



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Departamento de Zootecnia – LZT



FELIPE PINHEIRO BITTAR

**Resultados zootécnicos e econômicos de protocolos
utilizados para a inseminação artificial em tempo fixo (IATF)
em *Bos indicus***

PIRACICABA

2021

FELIPE PINHEIRO BITTAR

**Resultados zootécnicos e econômicos de protocolos
utilizados para a inseminação artificial em tempo fixo (IATF)
em *Bos indicus***

Monografia apresentada como um dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo pela
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”,
Universidade de São Paulo (ESALQ – USP).

Orientador: Prof. Dr. Roberto Sartori Filho

PIRACICABA

2021

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e oportunidade da vida.

Aos meus pais, Sergio Henrique Bittar e Mariana Plombon Pinheiro Bittar, pela minha criação, dedicação e exemplos de vida dados.

Aos meus avós, irmãos, amigos e Letícia pelo amor, carinho e apoio.

A todos moradores e ex-moradores da República Potiguara pelos ensinamentos e companheirismo ao longo desses anos.

Ao grupo Projeto CAPIM, que me proporcionou anos de muitos aprendizados, experiências, oportunidades únicas e amizades, especialmente aos meus companheiros Placebo, Iña-Preta e Xãtili. Ao Prof. Dr. Moacyr Corsi e Dr. Marco Antonio Penati pela confiança, conhecimentos passados e experiências propiciadas.

Ao Prof. Dr. Roberto Sartori, por todo o suporte, conhecimento, oportunidades, contato e ensinamentos diários e, principalmente, pela confiança concedida a mim durante a reta final da minha graduação.

A todos os atuais membros do Laboratório de Reprodução Animal da ESALQ-USP e do grupo RAIZ, e em especial ao Placebo, por todo o apoio fornecido para que essa etapa fosse concluída, e ao Rodrigo pelo suporte dado durante esse trabalho.

Às empresas nas quais tive oportunidade de estagiar e trabalhar durante a minha graduação, Boviplan Consultoria Agropecuária, Casa Bugre e Confinamento Monte Alegre, pelas grandes experiências profissionais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelos seis meses de bolsa de iniciação científica (Processo FAPESP N° 2020/10659-3).

À gloriosa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, aos professores e funcionários que fazem parte da sua grandeza. Serei eternamente grato por ter estudado em uma das maiores universidades do mundo e por ter aprendido com grandes mestres.

Meu sincero muito obrigado!

Sumário

Resumo	4
1. Introdução.....	5
2. Objetivo	6
3. Revisão bibliográfica.....	6
3.1 Inseminação artificial em cio (IA) e em tempo fixo (IATF)	6
3.2 Manipulação do ciclo estral	7
3.2.1 Tempo de permanência do implante de P4	8
3.2.2 Antecipação da administração da PGF.....	10
3.2.3 Uso da PGF no D0 do protocolo	11
3.2.4 Ésteres de estradiol e doses para indução da ovulação	13
3.2.5 A manifestação de cio e a utilização do GnRH no momento da inseminação.....	13
3.3 Considerações	17
4. Materiais e métodos.....	17
5. Resultados e discussão	23
6. Conclusão	27
Referências Bibliográficas	28

RESUMO

A inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos é uma biotecnologia reprodutiva que tem sido cada vez mais utilizada no rebanho de matrizes da pecuária nacional. Sua utilização teve uma taxa de crescimento anual de quase 35%, durante os últimos 19 anos. Os principais objetivos dos protocolos de IATF são: sincronizar a emergência de uma nova onda folicular, controlar a duração dessa onda de crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a inserção e a retirada da fonte de P4 exógena e endógena e induzir a ovulação sincronizada em todas as matrizes, simultaneamente. Com o passar dos anos, diversos estudos foram realizados com o objetivo de avaliar quais seriam os efeitos da utilização de diferentes protocolos de IATF na fertilidade de matrizes *Bos indicus*. Contudo, além de entender como essas alterações afetam os índices zootécnicos, é de suma importância, para a realização da extensão da técnica aos produtores, o entendimento do custo-benefício desses protocolos. Sendo assim, nesse trabalho, foi criado um modelo de simulação econômica, para avaliar quais seriam os resultados econômicos obtidos com a utilização de três protocolos de IATF, que requerem diferentes níveis de investimento, ao longo de três estações de monta (EM). Os resultados dessa simulação mostram que os protocolos de maiores investimentos geram um retorno maior por vaca exposta e, portanto, apresentam o melhor custo-benefício. Com a geração de uma receita, já descontada dos custos com os fármacos, mão-de-obra e sêmen, até $\approx 15\%$ maior que o protocolo de menor investimento.

