

ADOMAR LAURINDO NETO

**Impactos da antecipação da ressincronização da ovulação pela
detecção precoce de vacas leiteiras não gestantes com a
ultrassonografia Doppler**

Pirassununga

2022

ADOMAR LAURINDO NETO

**Impactos da antecipação da resincronização da ovulação pela
detecção precoce de vacas leiteiras não gestantes com a
ultrassonografia Doppler**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Reprodução Animal

Área de concentração:

Reprodução Animal

Orientador:

Prof. Dr. Guilherme Pugliesi

Pirassununga

2022

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 4245
FMVZ

Laurindo Neto, Adomar

Impactos da antecipação da ressincronização da ovulação pela detecção precoce de vacas leiteiras não gestantes com a ultrassonografia Doppler / Adomar Laurindo Neto. – 2022.

59 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Reprodução Animal, São Paulo, 2022.

Programa de Pós-Graduação: Reprodução Animal.

Área de concentração: Reprodução Animal.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Pugliesi.

1. Ressincronização. 2. Ultrassonografia Doppler. 3. Estradiol. 4. Rentabilidade. 5. Vacas de leite. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Camila Molgara Gamba, CRB-8/7070, da FMVZ/USP.



Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Impactos da antecipação da resincronização da ovulação pela detecção precoce de vacas leiteiras não-gestantes com a ultrassonografia Doppler", protocolada sob o CEUA nº 2563300420 (ID 008011), sob a responsabilidade de **Guilherme Pugliesi e equipe; Adomar Laurindo Neto** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 22/06/2020.

We certify that the proposal "Impacts of anticipating ovulation resynchronization by early detection of non-pregnant dairy cows with Doppler ultrasound", utilizing 600 Bovines (600 females), protocol number CEUA 2563300420 (ID 008011), under the responsibility of **Guilherme Pugliesi and team; Adomar Laurindo Neto** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 06/22/2020.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa](#)

Vigência da Proposta: de [07/2020](#) a [08/2021](#) Área: [Reprodução Animal](#)

Origem: [Animais provenientes de estabelecimentos comerciais](#)

Espécie: [Bovinos](#) sexo: [Fêmeas](#) idade: [3 a 12 anos](#) N: [600](#)

Linhagem: [Girolando/holandês](#) Peso: [300 a 800 kg](#)

Local do experimento: Fazenda comercial em Coromandel-MG

São Paulo, 17 de maio de 2021

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Camilla Mota Mendes
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: NETO, Adomar Laurindo

Título: Impactos da antecipação da ressincronização da ovulação pela detecção precoce de vacas leiteiras não gestantes com a ultrassonografia Doppler

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Aos meus pais, **Adomar
Laurindo Filho e Iara Maria
de Souza Laurindo;**
Ao meu irmão **Julio César;**
As minhas tias **Cláudia,
Patrícia e Andressa.**

Dedico

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me iluminar em todos os meus caminhos e decisões. Também gostaria de agradecê-lo por ser o filho de quem eu sou. Obrigado Deus por colocar na minha vida um homem e uma mulher fortes que não permitiram que nenhuma dificuldade interrompesse o meu sonho em se tornar Médico Veterinário.

À minha mãe, Iara Maria de Sousa Laurindo, ao meu pai, Adomar Laurindo Filho e ao meu irmão, Júlio Cesar de Sousa Laurindo, todo meu amor e gratidão por terem realizado meus sonhos. Obrigado por serem meu maior arrependimento a cada despedida e meu porto seguro a cada chegada. E sempre vou dizer, essa conquista e de todas as outras que virão também é de vocês. Vamos juntos, sempre! Eu amo vocês mais do que tudo.

Agradeço ao meu querido amigo e avô, Adomar Laurindo, que sempre teve tanto orgulho de ter um neto que é veterinário, que desde pequeno sempre me incentivou e me deu forças para conquistar meus objetivos; a minha querida e amada avó, Alair de Páschoa Serafini, que desde quando eu era pequeno participou da minha trajetória de perto dando todo suporte necessário. Ao Vovô Izaías Pinheiros, por sempre estar por perto se prontificando e dando todo suporte necessário. A querida vovô, Maria de Sousa (*in memoriam*), eu sei que desde que você partiu eu ganhei outro anjo olhando para mim. Obrigado por estarem presentes em cada conquista! Eu amo vocês com todo o meu coração.

Obrigado às minhas tias-mães, Andressa, Claudia e Patrícia. Essas que junto com minha mãe são sem dúvidas as mulheres que mais batalharam e me deram forças para seguir em frente e conquistar meus objetivos. Obrigado por serem mais que um laço de sangue, por serem um laço de amor. Sou muito grato a Deus por ter mulheres tão especiais como vocês em minha vida.

Agradeço aos meus amigos Arthur Costa, Otávio Olmo, Felipe Ruas, Renzo Soares, Pedro Bertuani, Matheus Campos, Natania Sperandio, Marcele Chaves e Laisa Polese (Grupo "Amigos que eu gosto") presentes que a VetUFES me deu. Agradeço em especial a minha querida amiga Anita Marchionati Pigatto, que mesmo de longe, sempre esteve tão presente.

Agradeço aos meus queridos amigos Wallisson Douglas e Adriano Castro por toda a hospitalidade durante o tempo que passei na Fazenda Carola e Machado. E ao Médico Veterinário Alexandre Asrak e aos colaboradores Marcos Siqueira e Giovani Siqueira da Fazenda Santa Elisabeth, exemplos de pessoas e profissionais que foram peça chave na execução do experimento a campo. Obrigado por tudo, meus amigos!!!

Obrigado as grandes amizades que fiz na República Boitrepanu, minha família de Pirassununga: Danilo Bisinotto (Pomba), Henrique Oliveira (Boça), Giovani Oliveira (Dungay), Marlon Gabriel (Junio), Caue Pataro (Sereia), Lucas Silva (Rastoio), Lucas Bermudes (Burro), Vinícius (Barnabé), Edson Furlan (Chico Bento), Vitor (Lascado), Marcos Júnior (Didi), Paulo (CBT), Jonathas Claudio (Quiabo) e ao agregado Henrique Castellar (Iêê). Desde minha entrada na casa em meados de 2019, fui muito bem recepcionado e acolhido por todos, no momento em que me senti mais perdido, foi muito mais que uma casa, foi um LAR, onde criei laços de amizade para o resto da vida. Obrigado por tudo meus amigos.

Muito obrigado ao meu orientador, Guilherme Pugliesi, com quem tenho aprendido constantemente, desde que iniciei meu estágio supervisionado em 2019. Obrigado por todas as oportunidades, por toda paciência em explicar a mesma coisa várias vezes e principalmente por acreditar em mim. Todas as perguntas e “convencer-me”, “tem que ser consistente”, “está muito confuso” foram fundamentais. Obrigado também pelos momentos de descontração, nas confraternizações do laboratório e nas provocações feitas nos manejos.

Meus agradecimentos a equipe LFEM, essa equipe (dos sonhos), na qual fiz grandes amigos: Danilo, Cecília, Gabi, Gilmar, Igor, Amanda, Diego, Tiago Nishimura, Ana Degan, Karine Morelli, Isa, Priscila Assis, Leonardo, Jonathas, obrigado por toda ajuda dentro e fora do laboratório. Pelos conhecimentos compartilhados, pelo convívio diário e pelo crescimento pessoal e científico. Obrigado por tudo!

Aos amigos do VRA, Léo “bati”, Nataly, Paty, Alessandra, Felipe “Gangorra”, Professor Rubens, por tornarem esta caminhada mais leve.

Aos amigos do LAE, Professor Augusto Hauber Gameiro, e suas alunas Vitória e Juliana pela parceria e ajuda na execução das análises econômicas do projeto.

Aos colaboradores do VRA, Clayton e Harumi por todos os esclarecimentos, pela disponibilidade em ajudar, por tornarem as questões burocráticas mais simples.

Ao proprietário Fernando Machado da Fazenda Carola e Machado e ao Senhor Herman Hoffmann da Fazenda Santa Elisabeth e a todos os colaboradores por abrirem as portas e me acolherem como se fosse da família durante a execução do meu experimento.

À FAPESP pelo suporte financeiro e pela bolsa concedida durante o mestrado (processo 2020/05878-8; 2015/10606-9).

À esta universidade, ao VRA, ao seu corpo docente, ao PPGRA que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior.

*“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas
aquele que vai acompanhado com certeza vai mais longe”*

(Clarice Lispector)

RESUMO

NETO, A. L. **Impactos da antecipação da ressincronização da ovulação pela detecção precoce de vacas leiteiras não gestantes com a ultrassonografia Doppler.** 2022. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Testamos em vacas leiteiras as hipóteses: 1) que iniciar a ressincronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) 17 dias após a IATF (Ressincronização Superprecoce) melhora a eficiência reprodutiva em comparação com a ressincronização tradicional iniciada aos 31 dias após a IATF; e 2) o tratamento com 1 mg de benzoato de estradiol (BE) no início da Ressincronização Superprecoce não compromete uma gestação pré-existente e reduz a taxa de falso positivos (FP) no diagnóstico precoce da gestação por meio da ultrassonografia Doppler. Vacas leiteiras de duas fazendas comerciais, com escore de condição corporal entre 2 e 4 (escala: 1-5), com período de espera voluntária de 52 dias, foram submetidas a um protocolo baseado em BE/progesterona (P4) para a primeira IATF pós-parto (D0). No D17, as vacas foram distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais (n=150/grupo): Controle (C); Ressincronização Superprecoce (SP) e Ressincronização Superprecoce + 1 mg BE (SP+BE). No diagnóstico de gestação convencional (31 dias após cada IATF), vacas não gestantes (NG) do grupo C foram submetidas ao mesmo protocolo hormonal feito no manejo reprodutivo da fazenda, sendo repetido para realizar três IATFs (D0, D42 e D84) no intervalo de 84 dias. Em ambos os grupos submetidos a Ressincronização Superprecoce, todas as vacas receberam um dispositivo intravaginal de P4 de primeiro uso (CIDR®, Zoetis, Brasil) associado (SP+BE) ou não (SP) a 1 mg BE (1 mL, i.m., Gonadiol®, Zoetis) 17 dias após cada IATF, sendo repetido até obter quatro possibilidades de IATFs em 84 dias. No D24, D52 e D80 as vacas foram avaliadas por ultrassonografia Doppler para determinar a perfusão sanguínea do CL e aquelas em que foi detectada luteólise foram consideradas NG e receberam uma dose de 25 mg dinoprost trometamina (5 mL, i.m., Lutalyse®, Zoetis). No D26, os dispositivos P4 foram removidos e foi administrado 1 mg de cipionato de estradiol (CE; 0,5 mL, i.m., ECP®, Zoetis) e 25 mg de dinoprost trometamina nas vacas consideradas NG. No D28 foi realizada uma segunda IATF (intervalo de 28 dias

entre as IATFs). Ambos os tipos de ressinchronização (Resinchronização Convencional ou Superprecoce) foram repetidos até D84, o que permitiu um máximo de 3 IATFs no grupo C e 4 IATFs nos grupos SP e SP+BE. O diagnóstico confirmatório de gestação foi realizado nos dias 31 e 66 após a primeira, segunda, terceira e quarta IATF. Os dados foram avaliados por ANOVA, teste exato de Fisher e regressão logística do SAS. A taxa de prenhez (TP) na primeira IATF não diferiu ($P>0,1$) entre os grupos C (44%), SP (47%) e SP+BE (47%). Vacas submetidas à Resinchronização Superprecoce apresentaram maior ($P<0,05$) diâmetro folicular (mm) no momento da IATF das vacas NG ($17,5\pm 0,2$) quando comparadas ao grupo C ($15,7\pm 0,2$). Considerando a segunda, terceira e quarta IATF, a TP nas ressinchronizações não diferiu ($P>0,1$) entre os grupos C (29,6% [42/142]), SP (30,3% [44/145]) e SP+BE (30,2% [48/159]); entretanto, a TP acumulada nos 84 dias do período experimental foi maior ($P=0,05$) nas vacas submetidas à Resinchronização Superprecoce (79,3% [238/300]) em relação ao grupo C (72% [108/150]). Além disso, a taxa de resultados de FP entre o diagnóstico por Doppler e o diagnóstico confirmatório de gestação foi menor ($P<0,05$) no grupo SP+BE (18% [23/128]) do que no SP (30% [48/160]). Finalmente, foram calculados para cada cenário, a lucratividade, o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e o *payback* como indicadores da viabilidade econômica. Sob as condições analisadas, observou-se que o cenário com melhor desempenho econômico foi a Resinchronização Superprecoce (Lucratividade de R\$ 94.891,35; VPL R\$ 63.172,81; TIR 76,32% ao ano e *payback* de 7 semanas), comparado a Convencional (Lucratividade de R\$ 94.756,06; VPL R\$ 49.416,51; TIR 51,36% e *Payback* de 11 semanas). Em conclusão, a Resinchronização Superprecoce aumenta a TP durante os primeiros 84 dias após o período de espera voluntária em vacas leiteiras e apresenta melhores indicadores de retorno econômico com sua aplicação. O uso de 1 mg BE associado a um dispositivo de P4 no D17 após IATF é preferível para aumentar a eficácia do protocolo na Resinchronização Superprecoce, pois não é prejudicial à gestação anterior, e reduz a proporção de vacas NG com CL funcional aos 24 dias após a IATF anterior.

Palavras-chave: Resinchronização; Ultrassonografia Doppler; Estradiol; Rentabilidade; Vacas de leite

ABSTRACT

NETO, A. L. **Impacts of anticipating ovulation resynchronization by early detection of non pregnant dairy cows with Doppler ultrasonography.** 2022. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

We tested in dairy lactating cows the hypotheses: 1) that starting the resynchronization (Resynch) of ovulation for timed-artificial insemination (TAI) 17 days after TAI (Super-Early Resynch) improves the reproductive efficiency compared to the traditional resynch starting at day 31 after TAI; and 2) the treatment with 1 mg estradiol benzoate (EB) at beginning of Super-early Resynch does not compromise a pre-existing pregnancy and reduce the false positive (FP) rate of Doppler-based pregnancy diagnosis. Dairy cows from two commercial farms, and with a body condition score between 2 and 4 (scale: 1-5), and after 52 days of voluntary wait period, were submitted to an EB/P4 (progesterone)-based protocol for the first TAI post-partum (D0). On D17, cows were randomly assigned to three experimental groups (n=150/group): Control (C); Super-early Resynch (SE) and Super-early Resynch + 1mg EB (SE+EB). In the diagnosis of conventional pregnancy (31 days after each TAI), non pregnant cows (NP) of group C were submitted to the same hormonal protocol performed in the reproductive management of the farm, being repeated to perform three TAIs (D0, D42 and D84) in the interval of 84 days. In both Super-early Resynch groups, all cows received a first-use P4 intravaginal device (CIDR®, Zoetis, Brazil) associated (SE+EB) or not (SE) to 1mg EB (1 mL, i.m., Gonadiol®, Zoetis) 17 days after each TAI, being repeated until closing four TAIs in 84 days. On D24, D52 and D80 cows were evaluated by Doppler ultrasound to determine corpus luteum (CL) blood perfusion and those where luteolysis was detected were considered NP and received 25 mg tromethamine dinoprost (5 mL, i.m., Lutalyse®, Zoetis). On D26, the P4 devices were removed and were administered 1 mg estradiol cypionate (0.5 mL, i.m., ECP®, Zoetis) and 25 mg of tromethamine dinoprost in NP cows. On D28 a second TAI was performed (interval of 28 days between TAIs). Both type of resynch (Conventional or Super-early Resynch) were repeated until D84, which allowed a maximal of 3 TAIs in the C group and 4 TAIs in the SP and SP+EB groups. Confirmatory diagnosis of pregnancy was performed on days 31 and 66 after the first, second, third and fourth TAIs. Data were

evaluated by ANOVA, Fisher's exact test or logistic regression of SAS. The pregnancy rate (PR) at first TAI did not differ ($P>0.1$) among the C (44%), SP (47%) and SP+BE (47%) groups. Cows submitted to Super-early Resynch had a greater ($P<0.05$) follicular diameter (mm) at TAI (17.5 ± 0.2) when compared to the C group (15.7 ± 0.2). Considering Second, third and fourth TAIs, the PR at resynch's did not differ ($P>0.1$) among the C (29.6% [42/142]), SP (30.3% [44/145]) and SP+BE (30.2% [48/159]) groups; however, cumulative PR within the 84 days of experimental period was greater ($P=0.05$) in cows submitted to Super-early Resynch (79.3% [238/300]) compared to the C group (72% [108/150]). Furthermore, the rate of FP results between the D24 and confirmatory pregnancy diagnosis on D31 was lesser ($P<0.05$) in the SP+BE group (18% [23/128]) than in the SP (30% [48/160]). Finally, profitability, net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and Payback were calculated for each scenario as indicators of economic viability. Under the conditions analyzed, it was observed that the scenario with the best economic performance was Super-early Resynchronization (Profitability of R\$ 94,891.35; NPV R\$ 63,172.81; IRR 76.32% per year and payback of 7 weeks), compared to Conventional (Profitability of R\$ 94,756.06; NPV R\$ 49,416.51; IRR 51.36% and payback of 11 weeks). In conclusion, the Super-early Resynchronization increases the PR during the first 84 days after the voluntary wait period in dairy cows. The use of 1mg EB associated with a P4 device on D17 after TAI is preferable to increase the effectiveness of the Super-early Resynch protocol, as it is not harmful to the previous pregnancy, and reduces the proportion of NP cows with functional CL at 24 days after previous TAI.

