por custo de produção, TIR e VPL foram os melhores quando analisados em conjunto.

O cenário IATF+SEX para o sistema de baixa tecnificação resultou em maior lucratividade para o produtor, analisando os valores de custo de produção, TIR e VPL. O cenário disponibiliza uma maior quantidade de animais para venda, representando 15,92% da receita total. Dentre as quatro biotécnicas reprodutivas o cenário IATF+SEX foi o que apresentou maior disponibilidade de animais para venda, e 84,08% da receita total foi obtida com a venda do leite.

Como o objetivo do produtor do sistema de baixa tecnificação era trabalhar com 20 vacas em lactação, ele não ganhou muito em quantidade de leite produzido, mas sim em vendas dos animais, que destacou bastante, o que contribuiu para que tivesse um lucro maior.

No sistema de alta tecnificação, a melhor biotécnica reprodutiva foi a inseminação artificial em tempo fixo com sêmen convencional, pois nela obtiveram os melhores valores de custo por litro de leite, TIR e VPL. 89,08% das receitas totais foram provenientes da venda do leite, e 10,92% da venda de animais. Neste caso, a venda do leite foi mais significativa pela quantidade de animais em lactação que ele pretendia com a venda dos animais sendo apenas um complemento para as receitas dele (OJEDA-ROJAS, 2015).

A biotécnica reprodutiva convencionalmente mais recomendada para os produtores semelhantes ao do cenário de baixa tecnificação é a inseminação artificial com sêmen convencional. Entretanto, podemos analisar no trabalho que IA+CONV foi

o pior cenário em questão de rentabilidade para o produtor. O valor presente líquido foi o mais baixo dentre os 4 cenários apresentados, resultando em menor lucratividade. Como depende do produtor ou funcionário para detecção do cio, normalmente ele não é observado, perdendo uma oportunidade de inseminar a vaca ou novilha. Caso tivesse sido usado a IATF não teria esse problema em perder a chance de inseminação, assim diminuindo a eficiência produtiva que é a habilidade de a vaca se tornar gestante após o período de espera voluntário (SANTOS; VASCONCELOS, 2007). Quando não foi usado o sêmen sexado, a quantidade de animais para venda diminui, diminuindo assim a receita com a venda dos animais.

6 CONCLUSÃO

As simulações das biotécnicas reprodutivas são importantes para ajudar na tomada de decisões, podendo ser aplicados em vários perfis de produção, vinculando o desempenho reprodutivo para a produção rentabilidade. Para o sistema de baixa tecnificação, a melhor biotécnica reprodutiva foi a IATF com sêmen sexado. Mesmo necessitando de maior investimento de tecnologias, apresentou melhores resultados econômicos que resultou em maior lucratividade, ou seja, VPL maior, pelo fato de ter mais novilhas para venda.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. H. Considerações sobre o uso da inseminação artificial em bovinos. Acedido a, **Instituto de Zootecnia**, Nova Odessa, SP, v 27, 2018. Disponível em: <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1200068178.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2019.
- AZEVEDO, R.A. DE; FELIX, T.M.; PIRES JÚNIOR, O.S.; ALMEIDA, A.C. DE; DUARTE, E.R. Perfil de propriedades leiteiras ou com produção mista no norte de Minas Gerais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 53-159, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1386>. Acesso em: 3 jul. 2019.
- BARBOSA, R.T.; MACHADO, R. Panorama da inseminação artificial em bovinos. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, SP, 2008. p. 5. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/48734/1/Documentos84.pdf>. Acesso em: 4 abri. 2019.
- BARUSELLI, Pietro Sampaio; SOUZA, Alexandre Hênryli de; MARTINS, Claudiney de Melo; *et al.* Sêmen sexado: inseminação artificial e transferência de embriões. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 31, n. 3, p. 374-381, 2007. Disponível em: <<http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/374.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2019.
- BATISTA, A. M., SILVA, A. R., SILVA, S. V., GUERRA, M. M. Sexagem de sêmen. **Ciênc Vet Tro**, v. 11, n. 2-3, p. 49-56, 2008. Disponível em: http://www.rcvt.org.br/volume11_2_3/pag_49_a_56.pdf. Acesso em: 7 nov. 2019.
- BARRIENTOS-BLANCO, J.; THOMPSON, N.M.; WIDMAR, N.L.O.; WOLF, C.A.; SNYDER, L.U. Expected value of crossbred dairy cattle artificial insemination breeding strategies in virgin heifers and lactating cows. **Livestock Science**. v. 211 Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.03.005> Acesso em: 3 jul. 2019.
- BERGAMASCHI, M. A. C, M; MACHADO. R; BARBOSA, R. T. Eficiência reprodutiva das vacas leiteiras. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos- SP, 2010. p. 1. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880245/1/Circular642.pdf>. Acesso em: 4 abri. 2019.
- BELTRAME, R.T.; QUIRINO, C.R.; BARIONI, L.G.; LIMA, V.F.M.H. DE. Simulação e análise econômica da produção in vivo e in vitro de embriões em bovinos. **Embrapa**, v. 45, n. 12, 1513-1520, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010001200024. Acesso em: 3 jul. 2019.
- BEUKESA, P. C.; BURKEA, C. R.; LEVYA, G.; TIDDYB, R. M. Using a whole farm model to determine the impacts of mating management on the profitability of pasture-based dairy farms. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 121, p. 46-54, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432010002824>. Acesso em: 3 jul. 2019.