Palavras-chave: IATF, *Bos indicus*, Protocolos, Fertilidade, Custo-benefício

1. Introdução

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) (2020), no ano de 2019, o produto interno bruto (PIB) da pecuária foi responsável por 8,5% do total do PIB brasileiro, somando R\$ 618,50 bilhões e evidenciando a força do setor. Desse total movimentado, R\$ 74,31 bilhões tiveram como origem “insumos e serviços para produção pecuária”, e dentro dessa parcela a categoria “Protocolos, materiais e sêmen” resultou em um total de R\$ 606,2 milhões movimentados.

Para o mesmo ano, de acordo com a Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) (2020), aproximadamente 11,8 milhões de doses de sêmen com aptidão para corte, e 4,6 milhões com aptidão para o leite, foram comercializadas no Brasil, sendo que 15% de todas as matrizes do rebanho brasileiro foram inseminadas. Já para o ano de 2020, o uso desta técnica foi ainda mais expressivo, com 19,4% das 80.938.152 matrizes inseminadas. Isolando as 61.345.086 matrizes de corte essa porcentagem inseminada é ainda maior e representa 22,2% do total (ASBIA, 2021).

Buscando estimar a expansão da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) no mercado de IA, o Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP) elabora desde 2002 um boletim técnico eletrônico. Segundo esse levantamento, entre os anos de 2002 e 2020, a utilização da IATF teve uma taxa de crescimento anual de 34,7%. Em 2020, segundo os dados publicados, 21.255.375 protocolos foram comercializados no Brasil, verificando-se um aumento de 29,7%, em relação ao ano de 2019, e indicando que aproximadamente 89,8% das inseminações realizadas no Brasil em 2020 foram em tempo fixo. Aliás, um crescimento considerável de 23,6% em relação à 2018 já havia sido observado para o ano de 2019, com 87% das matrizes sendo inseminadas em tempo fixo (BARUSELLI, 2020, 2021).

Tais dados evidenciam que a área da reprodução animal de bovinos vive um momento extremamente aquecido em relação à busca de tecnologias, se destacando inclusive dentro do setor pecuário como um todo. Todavia, mesmo com esse aumento expressivo de matrizes inseminadas e da quantidade de protocolos de IATF comercializados, ainda há muito espaço e mercado para essa tendência continuar ao longo dos próximos anos, visto que aproximadamente 80% das matrizes ainda estão em sistemas que só utilizam a monta natural como técnica reprodutiva (ASBIA, 2021). Logo, é de grande relevância o entendimento de como os protocolos de IATF atualmente adotados atuam e quais são os resultados zootécnicos e econômicos potencialmente alcançados com a utilização deles.

2. Objetivo

Os objetivos desta monografia são: (1) revisar as principais modificações dentro dos protocolos à base de progesterona (P4) e estradiol (E2), utilizados em programas de IATF em matrizes de corte *Bos indicus* e, com base nos dados zootécnicos levantados, (2) realizar uma análise econômica do custo-benefício desses protocolos. Com isso, será possível criar uma metodologia de análise econômica que possa ser utilizada em outros sistemas produtivos, com índices zootécnicos e custos diferentes dos apresentados neste trabalho.

3. Revisão bibliográfica

3.1 Inseminação artificial em cio (IA) e em tempo fixo (IATF)

A IA, apesar de ter o seu marco inicial no ano de 1784, em cachorros, nessa ocasião sendo realizada por Lazzaro Spallanzani, é uma técnica que começou a ter mais importância em bovinos por volta da década de 50, quando três cientistas ingleses descobriram a conservação do sêmen bovino em nitrogênio líquido (-192 °C) por tempo indeterminado. Como antes dessa descoberta a sobrevivência de um espermatozoide era de apenas 96 horas, sendo conservado à 5° C, a nova técnica dos ingleses eliminou dificuldades logísticas e possibilitou uma maior difusão da tecnologia (PEIXOTO JUNIOR e TRIGO, 2015).

São várias as vantagens do uso da IA, como: controle de doenças sexualmente transmissíveis, diminuição dos custos com touros, e melhoramento genético do rebanho, obtendo animais com maiores potenciais de produção e reprodução. Porém, essa técnica apresenta duas principais limitações: a falha de detecção de cio e o anestro pós-parto prolongado dos animais (TECNOPEC, 2008).