Keywords: Resynchronization. Doppler ultrasonography. Estradiol. Profitability.
Dairy cows

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo hipotético gráfico.....	21
Figura 2 – Modelo hipotético gráfico	22
Figura 3 – Diagrama esquemático do experimento	31
Figura 4 – P/IA (%) no dia 31 após primeira IATF (1 ^a), segunda (2 ^a), terceira (3 ^a), quarta (4 ^a) e P/IA acumulado [IATF 1 + IATF 2 + IATF 3 + IATF 4] no grupo controle, SP e SP+BE	39
Figura 5 – Proporção de vacas (%) diagnosticadas como falso positivo (FP) do dia 24 aos 31 após a IATF anterior nos grupos de tratamento SP e SP+BE	40
Figura 6 – Curva de sobrevivência indicando como se comportou a proporção de fêmeas que foram se tornando gestantes no decorrer do estudo em vacas do grupo Controle, SP e SP+BE	42
Figura 7 – Distribuição dos custos variáveis semanais necessários para execução do estudo considerando um cenário utilizando a ressincronização convencional no período de junho de 2021 a março de 2022	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos fatores nos fluxos de entrada e saída dentro do fluxo de caixa incremental utilizado para análise dos dados financeiros do estudo37

Tabela 2 – Tamanho do maior folículo ovariano e características de desempenho reprodutivo de acordo com o grupo experimental...43

Tabela 3 – Custos para execução do estudo de junho de 2021 a março de 2022, e indicadores de viabilidade (Lucratividade, VPL, TIR e *payback*) obtidos com a análise do fluxo de caixa incremental.....45

Tabela 4 – Custos para execução do estudo de junho de 2021 a março de 2022, e indicadores de viabilidade (Lucratividade, VPL, TIR e *payback*) obtidos com a análise de fluxo de caixa incremental considerando cenário testando ressincronização Convencional e Superprecoce.....45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. HIPÓTESES.....	22
3. OBJETIVOS.....	24
4. IMPACTOS DA ANTECIPAÇÃO DA RESSINCRONIZAÇÃO DA OVULAÇÃO PELA DETECÇÃO PRECOCE DE VACAS LEITEIRAS NÃO GESTANTES	25
4.1 INTRODUÇÃO	27
4.2 MATERIAI E MÉTODOS	29
4.2.1 Animais e manejo.....	29
4.2.2 Manejo reprodutivo e tratamentos.....	29
4.2.3 Variáveis avaliadas.....	35
4.2.4 Análises Estatísticas.....	36
4.2.5 Análises econômicas.....	37
4.3 RESULTADOS	40
4.3.1 Desempenho reprodutivo.....	40
4.3.2 Desempenho econômico.....	46
5. DISCUSSÃO	48
6. CONCLUSÕES.....	54
REFERÊNCIAS.....	55

1. INTRODUÇÃO GERAL

Em 2021, o rebanho brasileiro de bovinos alcançou o número efetivo de aproximadamente 188 milhões de cabeças (ABIEC, 2022). O país é destaque na criação de bovinos, se apossando do maior rebanho comercial do mundo, além de possuir importante papel na produção mundial de carne e leite, sendo o segundo maior produtor de carnes bovinas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos (OECD-FAO, 2022; USDA, 2022), e quarto maior produtor de leite no mundo (CONAB, 2022). No último ano, o valor bruto da produção primária de leite reduziu 2,5% inferior ao registrado em 2020. Essa queda é provavelmente reflexo dos altos preços de insumos, combustíveis e energia, bem como das adversidades climáticas, que impactaram diretamente na qualidade e disponibilidade de volumosos além da elevação dos preços dos grãos, os quais têm pesado diretamente no custo operacional efetivo da atividade (CONAB, 2022). Apesar disso, nos últimos 39 anos, o Brasil mais que triplicou sua produção, passando de 11,4 a 34,5 bilhões de litros de leite (IBGE, 2022). Todavia, esse montante produzido não foi suficiente para suprir toda demanda no mercado interno, levando o país no ano de 2021 a importar um volume quase cinco vezes maior comparado ao volume exportado, comprando a *commodity* em países vizinhos, principalmente Argentina e Uruguai (CONAB, 2022).

Essa necessidade de importação é reflexo de o país obter um dos menores índices de produtividade entre os principais países produtores de leite. Nessa lista, o Brasil é apenas o octogésimo quarto do mundo com produtividade por volta de cinco vezes inferior ao primeiro colocado (Estados Unidos) que ultrapassa 10 mil litros/vaca/ano (USDA, 2022). Por volta de apenas 7% do rebanho bovino total brasileiro é composto por vacas de aptidão leiteira, e com uma produtividade média de 2.226 litros/vaca/ano (IBGE, 2022). Para que se tenha um aumento da produtividade e lucratividade nesse setor, é necessário que se tenha uma visão ampla do sistema de produção, buscando uma cadeia produtiva cada dia mais eficiente em todos os setores, principalmente no que tange a eficiência reprodutiva para gerar melhoria nos índices reprodutivo e produtivo do rebanho (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011).

O desempenho reprodutivo é um fator fundamental para a lucratividade do rebanho leiteiro (GALVÃO et al., 2013; MEADOWS; RAJALA-SCHULTZ; FRAZER, 2005). Uma ferramenta que tem sido usada com grande sucesso em muitas

fazendas de leite em todo o mundo, para aumentar a eficiência reprodutiva, é a utilização de um programa reprodutivo sistêmico por meio da técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (WILTBANK; PURSLEY, 2014; CARVALHO et al., 2018; CONSENTINI; WILTBANK; SARTORI, 2021). Tais programas aumentam a probabilidade de concepção precoce em comparação com a detecção de estro e inseminação artificial (HERLIHY et al., 2011; RANDI et al., 2018). Similarmente, GIORDANO et al. (2011) concluíram que a IATF melhorou o desempenho reprodutivo e resultou em uma maior lucratividade sobre a detecção de estro e IA em rebanhos de leite.

Apesar dos ganhos obtidos com a IATF, as vacas de alta produção leiteira perdem cerca de 60% das gestações após a concepção em programas em tempo fixo, ocasionando maior intervalo parto concepção e prejuízos econômicos aos produtores (SANTOS et al., 2004). Rebanhos leiteiros com boa eficiência reprodutiva conseguem tornar as vacas gestantes de forma bastante precoce após o período de espera voluntária (RIBEIRO et al., 2012), reduzindo o intervalo de partos e consequentemente os dias em leite (DEL) médio do rebanho (GALLIGAN et al., 2009), aumentando a concentração de vacas no início da lactação, fase de maior produtividade dos animais (GALLIGAN et al., 2009). No entanto, identificar precocemente o status gestacional após o primeiro serviço no programa de IATF, pode melhorar a eficiência reprodutiva, e aumentar lucratividade dos criadores (FRICKE, 2002). Assim, a identificação precoce das fêmeas não gestantes, é essencial para melhorar a eficiência reprodutiva dos sistemas de produção (POHLER et al., 2016).

A estratégia mais comum para detectar vacas não gestantes após a inseminação artificial anterior é a identificação de vacas no cio (estro) de retorno (WILTBANK et al., 2014). Entretanto, para este método ser de sucesso é necessário ter uma boa nutrição, sanidade e manejo das fêmeas, gerando um suporte para as vacas expressarem o estro, ser observado e posteriormente realizar a inseminação artificial em tempo adequado é terem os animais em ciclos reprodutivos regulares nos primeiros 60 dias pós-parto (ponto crítico) (CARVALHO et al., 2018; SANTOS et al., 2017; WILTBANK et al., 2014). Além disso, mesmo que estas condições estejam presentes, a taxa de serviço a cada 21 dias pode ser reduzida devido à baixa expressão ou falhas na detecção de estro. Desta forma, a associação de um programa de resincronização da ovulação com testes práticos e econômicos para

identificar vacas não gestantes o mais cedo possível após a IATF aumenta a taxa de serviço, e conseqüentemente pode reduzir o intervalo de inseminações do rebanho (GIORDANO; FRICKE; CABRERA, 2013). Diferentes estratégias de protocolos de ressincronização têm sido desenvolvidas, iniciando antes ou após o diagnóstico de gestação. O protocolo de ressincronização convencional é realizado nas fêmeas não gestantes somente após o diagnóstico de gestação por ultrassonografia em modo B, apresentando alta acurácia de 28 a 30 dias de gestação, com a visualização do embrião. Assim, o protocolo de ressincronização convencional permite um intervalo por volta de 40 dias entre as inseminações, o que se torna um período longo, uma vez que as fêmeas não gestantes estariam retornando em cio por volta de 21 dias (BARUSELLI et al., 2017). Como alternativa, os protocolos também podem ser iniciados antes do diagnóstico de gestação, com o objetivo principal de reduzir o intervalo das inseminações. Para isso, o protocolo de ressincronização pode ser iniciado 22 dias após a IATF anterior, sem saber do status gestacional que as fêmeas se encontram (CAMPOS et al., 2013; DE OLIVEIRA et al., 2019; SÁ FILHO et al., 2014; STEVENSON et al., 2003). No dia da retirada do dispositivo intravaginal de P4 coincide com o diagnóstico de gestação convencional com ultrassonografia modo B, as fêmeas diagnosticadas como gestantes são excluídas dos tratamentos subsequentes, continuando o protocolo apenas nas fêmeas diagnosticadas não gestantes (BARUSELLI et al., 2018; BÓ et al., 2016).

Outra estratégia inovadora diante dos tipos de ressincronização é a possibilidade de adiantar o diagnóstico de gestação por meio da ultrassonografia em Doppler colorido. Por este método identifica-se as fêmeas não gestantes entre os dias 20 e 22 após a inseminação por meio da detecção da luteólise (PUGLIESI et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2013). O protocolo é iniciado em todas as fêmeas, 12 a 14 dias após a IATF para que a próxima inseminação seja realizada no intervalo de 22-24 dias (BARUSELLI et al., 2017; ATAIDE JUNIOR et al., 2021; BARUSELLI et al., 2017; MOTTA et al., 2020; PUGLIESI et al., 2019; VIEIRA et al., 2014). Em um estudo pioneiro em vacas de leite, VIEIRA et al. (2014) iniciaram a ressincronização da ovulação aos 13 dias pós-IATF com a associação de um dispositivo intravaginal de P4 e benzoato de estradiol (BE). O diagnóstico precoce da gestação com ultrassonografia Doppler foi realizado aos 21 dias e a inseminação das vacas não gestantes aos 23 dias pós-IATF.

No entanto, a administração de ésteres de estradiol neste período que antecede o reconhecimento materno da gestação anterior (15 a 17 dias pós-estro; (BINELLI et al., 2001), pode ser prejudicial à gestação, pois o estradiol está envolvido na síntese pulsátil de $PGF_{2\alpha}$ endometrial. Assim, a administração de ésteres de estradiol, como o benzoato de estradiol (BE) associado com progesterona nos protocolos de ressincronização que iniciam por volta da segunda semana pós-IATF anterior, pode ser prejudicial no estabelecimento da gestação, devido a ação que o estradiol exerce na indução de pulsos luteolíticos de $PGF_{2\alpha}$ endometrial (ARAUJO et al., 2009; PUGLIESI et al., 2012). Quando a administração de BE foi próxima ao período do reconhecimento materno da gestação (12 a 14 dias pós-inseminação), foram reportados resultados controversos em relação ao impacto que teve na manutenção da gestação. A administração de 1,5 mg BE associado a um dispositivo de intravaginal de P4 13 dias após a IATF afetou negativamente a taxa de prenhez em vacas leiteiras, reduzindo pela metade quando comparado aos animais que receberam apenas o dispositivo intravaginal de P4 (VIEIRA et al., 2014). Em vacas de corte lactantes, a administração de 2 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 aos 14 dias após a IATF, causou diminuição na taxa de prenhez da primeira IATF comparado ao grupo de animais que receberam a associação de 1 mg de BE com um dispositivo intravaginal de P4 (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022). Já outro estudo mostrou que a taxa de prenhez na primeira IATF não diferiu entre vacas de corte lactantes ressincronizadas aos 13 dias após a IATF anterior com 1 mg de BE associado a um dispositivo de intravaginal de P4 e animais controle não ressincronizados (PALHÃO et al., 2020). Outros autores também relataram que a utilização do tratamento com 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 entre os dias 12 e 14 pós inseminação também não resultou em efeitos negativos sobre o estabelecimento da gestação em vacas de corte (CUTAIA, 2002; GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022; PALHÃO et al., 2020; STEVENSON et al., 2003), novilhas de corte (MOTTA et al., 2020), e em vacas de leite (EL-ZARKOUNY; STEVENSON, 2004). Dessa forma, a administração de doses menores de BE pode ser uma alternativa segura para não comprometer o estabelecimento da gestação pré-existente (DALMASO DE MELO et al., 2020; EL-ZARKOUNY; STEVENSON, 2004; GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022; MOTTA et al., 2020; PALHÃO et al., 2020; STEVENSON et al., 2003). Apesar dos resultados com tratamento de BE próximo ao período do reconhecimento materno da gestação

serem controversos, o tratamento com 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 nos dias 13 ou 14 após a primeira IATF, além de não ser prejudicial ao estabelecimento da gestação anterior, antecipou a luteólise em vacas de leite não gestantes (EL-ZARKOUNY; STEVENSON, 2004), e em novilhas de corte não gestantes (MOTTA et al., 2020).