BEZERRA, E. DA S.; SANCHEZ, S. B.; ULRICH, V. R. A importância da extensão rural na formação de Inseminadores e na melhoria da eficiência reprodutiva em Bovinos de leite. **Revista Extensão Rural**, Santa Maria, RS, v. XVIII n. 21 p. 30. 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/5572/3293>. Acesso em: 4 abri. 2019.

CABRERA, V.E. A simple formulation and solution to the replacement problem: A practical tool to assess the economic cow value, the value of a new pregnancy, and the cost of a pregnancy loss. **Journal of Dairy Science**, v. 95, pp. 4683–4698, 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22818482>. Acesso : 3 jul. 2019.

CARVALHO, G. R.; ROCHA, D. T. da; CARNEIRO, A. V. Indicadores: Leite E Derivados, V. 10, N. 86, 2019. **Embrapa Gado de Leite**, Juiz de Fora -MG. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1104350/indicadores-leite-e-derivados-v-10-n-86-2019>. Acesso em: 22 abr. 2019.

CHEBEL, R.C.; RIBEIRO, E.S. Reproductive Systems for North American Dairy Cattle Herds. **Vet Clin Food Anim**, v. 32, pp. 267–284, 2016. Disponível em: [https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720\(16\)00003-7/abstract](https://www.vetfood.theclinics.com/article/S0749-0720(16)00003-7/abstract). Acesso em: 3 jul. 2019.

DE VRIES, A. Economic value of a pregnancy in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 10, p. 3876–3885, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030206724304>. Acesso em: 3 jul. 2019.

Agricultura familiar é protagonista na produção de leite e derivados em minas. **EMATER**. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.do?flagweb=novosite_pagina_interna&id=23789. Acesso em: 8 dez 2019.

FRASÃO, C.C.; NEVES, A. I. das P.; MEDEIROS, D. F. K. L. **Análise da viabilidade econômico-financeira para a reestruturação de uma empresa de serviços**. Campina Grande- PB, 2016. Disponível em: <http://www.admpg.com.br/2016/down.php?id=2512&q=1>. Acesso em: 28 nov. 2019.

FREITAS, V. J, DE FIGUEIREDO. GONÇALVES, P. B, DIAS. **Biotécnicas aplicadas a reprodução animal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2008.

GALVÃO, K.N.; FEDERICO, P.; DE VRIES, A.; SCHUENEMANN, G.M. Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, timed artificial insemination, or a combination. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 4, p. 2681–2693, 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23415521>. Acesso em: 03 jul. 2019.

GAHLAWAT, S.K., DUHAN, J.S., SALAR, R.K., SIWACH, P., KUMAR, S., KAUR, P. **Advances in Animal Biotechnology**. Índia: Springer, 2014. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/325424593_Advances_in_Animal_Biotechnology_and_its_Applications. Acesso em: 22 jun. 2019.

GIORDANO, J. O.; KALANTARI, A. S.; FRICKE, P. M.; WILTBANK, M. C. AND CABRERA, V. E.. A daily herd Markov-chain model to study the reproductive and economic impact of reproductive programs combining timed artificial insemination and estrus detection. **Journal of Dairy Science**. 2012. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22916951>. Acesso em: 23 jun. 2019.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2014.