A falha na detecção de cio é muitas vezes reportada como uma das principais causas de redução na eficiência dos programas de IA, e decorre principalmente da dificuldade operacional e da mão de obra em realizar essa tarefa, principalmente em sistemas produtivos de grande escala das fazendas de cria de gado de corte (PITOMBO, 2013). Já a duração do anestro pós-parto é influenciada por diversos fatores, como: condição nutricional, interação vaca/bezerro, idade e estação de parição (BARUSELLI et al., 2006). Em dois estudos (BARUSELLI et al., 2002; SANTOS et al., 2018) foram verificados baixos percentuais de vacas de corte lactantes ciclando entre 60 e 70 dias pós-parto. No primeiro, apenas 24,3% (52/214 vacas Nelore) e no segundo, somente 13,1% (219/1678 vacas Nelore). Como consequência da combinação desses dois entraves, o resultado é um maior período de serviço, tornando muito difícil a obtenção de um intervalo entre partos de 12 meses, aumentando o número de dias improdutivos das matrizes e os custos de produção dos bezerros (SOUZA, 2017; BARUSELLI et al., 2017a).

Contornando essas limitações, a IATF, através da manipulação do ciclo estral, com protocolos de sincronização da ovulação, possibilita que as vacas sejam inseminadas e se tornem gestantes no início da estação de monta, diminuindo o período de serviço e aumentando a eficiência reprodutiva do rebanho (BARUSELLI et al., 2006).

3.2 Manipulação do ciclo estral

Os programas de IATF se tornaram praticáveis graças aos métodos farmacológicos de controle do ciclo estral das matrizes. Tais métodos, tornaram possível: (1) a sincronização da emergência de uma nova onda folicular, através da indução da ovulação, com hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) ou da atresia folicular, com a utilização de P4 e E2, (2) o controle da duração desta onda de crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, (3) a sincronização da inserção e da retirada da fonte de P4 exógena e endógena, (4) e a indução da ovulação sincronizada em todas as matrizes simultaneamente (Tabela 1) (BARUSELLI, 2006; TECNOPEC, 2008).

Tabela 1. Formas de controle do ciclo estral, seus respectivos objetivos e modos de ação.

Objetivo do Controle	Forma de controle	Ação
Sincronização da onda folicular	GnRH	Induz pico de LH e ovulação ou luteinização do folículo dominante. Emergência de nova onda folicular após 1,5 dia.
	P4 + E2	Induz atresia folicular e emergência de uma nova onda folicular em 3 a 4 dias.
Regressão do corpo lúteo	Prostaglandina F2 α (PGF)	Induz a regressão do corpo lúteo (fonte endógena de P4) em fase responsiva (D6 a D17).
	E2	Na ausência de progesterona, induz a liberação de GnRH e pico pré-ovulatório de LH. O tempo para ovulação varia de acordo com o fármaco utilizado.
Indução da ovulação	GnRH	Induz o pico pré-ovulatório de LH e ovulação em 28 a 30 horas.
	Hormônio luteinizante (LH)	Provoca um pico exógeno de LH e ovulação em 26 a 28 horas.
	Gonadotrofina coriônica humana (hCG)	Simula o efeito de LH.
Indução de crescimento folicular	Hormônio folículo estimulante (FSH)	Promove o crescimento folicular em vacas em anestro, usado também na superovulação.
	Gonadotrofina coriônica equina (eCG)	Promove o crescimento folicular, principalmente em vacas em anestro, simula o efeito do FSH e do LH.

Fonte: Adaptado de TECNOPEC, 2008 e MACHADO et al., 2007.

Os primeiros protocolos de IATF para bovinos surgiram em meados dos anos 90 com o desenvolvimento do protocolo Ovsynch (PURSLEY et al., 1995). Atualmente, os programas de IATF passam por diversas modificações com o objetivo de facilitar os manejos e de melhorar os índices reprodutivos. Inúmeros protocolos foram desenvolvidos para diferentes raças, categorias de animais e para que o produtor possa adequar o manejo reprodutivo no calendário e rotina da sua fazenda (BARUSELLI et al., 2017b, 2019).

No Brasil, os protocolos a base de E2 e P4 são os mais utilizados para IATF em matrizes de corte (BARUSELLI et al., 2004; SÁ FILHO et al., 2009). Basicamente, ocorre a inserção de um implante de P4 e a administração de benzoato de estradiol (BE) em um dia aleatório do ciclo estral, definido como dia zero (D0) do protocolo. Posteriormente, esse implante é removido e ocorre a aplicação de PGF, cipionato de estradiol (CE) e eCG. Então 48 horas mais tarde, é realizada a IATF (BARUSELLI et al., 2017b, 2019). Contudo, esses protocolos possuem diversas variações que serão abordadas adiante, como: tempo de permanência do implante de P4, números de manejos necessários para cada programa (normalmente 3 a 4), momento da administração da PGF, uso de diferentes ésteres de estradiol ao final do protocolo, uso de diferentes doses de CE, e utilização ou não do GnRH no momento da inseminação.