O desempenho econômico dos rebanhos leiteiros está intimamente relacionado com a sua eficiência reprodutiva (CABRERA, 2014), uma vez que modulam importantes índices zootécnicos ligados à produção, alguns dos quais estão diretamente relacionados às principais fontes de renda, como a produção de leite, quantidade de animais para reposição e venda, e a progressão genética de características de interesse produtivo e econômico (CABRERA, 2014; DE VRIES, 2006; MEADOWS; RAJALA-SCHULTZ; FRAZER, 2005). No entanto, analisar e avaliar os efeitos das estratégias reprodutivas sobre o desempenho econômico do rebanho não é uma tarefa de efeito direto (OJEDA-ROJAS et al., 2018). Na melhor das hipóteses, o retorno econômico oriundo dos investimentos em biotécnicas reprodutivas virá após vários meses de seu uso, e será baseado em diversas fontes de renda dentro da fazenda (BRITT, 1985). Para isso, uma excelente ferramenta para essas análises é o fluxo de caixa, pois permite ter o controle dos valores de entrada e saída dos recursos e produtos por unidade de tempo a ser estabelecido que formem uma proposta de investimento (NORONHA, 1987). Assim, se trata de um método que considera o efeito do tempo na parte financeira, por meio de seus indicadores de viabilidade: valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o *payback*, que são indicadores que permitem captar o efeito do investimento em relação ao tempo, proporcionando avaliar o quanto vai antecipar na receita total, e o quanto isso vai impactar na rentabilidade de uma fazenda comercial utilizando a tecnologia (GUIDUCCI; LIMA FILHO; MOTA, 2012; NORONHA, 1987).

Desta maneira, o presente estudo teve como objetivo comparar os efeitos da ressincronização convencional (aos 31 dias após a IATF anterior) com a ressincronização superprecoce (aos 17 dias após a IATF) usando dispositivo intravaginal de P4 associado ou não à 1mg de BE sobre a performance reprodutiva, e avaliar a viabilidade econômica de cada cenário estudado.

2. HIPÓTESES

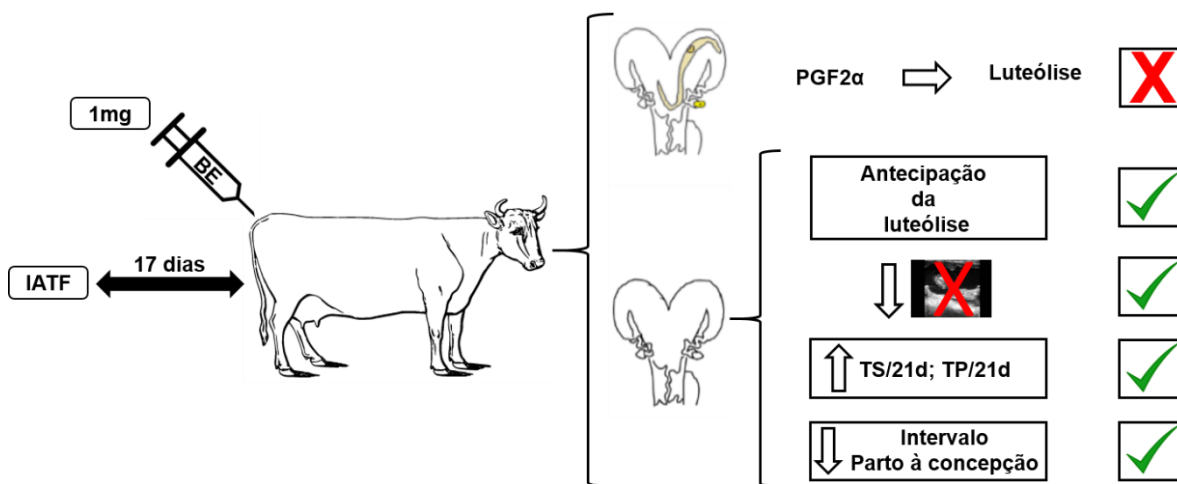
Estabeleceu-se como hipóteses que:

1) a dose de 1 mg de BE associado ao dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a IATF anterior não compromete a gestação pré-existente e reduz a proporção de vacas não gestantes com um corpo lúteo (CL) funcional no momento do diagnóstico precoce da gestação com Doppler (Figura 1);

2) os animais submetidos a ressincronização aos 17 dias após a IATF anterior apresentam maior eficiência reprodutiva;

3) o protocolo de ressincronização superprecoce iniciado 17 dias após a IATF anterior resulta em melhor ganho econômico do que a ressincronização convencional em fazendas de leite utilizando exclusivamente a IATF (Figura 2).

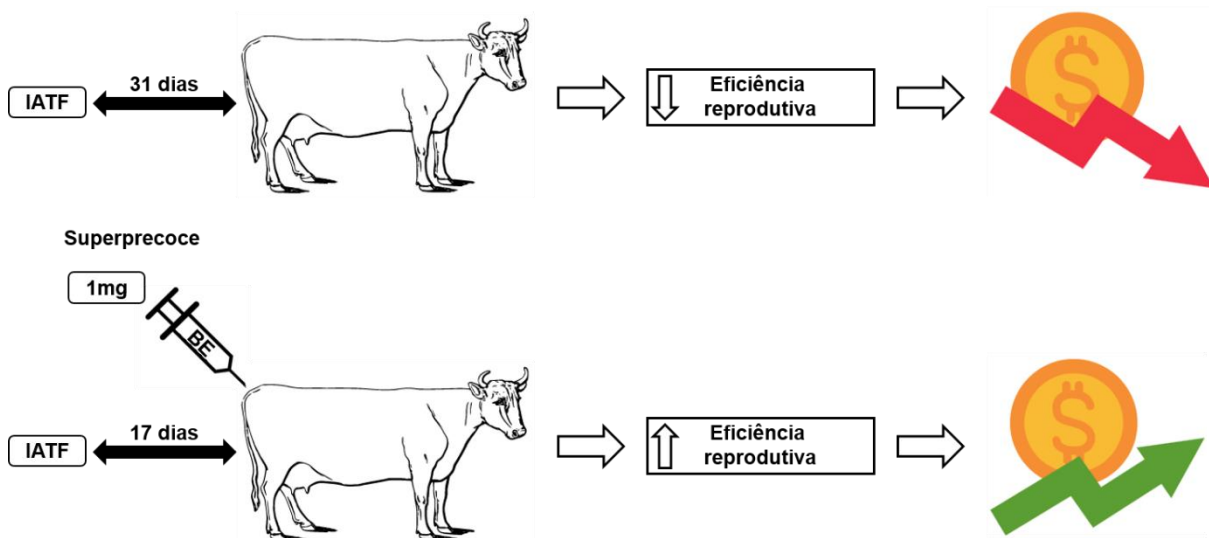
Figura 1 - Modelo hipotético gráfico



Fonte: (NETO, A. L., 2022)

A aplicação adicional de 1mg de BE, juntamente com um dispositivo intravaginal de P4 (1,9g) no dia 17 após a inseminação em vacas de leite, não induzirá a luteólise e conseqüentemente não prejudicará a manutenção da gestação. Além disso, a aplicação de BE irá causar antecipação da luteólise nas fêmeas não gestantes, levando a redução da taxa de animais falso-positivo, aumentando a taxa de serviço a cada 21 dias, e conseqüentemente reduzindo o intervalo parto-concepção do rebanho submetido à ressincronização.

Figura 2 – Modelo hipotético gráfico
Convencional



Fonte: (NETO, A. L., 2022)

O programa de resincronização superprecoce utilizando 1mg de BE juntamente com um dispositivo intravaginal de P4 (1,9g), resulta em maior retorno econômico líquido ao produtor, quando comparado a resincronização com início após o diagnóstico de gestação convencional, em fazendas de leite utilizando exclusivamente a IATF.

3. OBJETIVOS

Objetivamos com o presente estudo:

(1) comparar os efeitos da ressincronização convencional (aos 31 dias após a IATF anterior) com a ressincronização superprecoce (aos 17 dias após a IATF anterior) usando dispositivo intravaginal de P4 associado ou não à 1mg de BE sobre o desempenho reprodutivo;

(2) desenvolver um modelo de fluxo de caixa incremental, levando em consideração custos fixos e variáveis para execução do estudo, e receita da venda de leite produzido pelos animais utilizados no decorrer do estudo, e assim obter indicadores de viabilidade importantes para tomada de decisões dentro de uma fazenda comercial de produção de leite.

4. IMPACTOS DA ANTECIPAÇÃO DA RESSINCRONIZAÇÃO DA OVULAÇÃO PELA DETECÇÃO PRECOCE DE VACAS LEITEIRAS NÃO GESTANTES

RESUMO

Testamos as hipóteses que 1) iniciar a ressinchronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) 17 dias após a IATF (Ressinchronização Superprecoce) melhora a eficiência reprodutiva em comparação com a convencional iniciada no dia 31 após a IATF; e 2) o tratamento com 1mg de benzoato de estradiol (BE) no início da Ressinchronização Superprecoce não compromete uma gestação pré-existente e reduz a taxa de falso positivos (FP) no diagnóstico precoce da gestação por meio da ultrassonografia Doppler. Vacas leiteiras de duas fazendas comerciais, com escore de condição corporal entre 2 e 4 (escala: 1 a 5), com período de espera voluntária de 52 dias, foram submetidas a um protocolo baseado em E2 (estradiol)/P4 (progesterona) para a primeira IATF pós-parto (D0). No D17, as vacas foram distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais (n=150/grupo): Controle (C); Ressinchronização Superprecoce (SP) e Ressinchronização Superprecoce + 1mg BE (SP+BE). No diagnóstico de gestação convencional (31 dias após cada IATF), vacas não gestantes (NG) do grupo C foram submetidas ao mesmo protocolo hormonal realizado na fazenda, sendo repetido para realizar três IATFs (D0, D42 e D84) no intervalo de 84 dias. Em ambos os grupos submetidos a Ressinchronização Superprecoce, todas as vacas receberam um dispositivo intravaginal de P4 de primeiro uso (CIDR®, Zoetis, Brasil) associado (SP+BE) ou não (SP) a 1mg BE (Gonadiol®, Zoetis) 17 dias após cada IATF, sendo repetido até fechar quatro IATFs em 84 dias. No D24, D52 e D80 as vacas foram avaliadas por ultrassonografia Doppler, onde as que foram detectadas em luteólise receberam uma dose de 25mg dinoprost trometamina (Lutalyse®, Zoetis). No D26, D54 e D82 os dispositivos intravaginal de P4 foram removidos e foi administrado 1mg de cipionato de estradiol (ECP®, Zoetis) e 25mg de dinoprost trometamina nas vacas consideradas NG. Com IATF sendo realizada 48 horas após a retirada do dispositivo (intervalo de 28 dias entre as IATFs). O diagnóstico confirmatório de gestação foi realizado nos dias 31 e 66 após cada IATF. Os dados foram avaliados por ANOVA, teste exato de Fisher e regressão logística do SAS. A taxa de prenhez (TP) na primeira IATF não diferiu ($P > 0,1$) entre os grupos C (44%), SP (47%) e SP+BE (47%). Vacas submetidas à Ressinchronização Superprecoce apresentaram

maior ($P < 0,05$) diâmetro folicular (mm) no momento da IATF ($17,5 \pm 0,2$) quando comparadas ao grupo C ($15,7 \pm 0,2$). Considerando a segunda, terceira e quarta IATF, o TP nas ressincronizações não diferiu ($P > 0,1$) entre os grupos C (29,6% [42/142]), SP (30,3% [44/145]) e SP+BE (30,2% [48/159]); entretanto, a TP acumulada nos 84 dias foi maior ($P = 0,05$) nas vacas submetidas à Ressincronização Superprecoce (79,3% [238/300]) em relação ao grupo C (72% [108/150]). Além disso, a taxa de FP entre 24 e 31 dias após cada IATF foi menor ($P < 0,05$) no grupo SP+BE (18% [23/128]) do que no SP (30% [48/160]). Finalmente, foram calculados para cada cenário, a lucratividade, o valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e o Payback como indicadores da viabilidade econômica. Sob as condições analisadas, observou-se que o cenário com melhor desempenho econômico foi a Ressincronização Superprecoce (Lucratividade de R\$ 94.891,35; VPL R\$ 63.172,81; TIR 76,32% a.a e payback de 7 semanas), comparado a Convencional (Lucratividade de R\$ 94.756,06; VPL R\$ 49.416,51; TIR 51,36% e Payback de 11 semanas). Em conclusão, a Ressincronização Superprecoce aumenta a TP durante os primeiros 84 dias após o período de espera voluntária em vacas leiteiras e apresenta melhores indicadores de retorno econômico com sua aplicação. Em conclusão, a Ressincronização Superprecoce aumenta a TP durante os primeiros 84 dias pós período de espera voluntário em vacas leiteiras. O uso de 1mg BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 no D17 após IATF é preferível para aumentar a eficácia do protocolo, pois não é prejudicial à gestação anterior, e reduz a proporção de vacas NG com CL funcional no diagnóstico com Doppler.

Palavras-chave: Ressincronização; Ultrassonografia Doppler; Estradiol; Rentabilidade; Vacas de leite

4.1 INTRODUÇÃO

O desempenho reprodutivo é fator essencial para o bom desempenho econômico e lucratividade dos rebanhos leiteiros (GALVÃO et al., 2013; MEADOWS; RAJALA-SCHULTZ; FRAZER, 2005). Uma estratégia que tem sido usada com grande sucesso em muitas fazendas de leite em todo o mundo, para aumentar a eficiência reprodutiva, é a utilização de um programa reprodutivo sistêmico por meio da técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) (WILTBANK; PURSLEY, 2014; CARVALHO et al., 2018; CONSENTINI; WILTBANK; SARTORI, 2021). Tal programa aumenta a probabilidade de concepção precoce em comparação com a inseminação artificial após a detecção de estro (HERLIHY et al., 2011; RANDI et al., 2018). Apesar dos ganhos obtidos com a IATF, as vacas de alta produção leiteira perdem cerca de 60% das gestações até os 28 dias pós-IATF em programas em tempo fixo, ocasionando maior intervalo do parto a concepção e prejuízos econômicos aos produtores (SANTOS et al., 2004). Assim, a identificação precoce das fêmeas não gestantes, é essencial para melhorar a eficiência reprodutiva dos sistemas de produção (POHLER et al., 2016). Identificar precocemente o status gestacional após o primeiro serviço no programa de IATF, pode melhorar a eficiência reprodutiva, e aumentar lucratividade dos criadores (FRICKE, 2002).

Estudos em gado de leite e corte na última década (PUGLIESI et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2013), reportaram que a ultrassonografia no modo Doppler pode ser usada para antecipar a identificação das fêmeas não gestantes para 20 dias após a IATF em comparação com o método convencional aos 30 dias. Para a realização desta técnica, a avaliação da função do CL por ultrassonografia modo Doppler Colorido é fundamental para detectar com alta precisão a luteólise (DALMASO DE MELO et al., 2020; PUGLIESI et al., 2014; SIQUEIRA et al., 2013). Utilizando este método é possível iniciar protocolos de ressincronização da ovulação de forma superprecoce, por volta de 14 dias após a primeira IATF (PUGLIESI et al., 2019). Isto possibilita reduzir o intervalo entre as IATFs e aumentar a taxa de serviço a cada 21 dias em mais de 50% quando comparado a protocolos de ressincronização convencionais, iniciados após o diagnóstico de gestação (BARUSELLI et al., 2017). Entretanto, uma taxa $\approx 25\%$ de resultados falsos positivos (fêmeas com CL ativo mas não confirmadas gestantes) foi encontrado em novilhas e vacas de leite (SIQUEIRA et al., 2013), o que pode estar associado em grande parte

a maior perda embrionária nesta fase em vacas de alta produção de leite (DISKIN et al., 2016; DISKIN; MORRIS, 2008; DISKIN; PARR; MORRIS, 2012; SANTOS et al., 2004; SANTOS; RUTIGLIANO; FILHO, 2009; WILTBANK et al., 2016).