GOMES, S. T. Evolução e perspectivas da produção de leite no Brasil. **Embrapa Gado de Leite**, Juiz de Fora- MG, 2001. p.4. Disponível em: [http://arquivo.ufv.br/DER/docentes/stg/stg_artigos/Art_152%20-%20EVOLU%20RECENTE%20E%20PERSPECTIVA%20DA%20PRODU%20DE%20LEITE%20DO%20BRASIL%20\(20-8-01\).pdf](http://arquivo.ufv.br/DER/docentes/stg/stg_artigos/Art_152%20-%20EVOLU%20RECENTE%20E%20PERSPECTIVA%20DA%20PRODU%20DE%20LEITE%20DO%20BRASIL%20(20-8-01).pdf). Acesso em: 28 mar. 2019.

GONÇALVES, P.E.M. **Inseminação artificial versus monta natural em bovinos de corte: aspectos reprodutivos, produtivos e econômicos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. 66 f. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9KRK7N/tese_mestrado_impressao._p.e.m._goncalves.pdf?sequence=1. Acesso em: 5 abr. 2019.

GROENENDAAL, H.; GALLIGAN, D.T.; MULDER, H.A. An economic spreadsheet model to determine optimal breeding and replacement decisions for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 87, pp. 2146–2157, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203020470034X>. Acesso em: 3 jul. 2019.

GUIDUCCI, R. do C. N.; ALVES, E. R. de A.; LIMA FILHO, J. R. de; MOTA, M. M. Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários. Brasília, DF. **Embrapa**, 2012.

IBGE. **Censo Agropecuário Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://n.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 6 abr. 2019.

INCRA. **O INCRA e o Assentamento**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.incra.gov.br/media/servicos/publicacao/livros_revistas_e_cartilhas/O%20INCRA%20e%20o%20Assentamento.pdf. Acesso em: 6 abr. 2019

INCHAISRI, C.; JORRITSMA, R.; VOS, P.L.A.M.; VAN DER WEIJDEN, G.C.; HOGEVEEN, H. Analysis of the economically optimal voluntary waiting period for first insemination. **Journal of Dairy Science**, v. 94, pp. 3811–3823, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21787918>. Acesso em: 3 jul. 2019.

JANSSEN, S.; LOUHICHI, K.; KANELLOPOULOS, A.; ZANDER, P.; FLICHMAN, G.; HENGSDIJK, H.; MEUTER, E.; ANDERSEN, E.; BELHOUCLETTE, H.; BLANCO, M.; BORKOWSKI, N.; HECKELEI, T.; HECKER, M.; HONGTAO, L.; LANSINK, A.O.; STOKSTAD, G.; THORNE, P.; VAN KEULEN, H.; VAN ITTERSUM, M.K. A Generic Bio-Economic Farm Model for Environmental and Economic Assessment of Agricultural Systems. **Environmental Management**, v. 46, n. 6, p. 862–877, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-010-9588-x>. Acesso em: 3 jun. 2019.

JANSSEN, S.; VAN ITTERSUM, M.K. Assessing farm innovations and responses to policies: a review of bio-economic farm models. **Agricultural Systems**, v. 94, n. 3, p. 622–636, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X07000443>. Acesso em: 3 jun. 2019.

JONES, J.W.; ANTLE, J.M.; BASSO, B.; BOOTE, K.J.; CONANT, R.T.; FOSTER, I.; GODFRAY, H.C.J.; HERRERO, M.; HOWITT, R.E.; JANSSEN, S.; KEATING, B.A.; MUNOZ-CARPENA, R.; PORTER, C.H.; ROSENZWEIG, C.; WHEELER, T.R. Brief history of agricultural systems modeling. **Agricultural Systems**, v. 155, p. 240–254, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X16301585>. Acesso em: 3 jun. 2019.

KALANTARI, A.S.; CABRERA, V.E. Stochastic economic evaluation of dairy farm reproductive performance. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, pp. 59–70, 2015. Disponível em: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/cjas-2014-072#.XSK3K0tKjIU>. Acesso em: 8 jul. 2019.

LEBLANC, S. Economics of improving reproductive performance in dairy herds. **DairySource inc**, 2007. Disponível em: <http://www.dairyweb.ca/Resources/WCDS2007/LeBlanc2.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2019.

LUCY, M.C. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 6, p. 1277–1293, 2001. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11417685>. Acesso em: 4 jul. 2019.

MEIRELLES, C., FARIA, V. R., SOUZA, A. B., WEISS, R., SEGUI, M. S., & KOZICKI, L. Eficiência da inseminação artificial com sêmen sexado bovino: aspectos de viabilidade reprodutiva e econômica. **Archives of Veterinary Science**, v.13, n.2, p.98-103, 2008. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/veterinary/article/view/12888/8748>. Acesso em: 1 nov. 2019.