3.2.1 Tempo de permanência do implante de P4

As modificações no tempo de permanência dos implantes de P4 foram baseadas nas seguintes evidências: o aumento do tempo de permanência, de 8 para 9 dias, poderia prover mais tempo para o crescimento do folículo dominante, garantindo melhores taxas de ovulação e a ovulação de folículos com diâmetros maiores, conseqüentemente maiores corpos lúteos (CL), com grande capacidade de sintetizar P4 (MANTOVANI et al., 2005, 2010; SÁ FILHO et al., 2010). Entretanto, deve-se ter cuidado com períodos extremamente longos de dominância folicular, já que podem comprometer a qualidade do oócito, resultando em uma redução de fertilidade (CERRI et al., 2009; LONERGAN, 2011). Por outro lado, a redução do período de permanência do implante de P4, para 6 ou 7 dias, poderia evitar efeitos adversos de um crescimento folicular excessivo no final do protocolo, o que geraria um folículo velho (BÓ et al., 2016).

Apesar dessas hipóteses, nenhuma das modificações, realizadas em diversos estudos, resultou em incrementos de prenhez por inseminação (P/IA), sendo que os protocolos de 6, 7, 8 e 9 dias de permanência do implante de P4 foram similarmente eficazes (Tabela 2).

Tabela 2. Eficiência dos protocolos com diferentes períodos de permanência do implante de P4.

Referência	N	Categoria	Tempo de permanência do implante	Prenhez/IA (%)	Valor de P
Barbuio et al. (2016)*	313	Vacas lactantes Nelore	8 vs. 9	55,8 vs. 56,1	0,96
Barbuio et al. (2016)*	297	Vacas lactantes Nelore	8 vs. 9	59,6 vs. 62,9	0,59
Barbuio et al. (2016)*	214	Vacas lactantes Nelore	8 vs. 9	46,7 vs. 43,0	> 0,05
Santos (2016)	655	Vacas lactantes Nelore	7 vs. 9	56,2 vs. 54,2	0,49
Motta et al. (2016)	211	Novilhas Nelore	6 vs. 8	47,1 vs. 48,6	> 0,05
Motta et al. (2016)	574	Novilhas Nelore X Angus	6 vs. 8	55,0 vs. 55,4	> 0,05
Prata et al. (2020)	742	Novilhas Nelore	7 vs. 8	49,1 vs. 45,5	0,34
Prata et al. (2020)	2338	Vacas Nelore	7 vs. 8	58,4 vs. 58,5	0,98
Prata et al. (2020)	1343	Vacas Nelore	7 vs. 9	52,7 vs. 55,0	0,43

* Referenciado mais de uma vez na tabela, pois incluía diferentes tipos de implantes de P4 e número de vezes que foram usados.

Fonte: Dados retirados de BARBUIO et al., 2016; SANTOS, 2016; MOTTA et al., 2016; PRATA et al., 2020; adaptando a tabela de BARUSELLI et al., 2017b.

A ausência de diferença dos resultados entre períodos de permanência do implante de P4 (6 a 9 dias), utilizando protocolos a base de P4/E2/eCG, pode indicar que o novo folículo dominante apresenta uma janela de tamanho e de duração do proestro para ovular um oócito adequado para a fertilização, permitindo que diferentes durações de protocolos sejam adotadas (BARUSELLI et al., 2017b). Algumas possíveis razões para tal flexibilidade são: 1) alta eficiência do protocolo em sincronizar uma nova onda folicular logo no início, 2) o tratamento com eCG para estimular o crescimento do folículo dominante e aumentar a concentração de P4 circulante na subsequente fase luteínica, 3) o tratamento com estradiol que resulta em um incremento na concentração de estradiol circulante antes da ovulação sincronizada (BARUSELLI et al., 2017b). Além disso, protocolos de 5 dias, do ponto de vista da dinâmica ovariana, também se apresentam como uma alternativa para a sincronização (MADUREIRA et al., 2020a).