Para a ressinchronização superprecoce, os tratamentos hormonais devem ser eficazes para sincronizar uma nova ovulação, mas também não podem levar risco à gestação pré-existente. No entanto, a administração de ésteres de estradiol neste período que antecede o reconhecimento materno da gestação anterior (15 a 17 dias pós estro; (BINELLI et al., 2001), pode ser prejudicial à gestação, pois o estradiol está envolvido na síntese pulsátil de $PGF_{2\alpha}$ endometrial. O uso de benzoato de estradiol (BE) em doses acima de 1 mg pode induzir a luteólise e perda gestacional quando administrado entre os dias 12 e 14 pós inseminação em vacas de corte (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022) e leite (VIEIRA et al., 2014). Contudo, o uso de 1 mg de BE administrado no mesmo período não comprometeu a gestação anterior em vacas (STEVENSON et al., 2003; PALHÃO et al., 2020; CUTAIA, 2002), e novilhas (MOTTA et al., 2020) de corte e em vacas de leite (EL-ZARKOUNY; STEVENSON, 2004). Além de não impactar na gestação anterior, o uso de 1 mg de BE aos 14 dias após a IATF antecipou a luteólise em novilhas de corte não gestantes (MOTTA et al., 2020), podendo assim ser uma estratégia interessante para reduzir a ocorrência de resultados falso positivos no diagnóstico com Doppler (fêmeas com CL ativo mas sem confirmação de presença do embrião).

Nesse contexto, é necessário avaliar se a dose de 1 mg de BE é suficiente para antecipar a luteólise em vacas de leite não gestantes sem que gere riscos ao estabelecimento da gestação pré-existente em protocolos de ressinchronização superprecoces. Com isso, o objetivo do estudo foi comparar os efeitos da ressinchronização convencional aos 31 dias após a IATF com a ressinchronização iniciada aos 17 dias após a IATF usando dispositivo intravaginal de P4 associado ou não a 1 mg de BE sobre as taxas de serviço (TS) a cada 21 dias e prenhez (TP). Nossa hipótese é que: 1) a dose de 1 mg de BE associado ao dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a IATF anterior não compromete a gestação pré-existente e reduz a proporção de vacas não gestantes com um CL funcional no momento do diagnóstico precoce da gestação com Doppler; 2) os animais submetidos a ressinchronização superprecoce apresentam maior eficiência reprodutiva; e 3) o protocolo de ressinchronização superprecoce resulta em melhor

viabilidade econômica do que a ressincronização convencional em fazendas de leite utilizando exclusivamente a IATF.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Experimento foi submetido e aprovado pelo comitê de ética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, com o número de protocolo 2563300420.

4.2.1 Animais e manejo

O experimento foi conduzido em duas fazendas comerciais localizadas nos estados de Minas Gerais (fazenda 1) e São Paulo (fazenda 2), Brasil entre os meses de agosto e novembro de 2020 (fazenda 1), e entre junho de 2021 e fevereiro de 2022 (fazenda 2). Um total de 450 vacas de leite em lactação (fazenda 1: 143 vacas da raça Girolando [*Bos taurus taurus* x *Bos taurus indicus*]; fazenda 2: 307 vacas da raça Holandesa [*Bos taurus taurus*]) foram usadas. As vacas estavam com escore de condição corporal (ECC) entre 2,5 e 4 na IATF (em uma escala de 1 a 5, com 1 [caquético] e 5 [obeso]; FERGUSON et al., 1994). As vacas foram mantidas confinadas durante toda lactação em galpão no sistema de *compost barn* com ventilação artificial (fazenda 1) ou galpão em sistema de *free-stall* com ventilação cruzada (fazenda 2). Ambas as fazendas forneciam dieta a base de silagem de milho e concentrado conforme estabelecido pelo NRC (2021), e com acesso *ad libitum* ao sal mineral e água. Os animais foram submetidos a três ordenhas diárias, com produção média de $31,5 \pm 4,2$ Kg leite/dia (fazenda 1) e $37 \pm 2,2$ Kg leite/dia (fazenda 2).

4.2.2 Manejo reprodutivo e tratamentos

O manejo reprodutivo em ambas as fazendas foi realizado sempre em dias fixos da semana, com visitas semanais do médico veterinário responsável pelo manejo (Figura 3). Todas as vacas foram submetidas após um período de espera

voluntário de 52 ± 4 dias após o parto à uma IATF (dia da primeira IATF = D0). As vacas receberam o mesmo protocolo de sincronização da ovulação baseado em estradiol e progesterona (11 dias de duração). No D-11, um dispositivo intravaginal de P4 (CIDR®, Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil) associado com uma administração i.m. de 2 mg de BE (Gonadiol®, Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil). No D-4 foi realizado a administração i.m. de 25 mg de dinoprost trometamina (Lutalyse®, Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil). No D-2, os dispositivos foram removidos e foi realizada a administração i.m. da segunda dose de 25 mg de dinoprost trometamina (Lutalyse®, Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil), e 1 mg de ciproionato de estradiol (ECP®, Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil). As vacas foram inseminadas 48 horas após a retirada por 5 inseminadores capacitados e experientes com a técnica (fazenda 1, n= 2; fazenda 2, n= 3), utilizando sêmen descongelado de 10 touros (fazenda 1, n= 4; fazenda 2, n = 6). O dia da IATF foi considerado como D0.

Figura 3: Calendário esquemático mostrando os manejos realizados em dias fixos da semana em cada grupo experimental

	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado	Domingo
Semana 1	D-11: Início Protocolo Sincronização						
Semana 2	D-4: PGF		D-2: Retirada		Do:1ª IATF		
Semana 3							
Semana 4							
Semana 5	D17: Ressinc. superprecoce (SP; SP+BE)				79 ± 3 DEL		
Semana 6	D24: DG Doppler		D26: Não gestantes PGF		D28: 2ª IATF (Grupos SP e SP+BE)		
Semana 7	D31: DG Início Protocolo				93 ± 3 DEL		
Semana 8	D38: PGF		D40: Retirada		D42: 2ª IATF Grupo controle		

Autor: (NETO, A. L., 2022).

Dezessete dias (D17) após a primeira IATF pós-parto, as vacas foram divididas aleatoriamente em três grupos experimentais de Ressincronização: Convencional (grupo controle; n=150), Superprecoce (grupo SP; n=150) e Superprecoce + BE (grupo SP+BE; n=150). Os animais do grupo controle não receberam tratamento no D17 e o protocolo de ressincronização nestas vacas se

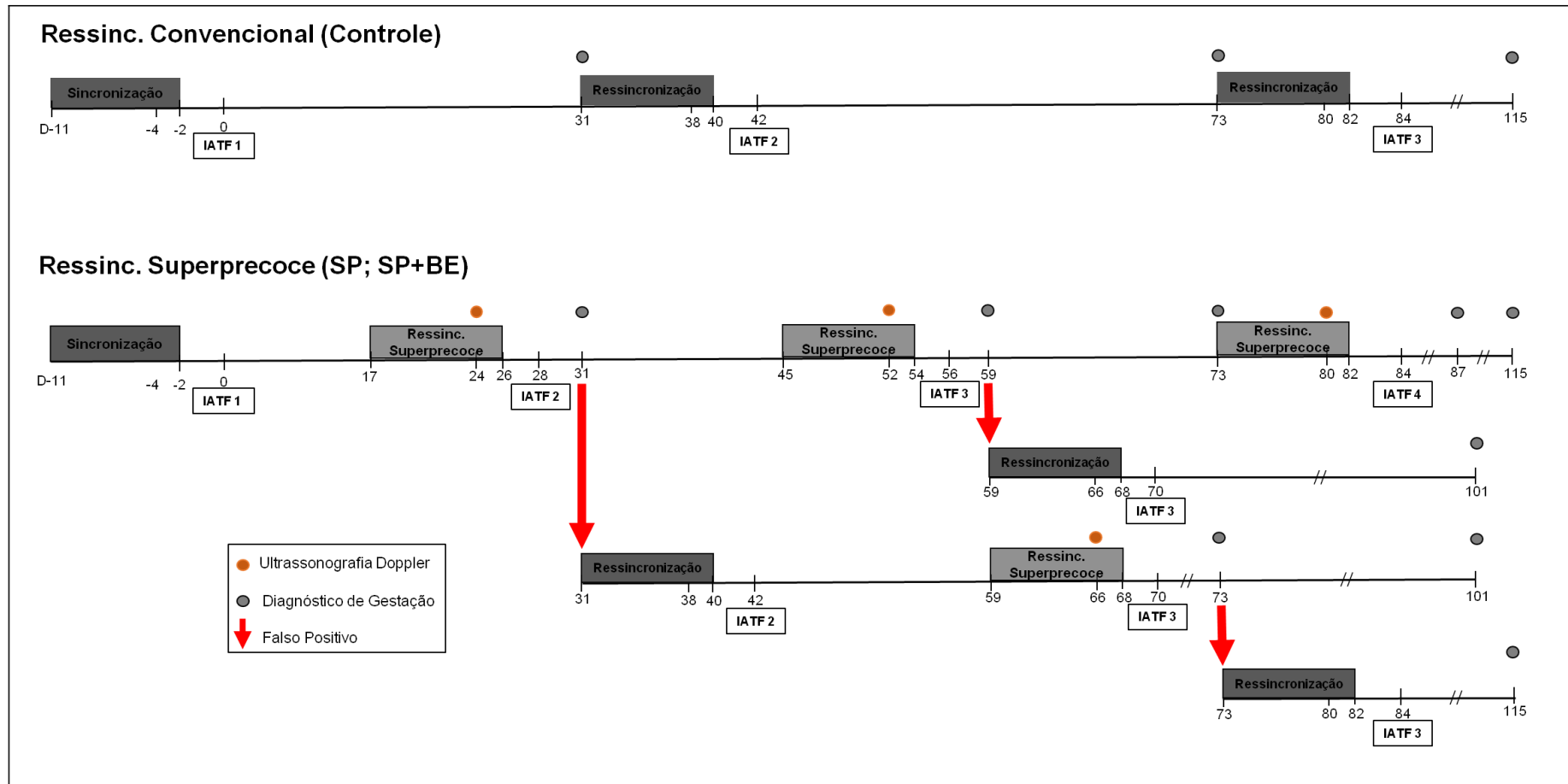
iniciou 31 dias após a primeira IATF (D31). Apenas as vacas detectadas como não gestantes pelo diagnóstico convencional de gestação aos 31 dias pós-IATF foram submetidas à ressinchronização, conforme estratégia já aplicada na rotina reprodutiva das duas fazendas (Figura 3). Para ressinchronização convencional nestes animais foi utilizado o mesmo protocolo hormonal descrito para primeira IATF. Assim, a segunda IATF foi realizada nas vacas não gestantes aos 42 dias após a primeira (D42).

Nos dois grupos da ressinchronização superprecoce, as vacas receberam no D17 um dispositivo intravaginal de P4 de primeiro uso (CIDR[®], Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil) associado (SP+BE) ou não (SP) a 1 mg de BE (1 mL, i.m., Gonadiol[®], Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil). Associado com o início da ressinchronização nos grupos SP e SP+BE no D17, os animais foram submetidos à ultrassonografia ovariana para detectar a presença de CL e do maior folículo ovariano. Aos 24 dias após a primeira IATF (D24), todas as fêmeas dos grupos SP e SP+BE foram avaliadas por ultrassonografia modo Doppler colorido (Mindray Z5 Vet, Shenzhen, China) com transdutor linear multifrequência modo B (frequência 7,5 MHz; D 6,5; ganho 71; FR 22; DR 120) e no modo Doppler (5,7 MHz, ganho 72, WF 260, PRF 0,7kHz), conforme proposto por (PUGLIESI et al., 2014). Vacas com CL funcional (> 25% de perfusão sanguínea) foram consideradas gestantes e tiveram apenas o dispositivo intravaginal de P4 removido. Nas vacas consideradas como não gestantes, o protocolo de ressinchronização foi seguido com a administração de 25 mg de dinoprost trometamina (5 mL, i.m., Lutalyse[®], Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil). No D26, as vacas não gestantes no diagnóstico precoce com Doppler no D24 tiveram o dispositivo intravaginal de P4 removido e receberam a administração de 1 mg de cipionato de estradiol (0,5 mL, i.m., ECP[®], Zoetis – Saúde Animal, São Paulo, Brazil) e 25 mg de dinoprost trometamina (5 mL, i.m., Lutalyse[®], Zoetis). Dois dias após o manejo de retirada do dispositivo intravaginal de P4 (D28), as vacas cuja luteólise foi detectada pela ultrassonografia Doppler, foram reinseminadas em tempo fixo com sêmen descongelado de 10 touros (fazenda 1, n= 4; fazenda 2, n = 6) por dois operadores.

Durante 84 dias após a primeira IATF pós-parto os animais foram reinseminados conforme detecção das vacas não gestantes e o tipo de ressinchronização associada ao método Doppler ou convencional (Figura 4). Desta forma, a ressinchronização convencional ou superprecoce foram repetidas,

possibilitando respectivamente, três ou quatro IATFs até o D84. No grupo controle, as vacas não gestantes foram ressincronizadas sempre aos 31 dias após a IATF anterior, ou seja, as ressincronizações foram iniciadas no D31 e D73 e a segunda e terceira IATF no D42 e D84. Já nos grupos da ressincronização superprecoce (SP e SP+BE), o diagnóstico com Doppler foi realizado também 24 dias após a segunda e terceira IATF (D52 e D80), possibilitando a inseminação nas vacas não gestantes no D56 (terceira IATF) e D84 (quarta IATF). Além disso, as vacas detectadas como falso positivo no Doppler (presença de CL ativo, mas sem presença de embrião no diagnóstico confirmatório) ou com perda gestacional entre 31 e 66 dias de gestação foram submetidas a ressincronização usando o mesmo protocolo hormonal da primeira IATF. Assim, as vacas com CL funcional no D24 ou D52, mas detectadas como não gestantes no diagnóstico confirmatório (D31 e D59, respectivamente), foram ressincronizadas e submetidas, respectivamente a segunda (D42) e terceira IATF (D70). Da mesma maneira, as vacas detectadas como falso positivo dos grupos SP e SP+BE e submetidas a segunda IATF no D42 foram avaliadas pela ultrassonografia Doppler no D66 e as não gestantes submetidas a terceira IATF no D70 (Figura 4).

Figura 4 – Diagrama esquemático do experimento.