MENEGHETTI, M. **Mês de parição, condição corporal e resposta a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte primíparas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2006. p. 17. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95302/meneghetti_m_me_botfmvz.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 5 abri. 2019.

MOREIRA, M. Pesquisa Setor/Segmento Agropecuário de Leite. **SEBRAE**, São Paulo-SP, 2016. p. 5-53. Disponível em: <http://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/SP/Pesquisas/Agropecuaria%CC%81ria%20de%20Leite.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2019.

NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D. DOS; ARAÚJO, G.G.L. DE; CARNEIRO, A.V.; MORAES, S.A.; SPANIOL, C.M.O.; ARAGÃO, A.S.L. DE. Caracterização dos produtores e dos sistemas de produção de leite no perímetro irrigado de Petrolina/PE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.1, p.209-223, 2011. Disponível em: <http://revistas.ufba.br/index.php/rbspa/article/viewArticle/1843>. Acesso em: 3 jul. 2019.

OLIVEIRA, A.F. DE; SALVIANO, F.A. Bovinocultura de leite em assentamentos de Mato Grosso baseado no modelo Mesmis. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, V. 10, n. 5, 2016. Disponível em: <https://www.uninter.com/revistameioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/475>. Acesso em: 24 abri. 2019.

OJEDA-ROJAS, O. A. **Modelo de simulação para análise econômica do uso de biotecnologias reprodutivas em rebanhos leiteiros**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP, 2015. p. 117. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74134/tde-04092015-145159/en.php>. Acesso em 1 nov. 2019.

OJEDA-ROJAS, O. A., GONELLA-DIAZA, A. M., SÁ FILHO, M. F. DE, NUNES, R., E GAMEIRO, A. H. A simulation model to evaluate the economic consequences of insemination programs in dairy herds: timed artificial insemination and sex-sorted sêmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-35982018000100710&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 23 jun. 2019.

OLYNK, N.J.; WOLF, C.A. Stochastic economic analysis of dairy cattle artificial Insemination reproductive management programs. **Journal of Dairy Science**. V. 92:, pp.1290–1299, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209704370>. Acesso em: 3 jul. 2019.

PATÊS, N.M.S.; FIGUEIREDO, M.P. DE; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. DE; SILVA, F.F. DA; FRIES, D.D.; BONOMO, P.; ROSA, R.C.C. Aspectos produtivos e sanitários do rebanho leiteiro nas propriedades do sudoeste da Bahia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p. 825-837, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1519-99402012000300020&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 3 jun. 2019.

PORTAL DBO. **Maiores produtores de leite do país expandiram produção**. São Paulo, 2018. Disponível em: <https://www.portaldbo.com.br/maiores-produtores-de-leite-do-brasil-expandiram-producao-em-2018>. Acesso em: 08 jul. 2019.

SANTOS, R.MARIA dos.; VASCONCELOS, J, L, M. Interpretação dos índices da eficiência reprodutiva. **MilkPoint**, Piracicaba. Disponível em:

<https://www.milkpoint.com.br/colunas/jose-luiz-moraes-vasconcelos-ricarda-santos/interpretacao-dos-indices-da-eficiencia-reprodutiva-41269n.aspx>. Acesso em: 1 dez. 2019.

SARTOLI, R. Manejo reprodutivo da fêmea leiteira. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, DF, 2007. Disponível em: <http://www.cbra.org.br/pages/publicacoes/rbra/download/153.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

TENHAGEN, B.-A.; DRILLICH, M.; SURHOLT, R.; HEUWIESER, W. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: Reproductive and economic considerations. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 1, p. 85–94, 2004. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(04\)73145-8/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(04)73145-8/pdf). Acesso em: 3 jul. 2019.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. de. Cenário para a produção de leite no Brasil na próxima década. **Embrapa Gado de Leite**, Juiz de Fora, MG, 2014.p. 11. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-leite/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1019945/cenario-para-a-producao-de-leite-no-brasil-na-proxima-decada>. Acesso em: 17 mai. 2019.

VISCARDI, B. S, M.; FERREIRA, E. S, G.; OLIVEIRA, M. dos, S, S. Estatística da Produção Pecuária. Indicadores **IBGE**, Rio de Janeiro, RJ, 2019. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2019_1tri.pdf. Acesso em: 21 abri. 2019.