Fonte: (NETO, A. L., 2022)

Notas: 450 vacas de leite foram submetidas à primeira IATF pós-parto no D0. No D17, os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos experimentais: CG; n= 150), SE (apenas dispositivo intravaginal de P4; 150) e SE + EB (dispositivo intravaginal de P4 + 1 mg de EB). Neste mesmo momento, as vacas submetidas à resincronização superprecoce (SE e SE + EB) receberam um dispositivo intravaginal de P4 de primeiro uso (0 dias de uso) associado (SE+EB) ou não (SE) a 1 mg de EB. Além do início do

protocolo de ressinchronização, os animais foram avaliados por ultrassonografia transretal para detectar a presença do CL. Nos dias 24 após cada IATF, foi realizado o diagnóstico precoce da gestação pela detecção da luteólise por meio da ultrassonografia Doppler colorido. Vacas que apresentaram CL funcional tiveram apenas dispositivo intravaginal de P4 removido retornando apenas no diagnóstico de gestação confirmatório no aos 31 e 66 dias após a IATF anterior, enquanto vacas detectadas em luteólise seguiram o protocolo e receberam administração i.m. de 25 mg de dinoprost trometamina. Ainda no D24, as vacas detectadas em luteólise foram submetidas à avaliação ultrassonografica em modo B para mensuração do tamanho do maior folículo. Dois dias após o diagnóstico com Doppler, as vacas detectadas em luteólise pelo Doppler receberam administração i.m. de 25 mg de dinoprost trometamina e 1 mg de CE, e a remoção do dispositivo intravaginal de P4. Dois dias após a remoção dos dispositivos intravaginal de P4, as vacas pelo Doppler foram submetidas à próxima IATF, e tiveram o maior folículo mensurado. Os diagnósticos confirmatórios da gestação foram realizados aos 31 e 66 dias após a IATF anterior. Assim, dentro do programa da Resinchronização Superprecoce (SP e SP+BE) os animais foram submetidos a quatro IATFs no intervalo de 84 dias, sendo que os animais diagnosticados como FP no decorrer do estudo foram reutilizados, recebendo até três IATFs no intervalo de 70 dias. Já o grupo C receberam uma IATF a menos no mesmo intervalo de 84 dias.

4.2.3 Variáveis avaliadas

Associado ao início de cada Ressincronização Superprecoce (D17, D45 e D73), todas as fêmeas foram submetidas à ultrassonografia ovariana para detectar a presença do CL e do folículo de maior diâmetro. Uma semana após o início da ressincronização as vacas detectadas em luteólise nos momentos D24, D52 e D80 tiveram o diâmetro do maior folículo mensurado (n= 103; SP e n= 131; SP+BE) pela média do diâmetro máximo e a medida perpendicular a esta determinada pela função *caliper*. Em um subgrupo de animais detectados como não gestantes após a primeira a quarta IATF dos grupos Controle (n=94), SP (n=76) e SP+BE (n=101) foi colocado no momento da retirada do dispositivo intravaginal de P4, um dispositivo de detecção de estro (BovFlag[®], Alta Genetics, Uberaba, MG, Brazil). O dispositivo foi colado de forma transversal sobre a linha das vértebras sacrais entre o quadril e a inserção da cauda para determinar a ocorrência de comportamento de monta associado ao estro. Para avaliação, foram pontuados de 0 a 3, com base na mudança de cor no dispositivo entre o dia da inserção e a inseminação (0= sem alteração; 1 < 50% de mudanças de cor; 2 > 50% de mudanças de cor; e 3 = 100% de mudança de cor). A ocorrência de estro foi considerada quando as marcações no dispositivo foram classificadas como 2 ou 3. Nos grupos SP e SP+BE, as fêmeas detectadas em luteólise na avaliação com Doppler (D24, D52, D66 e D80) tiveram os ovários avaliados para mensuração do maior folículo e avaliação da taxa de crescimento desse folículo entre o momento do diagnóstico com Doppler e a IATF subsequente que foi realizada 96 horas após. A proporção de vacas com CL ativo foi calculada com base no número de animais com CL funcional sobre o número de vacas inseminadas. A taxa de prenhez por IA (P/IA) a partir da primeira IATF foi calculada com base no número de animais com embrião viável com batimentos cardíacos aos 31 dias pós-IATF sobre o número de vacas inseminadas. A taxa de resultado falso positivo foi considerada como o número de vacas sem presença de embrião viável no diagnóstico confirmatório de gestação (31 dias após a IATF anterior) sobre o número de vacas com CL ativo no momento do diagnóstico com Doppler (aos 24 dias pós-IATF). A perda gestacional foi calculada com base no número de fêmeas sem a presença de um feto viável aos 66 dias pós-IATF sobre o total de fêmeas diagnosticadas gestantes aos 31 dias pós-IATF. A P/IA da segunda, terceira e quarta IATFs, e segunda e terceira IATFs dos animais diagnosticados

como falso positivo na primeira IATF, foram calculadas com base no número de vacas com embrião viável aos 31 dias após a IATF, sobre o número de vacas submetidas as respectivas IATFs. A P/IA acumulada foi calculada com base no número de vacas diagnosticadas como prenhes nos diagnósticos confirmatórios aos 31 dias de gestação após todas inseminações sobre o número total de vacas expostas ao programa de IATF. A taxa de serviço/21 dias foi calculada com base no número de vacas submetidas à IATF sobre o número de vacas aptas a receber a IA a cada 21 dias após o período de espera voluntária dentro de cada programa reprodutivo testado e levando-se em consideração os animais diagnosticados como falso positivos dentro dos dois grupos submetidos a ressincronização superprecoce (SP e SP+BE). A taxa de prenhez/21 dias foi calculada com base no número de vacas que se tornaram gestantes dentro de cada grupo do estudo sobre o total de vacas aptas a se tornarem gestantes a cada 21 dias após o período de espera voluntária. Todas as avaliações ultrassonográficas realizadas foram feitas com o aparelho ultrassonográfico (Mindray Z5 Vet, Shenzhen, China) com transdutor linear multifrequência modo B (frequência 7,5 MHz; D 6,5; ganho 71; FR 22; DR 120) e no modo Doppler colorido (5,7 MHz, ganho 72, WF 260, PRF 0,7kHz).

4.2.4 Análises Estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas no SAS (versão 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA). O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado e cada animal considerado como uma unidade experimental. O ECC das vacas foi avaliado na entrada dos animais no experimento (D17) e não foi utilizado para distribuição balanceada dos grupos de tratamento. As variáveis dependentes contínuas (tamanho folicular e perfusão sanguínea) foram avaliadas quanto à normalidade dos resíduos pelo teste Shapiro-Wilk. Quando os dados brutos não seguirem distribuição normal, os dados foram transformados em logaritmos naturais ou ranqueados.

Os dados paramétricos foram analisados por ANOVA usando PROC MIXED, onde a análise foi dividida em dois contrastes; contraste 1: comparar os efeitos da ressincronização convencional com a ressincronização superprecoce e o contraste 2: comparar os efeitos do tratamento com BE aplicado a ressincronização

superprecoce. Os valores médios foram comparados entre os dias, quando necessário, usando a diferença mínima significativa por meio de Fisher (LSD).

As variáveis dependentes, presença de CL no D17, taxa de prenhez, potencial perda embrionária e ocorrência de estro, foram analisadas pelo procedimento GLIMMIX utilizando distribuição binomial. Foram construídos modelos multivariáveis e aplicado um método de eliminação, considerando o critério de Wald (fatores com $P > 0,2$ são excluídos do modelo). Para taxa de prenhez, taxa de falso positivo e ocorrência de estro, o modelo estatístico inicial foi composto pelos efeitos fixos de grupo de tratamento ($n= 3$), categorias de escore de condição corporal com base no ECC mediana ($n= 2$, $ECC < 3$ ou $ECC \geq 3$), e suas possíveis interações. Os modelos finais para taxa de prenhez, taxa de falso positivo e ocorrência de estro foi incluído apenas os efeitos de grupo de tratamento e escore de condição corporal. Os resultados foram expressos como média \pm EPM. Diferenças significativas foram definidas em $P \leq 0,05$ e uma tendência foi definida quando $P \leq 0,1$ e $P > 0,05$.

4.2.5 Análises econômicas

O desenvolvimento das análises econômicas ocorreu em cinco principais etapas. Primeiramente foram compilados todos os possíveis custos variáveis e fixos utilizados para desenvolver o estudo. Em seguida, foi definido o modelo de inserção da receita e dos custos no fluxo de caixa. A terceira etapa consistiu no acompanhamento dos preços de todos os insumos utilizados no estudo por meio de informações atuais, sendo considerados preços de mercado no período de execução do estudo (junho de 2021 a março de 2022). Na quarta etapa, realizou-se a análise dos dados por meio de um fluxo de caixa incremental no intervalo de semanas. Não foram considerados neste estudo os custos de produção associados com os animais utilizados. Por fim, no quinto e último passo, foram calculados os índices de viabilidade econômica de cada cenário testado.

O método utilizado para as análises foi o fluxo de caixa, por se tratar da ferramenta mais utilizada para a análise de investimentos, sendo dependente da projeção de fluxos, da estimativa do valor residual e da determinação da taxa de desconto (BORDEAUX-RÊGO, 2015). Com o auxílio de uma planilha eletrônica do Microsoft® Office® Excel® (Versão 2010), o fluxo de caixa foi dividido em dois grupos principais, contendo basicamente dois tipos de informações: entradas e saídas

semanais (Tabela 1), sendo dividido e analisado em semanas durante o período de junho de 2021 a março de 2022. Considerando-se como investimento (despesas no ano 0), e a taxa de desconto usada de 13% ao ano (a.a) para todos os cenários. Inicialmente foram considerados três cenários dentro da análise (Grupos controle, SP e SP+BE), com total de 450 vacas em lactação com produção média de 34,2±3,2 Kg leite/dia, divididas igualmente nos três grupos experimentais descritos. Assim, além dos dados reprodutivos, os parâmetros produtivos (produção de leite) também integraram o modelo. Posteriormente os dados do grupo controle foram extrapolados (dobrando o número de animais e conseqüentemente ajustando os valores dos fluxos de entrada e saída) e os dados dos grupos SP e SP+BE foram associados, obtendo resultados de dois cenários (Ressincronização Convencional e Superprecoce).

Como resultado das análises foi obtido os indicadores de viabilidade econômica, apresentados a seguir a definição conceitual de alguns deles.

4.2.5.1 Valor presente líquido (VPL)

O VPL permite trazer o valor ao presente, a somatória de todos os fluxos de caixa estimados para cada período, usando para isto, a melhor taxa disponível no mercado (BORDEAUX-RÊGO, 2015; GUIDUCCI; LIMA FILHO; MOTA, 2012). É dado pela equação:

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+r)^t}$$

Onde:

I = Investimento Inicial;

FC_t = Fluxo de caixa líquido no tempo t ; e

r = Custo do capital definido pela empresa.

O resultado pode ser interpretado da seguinte forma: $VPL > 0$, o projeto é aceito; $VPL = 0$, é indiferente aceitar ou não; $VPL < 0$, o projeto deve ser rejeitado (BORDEAUX-RÊGO, 2015)

4.2.5.2 Taxa interna de retorno (TIR)

Como descrito por (GUIDUCCI; LIMA FILHO; MOTA, 2012), a TIR é a taxa que iguala a somatória dos fluxos de caixa ao valor do investimento. Em outras

palavras a TIR, é a taxa de desconto que torna o VPL nulo (BORDEAUX-RÊGO, 2015).

A TIR é representada pela equação.

$$VPL = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1 + p^*)^t} = 0$$

Onde:

FC_t = Fluxo de caixa líquido no tempo t ; e

p^* = É a TIR

4.2.5.3 Payback

O payback é um indicador que considera o tempo que leva pra recuperar o capital investido (BORDEAUX-RÊGO, 2015). Os fluxos de caixa líquidos gerados são adicionados ao valor aplicado até atingir o ponto de equilíbrio. Isto acontece quando os fluxos de caixa positivos (entradas) anulam os fluxos de caixa negativos (investimentos) (GUIDUCCI; LIMA FILHO; MOTA, 2012).

4.2.5.4 Lucratividade

A lucratividade vai indicar principalmente o quanto de lucro foi gerado em relação ao total que recebeu.

Tem a seguinte equação.

$$L = R_t - C_t$$

Onde:

R_t = Receita total; e

C_t = Custo total

Tabela 1: Distribuição dos fatores nos fluxos de entrada e saída dentro do fluxo de caixa incremental utilizado para análise dos dados financeiros do estudo

FLUXOS DE CAIXA
ENTRADAS
Média da produção de leite vendido
SAÍDAS
INVESTIMENTOS
Treinamento funcionários
Treinamento Médico Veterinário para avaliação do CL por ultrassonografia Doppler
CUSTOS VARIÁVEIS
Hormônios (CIDR, Gonadiol, ECP, Lutalyse)
Sêmen
Bainha
Luva palpação/procedimento
CUSTOS FIXOS
Mão de obra funcionários
Energia elétrica

Autor: (NETO, A. L., 2022).

4.3 RESULTADOS

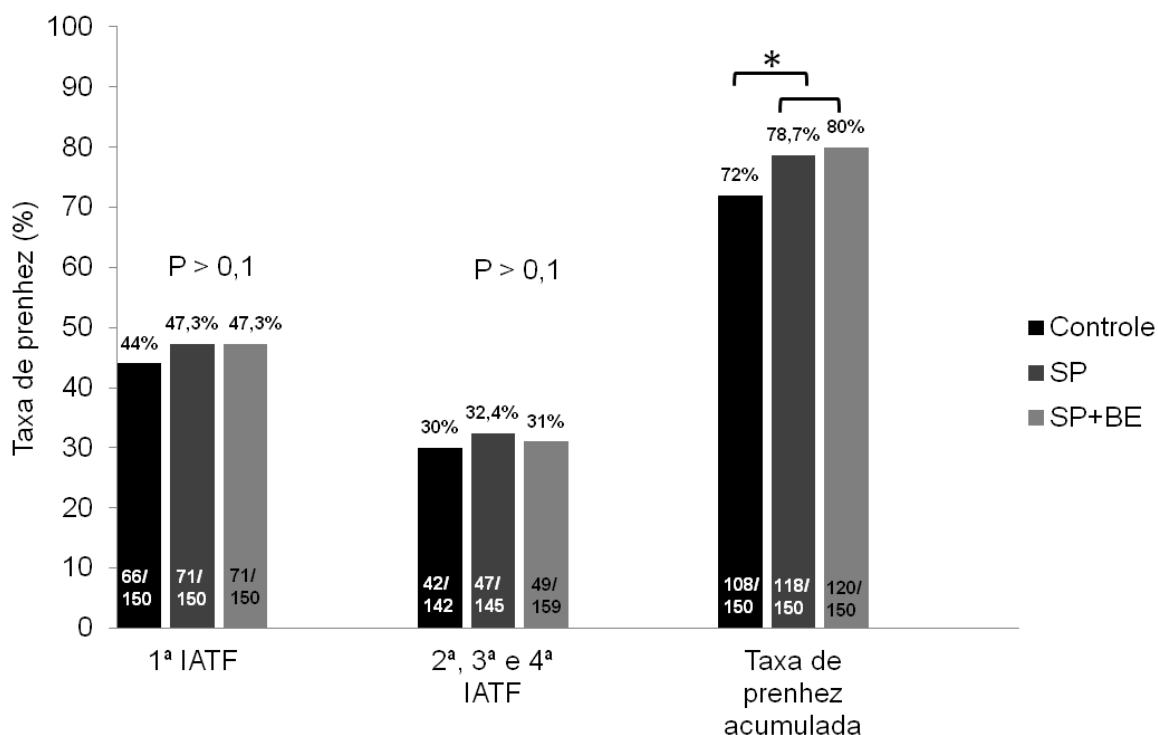
O escore de condição corporal ao início da ressincronização superprecoce (D17) não diferiu ($P>0,1$) entre os grupos controle ($2,61\pm 0,03$), SP ($2,64\pm 0,03$) e SP+BE ($2,60\pm 0,03$). Da mesma forma, não detectamos efeito de fazenda ($P>0,1$), ou interação entre fazenda e tipo de ressincronização ($P>0,1$) e interação entre fazenda e tratamento ($P>0,1$) para o escore de condição corporal.

4.3.1 Desempenho reprodutivo

A taxa de concepção na primeira IATF não diferiu ($P>0,1$) entre os grupos Controle (44% [66/150]), SP (47,3% [71/150]) e SP+BE (47,3% [71/150]) (Figura 5). A taxa de concepção geral do somatório da segunda, terceira e quarta IATF também não diferiu ($P>0,1$) entre os grupos Controle (30% [42/142]), SP (30% [44/145]) e SP+BE (30% [48/159]) (Figura 5). Já para a prenhez acumulada no decorrer dos 84

dias após a primeira IATF não foi verificada diferença entre os grupos Controle (72% [108/150]), SP (79% [118/150]) e SP+BE (80% [120/150]); no entanto, quando os grupos SP e SP+BE foram combinados, a taxa de prenhez foi maior ($P=0,05$) nas vacas submetidas à ressinchronização superprecoce (79% [238/300]) do que no grupo de vacas submetidas à ressinchronização convencional (72% [108/150]). A proporção de vacas que se tornaram gestante ao longo dos 140 dias pós-parto pode ser observado por meio da curva de sobrevivência indicando a proporção de vacas não gestantes em relação aos dias em leite (Figura 6).

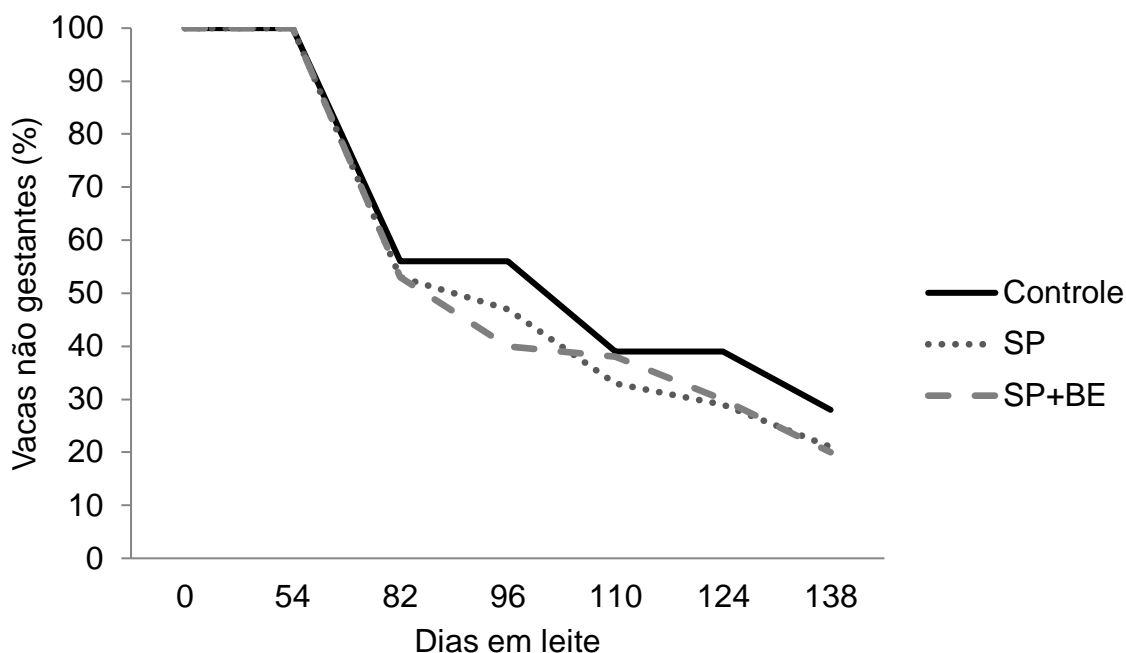
Figura 5 – P/IA (%) no dia 31 após primeira IATF (1ª), segunda (2ª), terceira (3ª), quarta (4ª) e P/IA acumulado [IATF 1 + IATF 2 + IATF 3 + IATF 4] no grupo controle, SP e SP+BE.



Autor: (NETO, A. L., 2022).

Nota: taxa de prenhez (%) no diagnóstico de gestação em modo B no dia 31 após cada IATF nas vacas que receberam ressinchronização convencional (controle), ressinchronização superprecoce apenas com dispositivo intravaginal de P4 (SP) e ressinchronização superprecoce com associação de um dispositivo intravaginal de P4 e 1 mg de BE (SP+BE) e a taxa de prenhez acumulada no decorrer do estudo. Diferenças significativas foram declaradas em $P \leq 0,05$ e indicadas por um asterisco (*).

Figura 6 – Curva de sobrevivência indicando como se comportou a proporção de fêmeas que foram se tornando gestantes no decorrer do estudo em vacas do grupo Controle, SP e SP+BE.

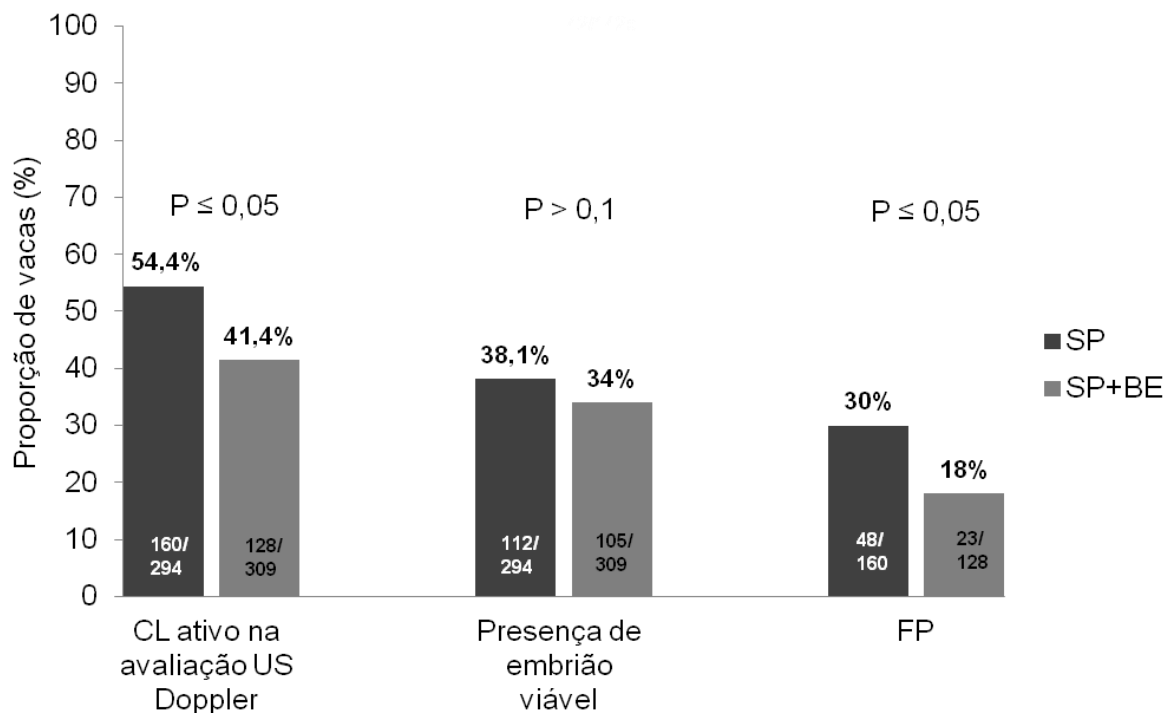


Source: (NETO, A. L., 2022)

Note: Proporção de fêmeas não gestantes no decorrer do estudo até por volta de 140 dias em lactação submetidas a ressincronização superprecoce (grupos SP e SP+BE) iniciada 17 dias após a IATF anterior, recebendo até seis IATFs devido a reutilização dos animais diagnosticados como falso positivos nos primeiros 84 dias após o período de espera voluntária, e vacas submetidas a ressincronização convencional (grupo controle) iniciado 31 dias após a IATF anterior recebendo três IATFs no mesmo intervalo.

Para as fêmeas submetidas à ressincronização superprecoce (Figura 5), foi detectada uma maior ($P < 0,05$) taxa geral de concepção aos 24 dias pós-IATF (D24, D52, D66 ou D80) no grupo SP (54,4% [160/294]) e em comparação com o grupo SP+BE (41,4% [128/309]). No entanto, aos 31 dias (Confirmatório) da IATF anterior (primeira a terceira IATF) não diferiu ($P > 0,1$) entre o grupo SP (38,1% [112/294]) e o grupo SP+BE (34% [105/309]). Em relação à taxa de falso positivo que foi baseada na razão de vacas sem a presença de um embrião viável aos 31 dias pós-IATF sobre o número de vacas com CL ativo aos 24 dias, foi observado menor ($P < 0,05$) proporção de vacas diagnosticadas como falso positivo no grupo SP+BE do que no grupo SP (Figura 7).

Figura 7 – Proporção de vacas (%) diagnosticadas como falso positivo (FP) do dia 24 aos 31 após a IATF anterior nos grupos de tratamento SP e SP+BE.



Autor: (NETO, A. L., 2022).

Nota: FP (Falso positivo) = Número de vacas sem embrião viável no diagnóstico de gestação modo B (31 dias após IATF anterior) sobre o número de vacas com CL ativo no diagnóstico precoce da gestação com Doppler (24 dias após IATF anterior). Diferenças significativas foram detectadas em $P \leq 0,05$.

Para os grupos submetidos a ressincronização superprecoce, não foi observado diferença ($P > 0,1$) no tamanho do maior folículo (mm) no momento do diagnóstico com Doppler (no D24, D52, D66 ou D80) entre os grupos SP e SP+BE nas vacas consideradas gestantes ($12,5 \pm 0,85$ vs. $13,4 \pm 0,94$, respectivamente) e não gestantes ($14,8 \pm 0,70$ vs. $14,7 \pm 0,73$, respectivamente) (tabela 2). Entretanto, o diâmetro do maior folículo (mm) no momento da IATF foi maior ($P < 0,05$) nas vacas re-inseminadas dos grupos SP e SP+BE ($17,5 \pm 0,2$) do que no grupo Controle ($15,7 \pm 0,2$). Para as fêmeas atribuídas não gestantes no diagnóstico precoce com Doppler, a taxa de crescimento folicular até a inseminação artificial subsequente não diferiu ($P > 0,1$) entre os grupos submetidos a ressincronização superprecoce (SP [$3,28 \pm 0,07$ mm] e SP+BE [$2,88 \pm 0,03$ mm]) (tabela 2). A taxa de ocorrência do estro no subgrupo de animais avaliados não diferiu ($P > 0,1$) entre os grupos Controle (84,3% [102/121]), SP (76,6 [82/107]) e SP+BE (79% [109/138]).

Não foi observado nenhum efeito significativo ($P>0,1$) do tipo de ressincronização (contraste 1) ou uso do BE na ressincronização superprecoce para número de inseminações por prenhez e intervalo do parto à concepção (Tabela 2). Entretanto, a taxa de serviço a cada 21 dias foi maior e a taxa prenhez a cada 21 dias tendeu a ser maior nas vacas submetidas a ressincronização superprecoce (69% e 19,8%, respectivamente) em comparação a convencional (50% e 18%, respectivamente).

Em uma análise secundária, quando se comparou vacas com baixa perfusão sanguínea do CL (perfusão sanguínea luteal: 30 a 60%) no dia do diagnóstico Doppler e vacas com alta perfusão sanguínea ($> 60\%$ da área luteal), foi observado maior ($P<0,05$) proporção de animais falso positivos no grupo de baixa (33% [52/157]) do que de alta perfusão sanguínea do CL (14,5% [19/131]).

Tabela 2. Tamanho do maior folículo ovariano e características de desempenho reprodutivo de acordo com o grupo experimental.

	Grupo experimental			Valor P	
	Controle	SP	SP+BE	C1	C2
Diâmetro do maior folículo, mm					
24 dias após a IATF anterior	-	14,6±0,33	14,23±0,29	-	0,53
Momento da IATF	15,7±0,22 ^B	17,94±0,28 ^A	17,11±0,27 ^A	0,002	0,60
Taxa de crescimento do dia 24 até a IATF – mm/por dia	-	0,82±0,02	0,72±0,01	-	0,95
Nº de IA/concepção	1,53±0,07	1,59±0,07	1,70±0,08	0,61	0,66
Intervalo parto-concepção/dias	74,5±2,99	71,9±2,5	72,5±2,61	0,35	0,90
Taxa de serviço/21 dias	50% ^B	67% ^A	71,2% ^A	0,05	0,71
Taxa de prenhez/21 dias	18%	19,6%	20%	0,09	0,88

Autor: (NETO, A. L., 2022).

^{A B} = letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

C1 (Contraste 1): Comparação da ressinchronização convencional iniciada após o diagnóstico de gestação (31 dias após a IATF anterior) com a ressinchronização superprecoce iniciada 17 dias após à IATF anterior.

C2 (Contraste 2): Comparar os efeitos do tratamento com 1 mg de benzoato de estradiol associado a um dispositivo de progesterona no início do protocolo de ressinchronização superprecoce (17 dias após a IATF anterior).

Taxa de serviço/21 dias: Calculado a proporção de fêmeas submetidas à IATF em relação ao total de fêmeas aptas a serem inseminadas dentro do grupo de animais testados no intervalo de 21 dias.

Taxa de prenhez/21 dias: Calculado a proporção de fêmeas que se tornaram gestantes em relação ao total de fêmeas aptas a se tornarem gestantes dentro do grupo de animais testados no intervalo de 21 dias.

4.3.2 Desempenho econômico

Para análise dos resultados dos indicadores correspondentes aos três cenários experimentais (Grupos Controle, SP e SP+BE), definiu-se como base de comparação o cenário do Grupo Controle, que é o cenário com tecnologia menos avançada (Tabela 3). Assim, a lucratividade para o cenário Grupo Controle foi de R\$ 54.466,01; o VPL do investimento foi de R\$ 28.154,34; o resultado do cálculo da TIR foi de 7,60% a.a e o *payback* aconteceu no mês 3. Já o cenário do Grupo SP, a lucratividade foi de R\$ 52.743,38. O VPL de R\$ 32.508,74, TIR de 8,63% a.a e o *payback* veio no mês 2. Por fim, no cenário do Grupo SP+BE a lucratividade foi de R\$ 50.217,28, os resultados do VPL e TIR foram respectivamente R\$ 34.496,39 e 8,49% a.a e o *payback* veio no mês 2.

Já para comparação dos resultados obtidos com o fluxo de caixa incremental correspondentes para comparação dos cenários Ressincronização Convencional e Superprecoce, foi utilizado como base de comparação o cenário Ressincronização Convencional, usando os dados do grupo controle extrapolados de 150 para 300 fêmeas e a associação dos valores de ambos os grupos submetidos a ressincronização superprecoce (SP e SP+BE) (Tabela 4). Os indicadores de viabilidade encontrados no cenário Ressincronização Convencional foram de lucratividade R\$ 108.932,00, VPL e TIR respectivamente de R\$ 56.308,68 e 51,36% a.a, e o *payback* veio no mês 3. Já no cenário Ressincronização Superprecoce a lucratividade foi de R\$ 102.960,66, VPL e TIR respectivamente de R\$ 67.005,13 e 76,32% a.a e o *payback* veio no mês 2.