ANEXO I

Tabela 1- Valores cotados para a sanidade, considerando as categorias animais.

Sanidade	Valor (R\$)
<u>Vacinas</u>	
Aftosa (dose)	1,15
Brucelose (dose)	3,52
Clostridiose (dose)	1,12
<u>Endo e ectoparasitas</u>	
Ivermectina (por animal)	3,51
Pour-on (por animal)	5,12

Sanidade de acordo com dados da propriedade de baixa tecnificação (dados reais).

Imagem 1- Dados reais das dietas dos animais da propriedade de baixo nível tecnológico, situada no município de Comendador Gomes. Dieta usada no mês da coleta dos dados (outubro de 2019). O produtor separou em dois lotes. Vacas com maior produção e menor produção.

A	B	C	D	E	F	G	H
DIETA 02-10-2019							
LOTE 1							
BORDADA	8	Ingrediente	Kg/vaca	R\$/Kg	R\$/Dia	kg/lote/dia	KG POR VEZ
CASTANHA		Ração 24%	1,000	1,186	1,19	8,0	4
ESTRELINHA		Polpa	6,500	0,535	3,48	52,0	26
MAIADA		Uréia + Sulfato	0,150	2,040	0,31	1,200	0,600
PANELA		Mineral	0,200	2,333	0,47	1,600	0,800
SETE COPAS		Caroço	3,000	0,840	2,52	24,0	12
TIGREZA		Total/vaca			R\$ 7,96	5,5	
		Total/lote/dia			R\$ 63,65	litros p/ pagar	
		Prod. Esperada	15		Preco Leite	R\$ 1,44	
		Prod. LOTE	120		Lucro/Vaca	R\$ 13,64	
		R\$/Litro	R\$ 0,53		Lucro/Lote	R\$ 109,15	
LOTE 2							
FUMACINHA	8	Ingrediente	Kg/vaca	R\$/Kg	R\$/Dia	kg/lote/dia	KG POR VEZ
MACACA		-	0,000	1,186	0,00	0,0	0
MASCARADA		Polpa	5,600	0,535	3,00	44,8	22
NANICA		Uréia + Sulfato	0,100	2,040	0,20	0,800	0,400
ONCINHA		Mineral	0,200	2,333	0,47	1,600	0,800
PISCINA		Caroço	0,500	0,840	0,42	4,0	2
PRETINHA		Total/vaca			R\$ 4,09	2,8	
TORNEIRA		Total/lote/dia			R\$ 32,69	litros p/ pagar	
		Prod. Esperada	7		Preco Leite	R\$ 1,44	
		Prod. LOTE	56		Lucro/Vaca	R\$ 5,99	
		R\$/Litro	R\$ 0,58		Lucro/Lote	R\$ 47,95	
06-06-2019 29-07-2019 29-08-2019 02-10-2019							

Imagem 2- Dados reais do padrão racial dos animais da propriedade de baixo nível tecnológico, situada no município de Comendador Gomes.

Bordada	_____	1/2 NE,HO,GL
Buzina	_____	1/2 NE,GL,HO
Castanha	_____	5/8 GL,HO
Estrelinha	_____	1/2 NE,HO,GL
Fumacinha	_____	1/2 SM,HO,GL
Macaca	_____	1/2 HO,GL
Maiada	_____	5/8 HO,GL
Mascarada	_____	3/4 HO,GL
Nanica	_____	5/8 HO,GL
Oncinha	_____	5/8 GL,HO
Panela	_____	1/2 NE,HO,GL
Piscina	_____	3/4 GL,HO
Pretinha	_____	3/4 HO,GL
Sete Copas	_____	5/8 GL,HO
Tigresa	_____	1/2 NE,GL,HO
Torneira	_____	1/2 HO,GL

Imagem 3- Exemplo do modelo matemático usado. Na aba de parâmetros reprodutivos.