Tabela 3. Custos para execução do estudo de junho de 2021 a março de 2022, e indicadores de viabilidade (Lucratividade, VPL, TIR e *payback*) obtidos com a análise do fluxo de caixa incremental

	Grupo C	Grupo SP	Grupo SP+BE
Custos variáveis	R\$ 11.984,91	R\$ 13.162,59	R\$ 15.180,07
Custos fixos	R\$ 28.603,75	R\$ 28.603,75	R\$ 28.603,75
Investimento	—	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Indicadores de viabilidade			
Lucratividade	R\$ 54.466,01	R\$ 52.743,38	R\$ 50.217,28
VPL	R\$ 28.154,34	R\$ 32.508,74	R\$ 34.496,39
TIR (a.a)	7,60%	8,63%	8,49%
<i>Payback</i> (meses)	3	2	2

Autor: (NETO, A. L., 2022).

Fonte: dados de pesquisa.

Tabela 4. Custos para execução do estudo de junho de 2021 a março de 2022, e indicadores de viabilidade (Lucratividade, VPL, TIR e *payback*) obtidos com a análise de fluxo de caixa incremental considerando cenário testando ressincronização Convencional e Superprecoce

	Convencional	Superprecoce
Custos variáveis	R\$ 23.969,82	R\$ 28.342,59
Custos fixos	R\$ 57.207,50	R\$ 57.207,50
Investimento	—	R\$ 6.000,00
Indicadores de viabilidade		
Lucratividade	R\$ 108.932,00	R\$ 102.960,66
VPL	R\$ 56.308,68	R\$ 67.005,13
TIR (a.a)	51,36%	76,32%
<i>Payback</i> (meses)	3	2

Autor: (NETO, A. L., 2022).

Fonte: dados de pesquisa.

5. DISCUSSÃO

A escolha do programa reprodutivo para uso de forma sistematizada dentro da pecuária leiteira é ponto fundamental para o bom desempenho reprodutivo e econômico (CONSENTINI; WILTBANK; SARTORI, 2021; GALVÃO et al., 2013; GIORDANO et al., 2011; MONTEIRO et al., 2015; SANTOS et al., 2017). Diversos programas reprodutivos usando a IATF e ressincronização têm sido propostos para reduzir o intervalo de serviços e possibilitar uma antecipação da concepção em rebanhos de alta produção de leite. Todavia, o uso de estratégias de ressincronização superprecoce associado à detecção das vacas não gestantes de forma antecipada pela ultrassonografia Doppler tem sido exploradas em gado de corte (ATAIDE JUNIOR et al., 2021; GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022; MOTTA et al., 2020; PUGLIESI et al., 2019), mas não em gado de leite. Assim, comparamos no presente estudo em rebanhos de leite os efeitos da ressincronização convencional (iniciada aos 31 dias após a IATF) com a ressincronização superprecoce (iniciada aos 17 dias após a IATF) usando dispositivo intravaginal de P4 associado ou não à 1mg de BE sobre o desempenho reprodutiva e viabilidade econômica. Este é o primeiro estudo comparando os impactos na eficiência reprodutiva e econômica do uso da ressincronização superprecoce com a convencional em gado de leite. Os resultados obtidos indicam que o uso de 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a primeira IATF pós-parto é uma estratégia eficiente para ressincronizar vacas de leite. A utilização da ressincronização superprecoce por 84 dias após o período de espera voluntária alterou diversos índices de eficiência reprodutiva e proporcionou melhor desempenho econômico quando comparado a ressincronização convencional.

A hipótese de que o uso de BE em baixas doses (1 mg) associado ao dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a IATF anterior não compromete a gestação pré-existente e reduz os resultados falso positivos no diagnóstico precoce da gestação com Doppler em vacas de leite foi totalmente suportada. Isso foi indicado por: 1) a taxa de prenhez no diagnóstico de gestação confirmatório (31 dias após a IATF anterior) não diferiu entre os grupos submetidos a ressincronização superprecoce com ou sem uso de 1 mg de BE e o grupo submetido a ressincronização convencional; e 2) a taxa de animais diagnosticados como falso positivos (CL ativo no dia do Doppler mas não gestantes aos 31 dias pós-IATF) foi

significativamente menor no grupo de fêmeas que receberam o tratamento com 1 mg de BE (SP+BE). Além disso, a perda gestacional (entre os dias 31 e 66 após IATF anterior) não diferiu entre as vacas da ressincronização convencional ou superprecoce. Contudo, o uso do BE neste período da gestação (14 a 17 dias pós-inseminação) é controverso, pois estudos anteriores indicaram efeitos negativos ou neutros. Em vacas de leite, VIEIRA et al. (2014) relataram um comprometimento da funcionalidade do CL após o tratamento com 1,5 mg de BE no dia 13 pós IATF, reduzindo pela metade a taxa de concepção. Adicionalmente, MACHADO et al. (2008) observaram que a aplicação de 5 mg de BE no dia 12 após a IATF em vacas Nelore não lactantes reduziu drasticamente a taxa de prenhez na primeira IATF. Entretanto, um estudo recente (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022) reportou um efeito dose-dependente, onde vacas de corte lactantes tratadas com 2 mg de BE no início da ressincronização superprecoce aos 14 dias pós-IATF apresentaram taxa de concepção da IATF anterior menor em relação as vacas tratadas com apenas 1mg de BE. Adicionalmente, os resultados aqui apresentados corroboram com estudos indicando que a dose de 1 mg de BE é segura para ser administrada próximo ao período crítico de reconhecimento materno da gestação (15 a 18 dias). Neste sentido, a aplicação de 1 mg de BE no dia 13 após a IATF anterior em vacas de leite e de corte não afetou a taxa de prenhez na primeira IATF (CUTAIA, 2002; EL-ZARKOUNY; STEVENSON, 2004; STEVENSON et al., 2003). O uso de 1 mg de BE no dia 14 após a IATF também não causou prejuízos a gestação anterior em vacas de corte lactantes (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022) e em novilhas de corte (MOTTA et al., 2021). Além disso, MACMILLAN; TAUFÁ; DAY (1997), não verificaram efeito do tratamento com 1 mg de BE nos dias 12, 13 e 14 após a inseminação sobre a taxa de prenhez na primeira inseminação.

Em nosso estudo, além do tratamento com 1 mg de BE no início do protocolo de ressincronização superprecoce (17 dias após IATF anterior) não causar prejuízos a gestação anterior, a proporção de vacas não gestantes com um CL funcional no momento do diagnóstico com Doppler foi reduzida. Tal efeito deve estar associado a antecipação da luteólise das vacas não gestantes tratadas com ésteres de estradiol, visto que em novilhas de corte a luteólise ocorre cerca de 1,5 dias antes quando receberam 1 mg de BE ou 17- β estradiol no início da ressincronização aos 14 dias pós-IATF (MOTTA et al., 2020). Os mecanismos envolvidos nessa antecipação estão associados ao estímulo para expressão uterina de receptores

para estradiol (ESR) e ocitocina (OXTR), que são fundamentais para desencadear a luteólise em bovinos (FELTRIN, 2020; OLIVEIRA et al., 2022). No final do diestro, a progesterona regula negativamente a expressão de seus próprios receptores (MCCRACKEN; CUSTER; LAMSA, 1999). Isso permite o aumento da síntese de ESR e OXTR. Em um ciclo estral regular, o aumento da expressão de OXTR é otimizado por concentrações elevadas de estradiol na circulação, provenientes majoritariamente do folículo dominante. A secreção pulsátil de ocitocina pela neuro-hipófise e CL associado ao aumento da expressão de OXTR leva à liberação de pulsos luteolíticos de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (MCCRACKEN; CUSTER; LAMSA, 1999). PUGLIESI et al. (2012) reportaram que a proeminência dos pulsos de $\text{PGF}_{2\alpha}$ se eleva com o aumento na dose de 17- β estradiol (0,01, 0,05 e 1 mg) no dia 14 após a ovulação em novilhas holandesas. Tratamentos com 1 ou 5 mg de 17- β estradiol no dia 15 do ciclo estral em fêmeas Nelore regulam positivamente a transcrição de OXTR entre 3 e 4 horas e estimulam um pulso de $\text{PGF}_{2\alpha}$ com pico ao redor de 7 horas após o tratamento (FELTRIN, 2020; OLIVEIRA et al., 2022).

No entanto, uma hipótese alternativa para essa inconsistência no efeito do estradiol em induzir a luteólise e consequente perda gestacional é a associação de dose e momento dos tratamentos com BE. No presente estudo, o tratamento com BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 foi no dia 17 após a IATF, o que poderia ter permitido mais tempo para o desenvolvimento embrionário e secreção de interferon-tau pelo trofotoderma para promover o bloqueio mais eficiente da cascata luteolítica. O interferon-tau inibe a expressão de receptores endometriais (ESR e OXTR), e consequente secreção pulsátil de $\text{PGF}_{2\alpha}$ induzida por estradiol e permite assim o estabelecimento da gestação (ROCHA et al., 2021; SPENCER et al., 2007). RIBEIRO et al. (2016) observaram que um embrião mais desenvolvido e alongado aos 16 dias de gestação tem maior potencial para inibição da luteólise e manutenção da gestação. Quanto mais longo o embrião, maior a área de trofotoderma e maior é sua capacidade de síntese de interferon-tau que atinge o pico por volta do vigésimo dia de gestação. Embriões menos desenvolvidos consequentemente produzem menos interferon-tau, o que pode ser insuficiente para bloquear a cascata luteolítica, em fêmeas estimuladas pelo tratamento com altas doses de ésteres de estradiol. Além disso, o uso de 1 ou 2 mg de BE na ressincronização iniciada aos 22 dias após a IATF, ou seja, após o período de reconhecimento materno da gestação e pico de síntese de interferon-tau, não compromete a gestação anterior em vacas Nelore

(PESSOA et al., 2015; SÁ FILHO et al., 2014). Desta forma, a associação de uma baixa dose de BE com um momento mais tardio em relação ao período de reconhecimento materno da gestação como realizado no presente estudo (1 mg de BE aos 17 dias após a IATF) pode ter um risco a gestação anterior minimizado devido a maior sinalização do conceito para manter o CL ativo neste período.

A segunda hipótese de que os animais submetidos a ressincronização aos 17 dias após a IATF anterior apresentam maior eficiência reprodutiva foi aceita. Isso foi indicado pelas maiores taxas de serviço e prenhez a cada 21 dias e taxa de prenhez acumulada nos primeiros 84 dias após o período de espera voluntária. Os animais submetidos a ressincronização superprecoce (grupos SP e SP+BE) iniciada no dia 17 após a IATF anterior tiveram maior proporção de fêmeas gestantes após as quatro oportunidades de IATFs em cada animal, comparado ao grupo de fêmeas submetidas a ressincronização convencional iniciada após o diagnóstico de gestação (31 dias após a IATF anterior) com três IATFs. Um programa reprodutivo desenvolvido com base no uso da IATF em vacas de leite mostrou claramente que quando reduzido o intervalo entre os serviços de 32-35 dias para 24-28 dias resultou em um aumento significativo na eficiência reprodutiva em rebanhos de leite (GIORDANO; FRICKE; CABRERA, 2013). A taxa de concepção acumulada de todos os serviços de IATF permaneceu maior nos modelos com intervalo entre serviços reduzidos, por gerar mais oportunidades para as fêmeas se tornarem gestantes no mesmo intervalo de tempo (ATAIDE JUNIOR et al., 2021; GIORDANO; FRICKE; CABRERA, 2013; MOTTA et al., 2020; PUGLIESI et al., 2019).

Por outro lado, um fator fundamental para a escolha de um protocolo hormonal para ressincronização da ovulação é que os tratamentos precisam ser eficientes para induzir a emergência de uma nova onda folicular e gerar um folículo dominante sincronizado para a IATF subsequente. Estudos em vacas da raça holandês (BURKE et al., 2000) reportaram que a administração de 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 no dia 13 do ciclo estral induziu a renovação folicular e sincronização de um folículo dominante, no entanto, as fêmeas do estudo não estavam em lactação. Por outro lado, em gado de corte, a dose de 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 aos 14 dias após a IATF anterior gerou uma sincronização eficiente de uma nova onda folicular em novilhas (MOTTA et al., 2020) e resultou em elevada taxa de concepção em vacas lactantes (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022). No entanto, não se espera que o tratamento

com 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a IATF anterior induz com eficiência a sincronização de uma nova onda folicular e consequentemente no crescimento do folículo dominante sincronizado no presente estudo realizado com vacas de leite de moderada a alta produção. Em vacas de leite em lactação, é verificado maior ingestão de matéria seca conforme aumento da produção de leite, resultando em maior metabolização hepática dos hormônios esteroides, (SANGSRITAVONG et al., 2002; WILTBANK et al., 2006). Com isso, recomenda-se a utilização de doses superiores a 1 mg de BE associado no início do protocolo para sincronização de uma nova onda folicular em vacas de leite (SARTORI; MONTEIRO; WILTBANK, 2016). Porém, sabemos que o uso de doses superiores a 1 mg de BE aos 13-14 dias após a IATF anterior pode ser prejudicial a gestação pré-estabelecida (GUIMARÃES DA SILVA et al., 2022; VIEIRA et al., 2014), motivo pelo qual não foi utilizado doses superiores a 1 mg de BE. No presente estudo, as fêmeas submetidas a ressinchronização superprecoce associado ou não ao uso de 1 mg de BE apresentaram um maior folículo no momento da IATF comparado as fêmeas submetidas a ressinchronização convencional que recebeu 2 mg de BE aos 31 dias após a IATF anterior. Além disso, a taxa de concepção das fêmeas submetidas a ressinchronização superprecoce não diferiu entre os grupos recebendo 0 ou 1 mg de BE (31 a 32,4%) ou com a ressinchronização convencional (30%). A satisfatória taxa de concepção na ressinchronização superprecoce pode estar associada a redução de progesterona de forma mais antecipada pela luteólise fisiológica antes da remoção do dispositivo de P4 e assim maior estímulo para o desenvolvimento do folículo dominante, já que a P4 inibe a pulsatilidade de LH (VASCONCELOS et al., 2003). Desta forma, se faz necessários estudos adicionais para avaliar a dinâmica folicular durante o protocolo de ressinchronização superprecoce em vacas de leite lactantes.

A terceira hipótese de que o cenário da ressinchronização superprecoce aos 17 dias após a IATF anterior resulta em melhor ganho econômico do que a ressinchronização convencional em fazendas de leite utilizando exclusivamente a IATF também foi suportada. Isso foi indicado por melhores indicadores de viabilidade econômica (lucratividade, VPL, TIR e *payback*) obtidos no cenário utilizando a ressinchronização superprecoce, embora demandasse maiores custos em comparação com a estratégia de ressinchronização convencional. O que pode justificar esse maior desempenho econômico nesse cenário, é a alta eficiência

reprodutiva obtida pela ressincronização Superprecoce, principalmente advinda de mais oportunidades (maior taxa de serviço) para as vacas se tornarem gestantes quando submetidas à IATF no intervalo de até 84 dias após o período de espera voluntário. Esses achados corroboram com os resultados do estudo de GIORDANO et al. (2011), que simulou três programas reprodutivos em vacas de leite – dois baseados em ressincronização usando exclusivamente IATF e outro baseado na detecção de estro seguido de IA. Neste estudo, os programas utilizando ambas as ressincronizações apresentaram melhor desempenho econômico do que o programa de detecção de estro. Estudos recentes de simulação realizados em rebanho de corte (OJEDA-ROJAS et al., 2021, 2022) e em rebanho de leite (OJEDA-ROJAS et al., 2018) utilizando exclusivamente IATF também indicaram que as estratégias reprodutivas mais inovadoras e de maior investimento aplicado foram as mais atrativas financeiramente. Esse efeito é encontrado, pois o desempenho reprodutivo impacta diretamente na eficiência econômica do rebanho leiteiro, uma vez que produção de leite e reposição animal são consequências diretas dos resultados reprodutivos. OJEDA-ROJAS et al. (2021, 2022), compararam nove diferentes estratégias de ressincronização em rebanhos de corte, e relataram que ao realizar duas IATFs em um intervalo de 24 dias com a utilização da ultrassonografia Doppler, gerou melhor desempenho econômico dentro dos cenários testados. No entanto, apesar do tratamento com 1 mg de BE não incrementar a taxa de concepção das vacas ressincronizadas de forma superprecoce aos 17 dias pós-IATF, promoveu redução de 50% da proporção de resultados falso positivos, aumentando assim a eficiência no diagnóstico precoce da gestação com Doppler e incrementando a taxa de serviço. Por fim, a presente análise realizada por meio de fluxos de caixa pode auxiliar nos processos de tomadas de decisões de certos investimentos, permitindo ao gestor da atividade um auxílio na escolha de estratégias que aumentem a rentabilidade dentro do sistema de produção em gado de leite.

6. CONCLUSÕES

Em conclusão, o uso de 1 mg de BE associado a um dispositivo intravaginal de P4 aos 17 dias após a IATF anterior não comprometeu a gestação anterior e não afetou a taxa de concepção das fêmeas submetidas à ressinchronização superprecoce. Contudo, o tratamento com BE reduziu a proporção de fêmeas não gestantes com um CL funcional no momento do diagnóstico precoce da gestação com Doppler (24 dias após a IATF anterior). A ressinchronização superprecoce iniciada 17 dias após a IATF anterior e com detecção antecipada das fêmeas não gestantes pelo Doppler, independente do uso do BE, proporcionou maior taxa de serviço a cada 21 dias, com intervalo entre IATFs de 28 dias e promoveu maior proporção de fêmeas gestantes nos primeiros 84 dias após o período de espera voluntária em vacas de leite submetidas exclusivamente a IATF. Foi observado também um maior folículo dominante no momento da IATF nos animais submetidos a ressinchronização superprecoce comparado a ressinchronização convencional. Adicionalmente, a análise econômica realizada por meio de fluxo de caixa utilizando os dados reprodutivos e produção de leite dos animais utilizados no estudo, indicou que o cenário da ressinchronização superprecoce tem um melhor desempenho econômico do que a ressinchronização convencional iniciada após diagnóstico de gestação convencional.

REFERÊNCIAS

- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes.** Disponível em: <<http://abiec.com.br/>>. Acesso em: 24 feb. 2022.
- ARAUJO, R. R. et al. Role of follicular estradiol-17beta in timing of luteolysis in heifers. **Biology of Reproduction**, v. 81, n. 2, p. 426–437, Aug. 2009.
- ATAIDE JUNIOR, G. A. et al. Early resynchronization of follicular wave emergence among Nelore cattle using injectable and intravaginal progesterone for three timed artificial inseminations. **Animal Reproduction Science**, v. 229, n. April, p. 1–12, 2021.
- BARUSELLI, P. S. et al. Timed artificial insemination: Current challenges and recent advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 14, n. 3, p. 558–571, 2017.
- BARUSELLI, P. S. et al. Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. **Animal**, v. 12, n. s1, p. s45–s52, 1 Jun. 2018.
- BINELLI, M. et al. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. **Theriogenology**, v. 56, n. 9, p. 1451–1463, Dec. 2001.
- BÓ, G. A. et al. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 388–396, 2016.
- BORDEAUX-RÊGO, R. **Viabilidade econômico-financeira de projetos.** [s.l.] FGV, 2015.
- BRITT, J. H. Enhanced Reproduction and Its Economic Implications. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 6, p. 1585–1592, 1985.
- BURKE, C. R. et al. Use of a small dose of estradiol benzoate during diestrus to synchronize development of the ovulatory follicle in cattle. **Journal of animal science**, v. 78, n. 1, p. 145–151, 2000.
- CABRERA, V. E. Economics of fertility in high-yielding dairy cows on confined TMR systems. **Animal**, v. 8, n. SUPPL. 1, p. 211–221, 1 Jan. 2014.
- CAMPOS, J. T. et al. Resynchronization of estrous cycle with eCG and temporary calf removal in lactating *Bos indicus* cows. **Theriogenology**, v. 80, n. 6, p. 619–623, 1 Oct. 2013.
- CARVALHO, P. D. et al. Development of fertility programs to achieve high 21-day pregnancy rates in high-producing dairy cows. **Theriogenology**, v. 114, p. 165–172, 1 Jul. 2018.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento.** Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-leite?limitstart=0>>. Acesso em: 29 may. 2021.
- CONSENTINI, C. E. C.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Factors that optimize reproductive efficiency in dairy herds with an emphasis on timed artificial insemination programs. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1–30, 2021.
- CUTAIA, L. The use of estradiol and progesterone devices during mid-diestrus to synchronize return to estrus in beef cows and heifers. **Theriogenology**, v. 57, p. 373, 2002.
- DALMASO DE MELO, G. et al. Applied use of interferon-tau stimulated genes expression in polymorphonuclear cells to detect pregnancy compared to other early predictors in beef cattle. **Theriogenology**, v. 152, p. 94–105, 1 Aug. 2020.
- DE OLIVEIRA, D. A. M. et al. Resynchronization of ovulation with new and reused intravaginal progesterone-releasing devices without previous pregnancy diagnosis in

- Bos taurus indicus cows subjected to timed-artificial insemination. **Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene**, v. 54, n. 5, p. 779–785, 1 May 2019.
- DE VRIES, A. Economic value of pregnancy in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 10, p. 3876–3885, 1 Oct. 2006.
- DISKIN, M. G. et al. Pregnancy losses in cattle: Potential for improvement. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 28, n. 1–2, p. 83–93, 2016.
- DISKIN, M. G.; MORRIS, D. G. Embryonic and Early Foetal Losses in Cattle and Other Ruminants. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 43, n. SUPPL.2, p. 260–267, Jul. 2008.
- DISKIN, M. G.; PARR, M. H.; MORRIS, D. G. Embryo death in cattle: An update. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 24, n. 1, p. 244–251, 2012.
- EL-ZARKOUNY, S. Z.; STEVENSON, J. S. Resynchronizing estrus with progesterone or progesterone plus estrogen in cows of unknown pregnancy status. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3306–3321, 2004.
- FELTRIN, I. R. **Efeitos do 17 β -estradiol na abundância de transcritos para enzimas envolvidas na síntese de PGF $_{2\alpha}$ endometrial em fêmeas bovinas no final do diestro.** [s.l: s.n.].
- FERGUSON, J. et al. Body condition of lactating cows. **Agri-cultural ractice**, v. 15, p. 17–21, 1994.
- FRICKE, P. M. Scanning the future - Ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 8, p. 1918–1926, 2002.
- G. A. PESSOA, M. SA FILHO, A. P, M. ET AL. AJUSTE DA DOSE DE BENZOATO DE ESTRADIOL NO PROTOCOLO DE RESINCRONIZAÇÃO COM ESTADO DE GESTAÇÃO DESCONHECIDO EM VACAS DE CORTE AMAMENTADAS. **Proceedings of the 29th Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society**, v. 12, n. 3, p. 610, 2015.
- GALLIGAN, D. et al. Economic Concepts Regarding Early Pregnancy Testing. **American Association of Bovine Practitioners Proceedings of the Annual Conference**, v. 5, p. 48–53, 10 Sep. 2009.
- GALVÃO, K. et al. Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, timed artificial insemination, or a combination. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 2681–2693, 2013.
- GIORDANO, J. et al. An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 6216–6232, 2011.
- GIORDANO, J. O.; FRICKE, P. M.; CABRERA, V. E. Economics of resynchronization strategies including chemical tests to identify nonpregnant cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 2, p. 949–961, 2013.
- GUIDUCCI, R. C. N.; LIMA FILHO, J. R.; MOTA, M. M. Viabilidade econômica de sistemas de produção agropecuários : metodologia e estudos de caso. **Embrapa**, p. 535, 2012.
- GUIMARÃES DA SILVA, A. et al. Comparison of estradiol benzoate doses for resynchronization of ovulation at 14 days after timed-AI in suckled beef cows. **Theriogenology**, v. 184, p. 41–50, May 2022.
- HERLIHY, M. et al. Evaluation of protocols to synchronize estrus and ovulation in seasonal calving pasture-based dairy production systems. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 4488–4501, 2011.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pnadcm>>. Acesso em: 29 may. 2021.

- MACHADO, R. et al. Service, conception and pregnancy rates of nelore cows treated with human chorionic gonadotropin and estradiol-17 β after timed artificial insemination. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 45, n. 3, p. 221–230, 2008.
- MACMILLAN, K. L.; TAUFAN, V. K.; DAY, A. M. Manipulating ovaries' follicle wave patterns can partially synchronise returns to service and increases the pregnancy rate to second insemination. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 57, 1997.
- MCCRACKEN, J. A.; CUSTER, E. E.; LAMSA, J. C. Luteolysis: A neuroendocrine-mediated event. **Physiological Reviews**, v. 79, n. 2, p. 263–323, 1 Apr. 1999.
- MEADOWS, C.; RAJALA-SCHULTZ, P. J.; FRAZER, G. S. A Spreadsheet-Based Model Demonstrating the Nonuniform Economic Effects of Varying Reproductive Performance in Ohio Dairy Herds. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 1244–1254, 2005.
- MONTEIRO, P. L. J. et al. Increasing estradiol benzoate, pretreatment with gonadotropin-releasing hormone, and impediments for successful estradiol-based fixed-time artificial insemination protocols in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 3826–3839, 1 Jun. 2015.
- MOTTA, I. G. et al. Increased pregnancy rate in beef heifers resynchronized with estradiol at 14 days after TAI. **Theriogenology**, v. 147, p. 62–70, 15 Apr. 2020.
- MOTTA, I. G. et al. Effects of estradiol treatments on PGF2 α release in beef heifers submitted to estrous resynchronization 14 days after timed-AI. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 76, p. 106625, 2021.
- NORONHA, J. F. **Projetos Agropecuários - Administração Financeira, Orçamento e Viabilidade Econômica**. 2^o Edição ed. Piracicaba: [s.n.].
- OECD-FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <<https://www.agri-outlook.org/countries/brazil.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2022.
- OJEDA-ROJAS, O. A. et al. A simulation model to evaluate the economic consequences of insemination programs in dairy herds: Timed artificial insemination and sex-sorted semen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.
- OJEDA-ROJAS, O. A. et al. An agent-based simulation model to compare different reproductive strategies in cow-calf operations: Technical performance. **Theriogenology**, v. 160, p. 102–115, 15 Jan. 2021.
- OJEDA-ROJAS, O. A. et al. An agent-based simulation model to compare different reproductive strategies in cow-calf operations: Economic performance. **Theriogenology**, v. 189, p. 11–19, 1 Sep. 2022.
- OLIVEIRA, M. L. et al. Unravelling the role of 17 β -estradiol on advancing uterine luteolytic cascade in cattle. **Domestic animal endocrinology**, v. 78, 1 Jan. 2022.
- PALHÃO, M. P. et al. Early resynchronization of non-pregnant beef cows based in corpus luteum blood flow evaluation 21 days after Timed-AI. **Theriogenology**, v. 146, p. 26–30, 1 Apr. 2020.
- POHLER, K. G. et al. Circulating concentrations of bovine pregnancy-associated glycoproteins and late embryonic mortality in lactating dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 2, p. 1584–1594, 1 Feb. 2016.
- PUGLIESI, G. et al. Induction of PGFM pulses and luteolysis by sequential estradiol-17 β treatments in heifers. **Theriogenology**, v. 77, n. 3, p. 492–506, 1 Feb. 2012.
- PUGLIESI, G. et al. Conceptus-induced changes in the gene expression of blood immune cells and the ultrasound-accessed luteal function in beef cattle: How early can we detect pregnancy? **Biology of Reproduction**, v. 91, n. 4, p. 1–12, 1 Oct.

2014.

PUGLIESI, G. et al. A novel strategy for resynchronization of ovulation in Nelore cows using injectable progesterone (P4) and P4 releasing devices to perform two timed inseminations within 22 days. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 54, n. 8, p. 1149–1154, 2019.

RANDI, F. et al. Effect of equine chorionic gonadotropin treatment during a progesterone-based timed artificial insemination program on reproductive performance in seasonal-calving lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 10526–10535, 2018.

RIBEIRO, E. S. et al. Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. **Anim Reprod**, v. 9, n. 9, p. 370–387, 26 Jul. 2012.

RIBEIRO, E. S. et al. Biology of Preimplantation Conceptus at the Onset of Elongation in Dairy Cows. **Biology of reproduction**, v. 94, n. 4, 1 Apr. 2016.

ROCHA, C. C. et al. Conceptus-modulated innate immune function during early pregnancy in ruminants: a review. **Animal Reproduction**, v. 18, n. 1, p. 1–16, 10 May 2021.

SÁ FILHO, M. F. et al. Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. **Theriogenology**, v. 81, n. 2, p. 284–290, 15 Jan. 2014.

SANGSRITAVONG, S. et al. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17beta in dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 11, p. 2831–2842, 2002.

SANTOS, J. E. P. et al. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. **Animal Reproduction Science**, v. 82–83, n. 15, p. 513–535, Jul. 2004.

SANTOS, J. E. P.; RUTIGLIANO, H. M.; FILHO, M. F. S. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 110, n. 3–4, p. 207–221, Feb. 2009.

SANTOS, V. G. et al. Fertility of lactating Holstein cows submitted to a Double-Ovsynch protocol and timed artificial insemination versus artificial insemination after synchronization of estrus at a similar day in milk range. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 10, p. 8507–8517, 1 Oct. 2017.

SARTORI, R.; MONTEIRO, P. L. J.; WILTBANK, M. C. Endocrine and metabolic differences between *Bos taurus* and *Bos indicus* cows and implications for reproductive management. **Anim. Reprod.**, v. 13, n. 3, p. 168–181, 2016.

SIQUEIRA, L. G. B. et al. Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 10, p. 6461–6472, Oct. 2013.

SPENCER, T. E. et al. Pregnancy recognition and conceptus implantation in domestic ruminants: roles of progesterone, interferons and endogenous retroviruses. **Reproduction, fertility, and development**, v. 19, n. 1, p. 65–78, 2007.

STEVENSON, J. S. et al. Resynchronization of estrus in cattle of unknown pregnancy status using estrogen, progesterone, or both. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 7, p. 1681–1692, 2003.

USDA: United States Department of Agriculture. Disponível em: <[https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Dairy and Products Annual_Brasilia_Brazil_10-15-2020](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Dairy%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_10-15-2020)>. Acesso em: 28 may. 2022.

VASCONCELOS, J. L. M. et al. Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. **Theriogenology**, v. 60, n. 5, p. 795–

807, 15 Sep. 2003.

VIEIRA, L. M. et al. Resynchronization in dairy cows 13 days after TAI followed by pregnancy diagnosis based on corpus luteum vascularization by color doppler. **Anim Reprod**, p. 378, 2014.

WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3–4, p. 127–138, 1 Feb. 2011.

WILTBANK, M. et al. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v. 65, n. 1, p. 17–29, 7 Jan. 2006.

WILTBANK, M. C. et al. The physiology and impact on fertility of the period of proestrus in lactating dairy cows. **Anim. Reprod.**, v. 11, n. 3, p. 225–236, 26 Jul. 2014.

WILTBANK, M. C. et al. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 239–253, 1 Jul. 2016.

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