Tecnologia de sêmen			Parâmetros reprodutivos					
Tipo	Produto		Parâmetro	Novilha		Vaca		
	Macho	Fêmea		DC**	IATF	DC**	IATF	
Convencional	50,0%	50,0%	Taxa de serviço	70,0%	100,0%	60,0%	100,0%	
Sexado	14,3%	85,7%	TC* sêmen sexado	56,0%		40,0%		
			TC* sêmen convencional	70,0%		50,0%		
			* Taxa de concepção ** Detecção de cio					
Tecnologia de sêmen em novilhas			Tipo de serviço em novilhas			Perdas de gestação em novilhas		
Serviço No	Tipo	Relação	Serviço No	Estratégia	Valor	Intervalo		Valor
						IATF		
1	Sexado	14,3% 85,7%	1	IATF	100,0% 56,0%	< 90 dias de gestação	8,0%	
2	Sexado	14,3% 85,7%	2	IATF	100,0% 56,0%	> 90 dias de gestação	1,7%	
3	Sexado	14,3% 85,7%	3	IATF	100,0% 56,0%			
4	Sexado	14,3% 85,7%	4	IATF	100,0% 56,0%			
5	Sexado	14,3% 85,7%	5	IATF	100,0% 56,0%			
Tecnologia de sêmen			Parâmetros reprodutivos					
Tipo	Produto		Parâmetro	Novilha		Vaca		
	Macho	Fêmea		DC**	IATF	DC**	IATF	
Convencional	50,0%	50,0%	Taxa de serviço	70,0%	100,0%	60,0%	100,0%	
Sexado	14,3%	85,7%	TC* sêmen sexado	56,0%		40,0%		
			TC* sêmen convencional	70,0%		50,0%		
			* Taxa de concepção ** Detecção de cio					
Tecnologia de sêmen em novilhas			Tipo de serviço em novilhas			Perdas de gestação em novilhas		
Serviço No	Tipo	Relação	Serviço No	Estratégia	Valor	Intervalo		Valor
						IATF		
1	Sexado	14,3% 85,7%	1	IATF	100,0% 56,0%	< 90 dias de gestação	8,0%	
2	Sexado	14,3% 85,7%	2	IATF	100,0% 56,0%	> 90 dias de gestação	1,7%	
3	Sexado	14,3% 85,7%	3	IATF	100,0% 56,0%			
4	Sexado	14,3% 85,7%	4	IATF	100,0% 56,0%			
5	Sexado	14,3% 85,7%	5	IATF	100,0% 56,0%			

Imagem 4- Exemplo modelo matemático usado. Custos com reprodução

Equipamentos para 84 IA/ANO						
Item	Valor	Quantidade	Valor Total	Vida Útil (anos)	Valor Residual	Depreciação R\$/ano
Botijão de Semen 20/20	\$ 3.290,00	1	\$ 3.290,00	5	0%	\$ 658,00
Estojo plástico	\$ 54,00	1	\$ 54,00	5	0%	\$ 10,80
Aplicador universal	\$ 130,00	2	\$ 260,00	5	0%	\$ 52,00
Pinça inox	\$ 18,00	1	\$ 18,00	5	0%	\$ 3,60
Cortador de palhetas	\$ 40,00	1	\$ 40,00	5	0%	\$ 8,00
Termômetro	\$ 26,00	2	\$ 52,00	5	0%	\$ 10,40
Descongelador	\$ 899,00	1	\$ 899,00	5	0%	\$ 179,80
Régua p/ medir Nitrogênio	\$ 6,00	1	\$ 6,00	5	0%	\$ 1,20
TOTAL ANO						\$ 923,80

Acessórios para 84 IA/ANO			
Item	Valor	Quantidade	Valor Total
Recarga de nitrogênio/ano	\$ 140,00	1	\$ 140,00
luvas	\$ 17,15	12	\$ 205,80
Bainha francesa	\$ 28,86	13	\$ 375,18
Outros	\$ 108,28	1	\$ 108,28
TOTAL ANO			\$ 829,26

Total de acréscimo por inseminação		
Item	IA/ano	Valor
Equipamentos	600 IA/ano	\$ 1,54
Acessórios	600 IA/ano	\$ 1,38
TOTAL / IA		\$ 2,92

Sêmen			
Item	Unidade	Valor	Total + acréscimo
Sêmen convencional	Palheta	\$ 30,00	\$ 32,92
Sêmen sexado	Palheta	\$ 90,00	\$ 92,92

Protocolo de Sincronização				
Item	Quantidade	Unidade	Valor unitario	Total
Dispositivo Intravaginal	1,00	Und	\$ 10,00	\$ 10,00
Benzoato de Estradiol	3,00	ml	\$ 1,18	\$ 3,54
		Dose		\$ -
Prostaglandina	1,00	Dose	\$ 2,00	\$ 2,00
	0,00		\$ -	\$ -
	0,00		\$ -	\$ -
	0,00		\$ -	\$ -
TOTAL / PROTOCOLO				\$ 15,54