Em situações específicas para a categoria de novilhas, alguns autores encontraram resultados interessantes, mostrando melhores resultados de P/IA para os protocolos de 7 dias de permanência do implante de P4, quando comparado com protocolos mais longos. Como apresentado na Tabela 2, isso não foi detectado por Prata et al. (2020), porém Barbuio et al. (2020) identificaram que a incidência de ovulação antecipada foi maior em novilhas que receberam um protocolo de 8 dias de implante de P4 do que para as novilhas do grupo com 7

dias de implante, e também que novilhas com ovulação antecipada tenderam a ter uma menor P/IA (29,4% vs. 45,8%), ademais, apesar de quando analisado todas as novilhas não terem detectado efeito da duração do protocolo sobre a P/IA, os autores identificaram que para o grupo de novilhas mais velhas (35,5 meses) a P/IA tendeu a ser maior para as que receberam o protocolo de 7 dias (48,4% vs. 40,2%), contudo para as novilhas mais jovens (19,1 meses) não houve diferença da duração do protocolo para a P/IA (48,5% [8 dias] vs. 46,8% [7 dias]). Também fazendo uma comparação entre protocolos de 7 ou 8 dias de implante de P4, Felisbino Neto et al. (2020) verificaram uma interação entre o manejo nutricional das fazendas e o tempo de permanência do implante de P4 para novilhas Nelore (24 meses), e notaram que novilhas que receberam suplementação proteica/proteico-energética durante a seca e as águas, tiveram maiores taxas de prenhez quando utilizado o protocolo de 7 dias (59,2% vs. 51,0%). Por outro lado, para novilhas que durante as águas receberam apenas sal mineral e durante a seca sal ureado, não houve diferença para a P/IA (52,0% [8 dias] vs. 47,4% [7 dias]). Comparando um protocolo de 7 dias de implante a outros três que utilizaram 9 dias de implante de P4, Alves et al. (2021a, no prelo), notaram uma P/IA de 55,4% para o protocolo de 7 dias, contra valores variando entre 47,6% e 49,3% para os protocolos de 9 dias.

3.2.2 Antecipação da administração da PGF

Outra proposta está relacionada com o uso da PGF dois dias antes da remoção do implante de P4, visando induzir uma luteólise antecipada para reduzir a concentração de P4 e estimular a pulsatilidade de LH, favorecendo o crescimento do folículo dominante (MANTOVANI et al., 2005, 2010).

Meneghetti et al. (2009) avaliaram, dentro de um protocolo a base de P4/E2 e com 9 dias de permanência do implante de P4, a utilização da PGF no D7 (dois dias antes da retirada do implante) ou no D9. A utilização antecipada da PGF resultou em incremento de fertilidade para vacas Nelore identificadas como cíclicas, no início do protocolo (D0). Para esse grupo a P/IA das matrizes que receberam a PGF no D7 foi de 50,3% (86/171), enquanto para as que receberam a PGF no D9 foi de 36,1% (56/155). Porém, para os animais que não apresentaram CL (vacas em anestro; n = 1006) não houve diferença entre os tratamentos. Peres et al. (2009) fizeram a mesma análise em vacas Nelore não lactantes (solteiras; n = 702). As vacas que receberam PGF no D7 (n = 350) apresentavam menores concentrações de P4 sérica no D9, um folículo maior no dia da inseminação (D11), além de maiores taxas de ovulação e P/IA (52,0% vs. 36,4%), quando comparadas às que receberam PGF no D9.

Para novilhas Nelore, Alves et al. (2021a, no prelo) não identificaram diferenças entre a utilização da PGF 2 dias antes da retirada do implante (D7) ou no dia da retirada (D9) (49,3% vs. 48,8%, respectivamente), mesmo com uma alta quantidade de novilhas com CL no início do protocolo ($\approx 85\%$).

Um ponto interessante a ser destacado é que apesar de aumentar a P/IA para vacas com CL no início do protocolo, essa estratégia carrega com si uma desvantagem operacional, que pode desincentivar alguns pecuaristas a adotá-la, já que exige um manejo extra dos animais no curral. Nesse contexto, surge como alternativa a estratégia que será apresentada a seguir.

3.2.3 Uso da PGF no D0 do protocolo

Com o objetivo de reduzir a concentração de P4 durante o protocolo de IATF em vacas com CL, sem ocorrer a realização de um manejo extra, surgiu a alternativa de incluir no início do protocolo (D0) uma dose extra de PGF, mantendo a segunda dose no dia da remoção do implante (BARUSELLI et al., 2017b).

Analisando o efeito da utilização da PGF no D0, Carvalho et al. (2008) identificaram que novilhas *Bos indicus*, *Bos taurus* e *Bos taurus* x *Bos indicus* que receberam a PGF no D0 de um protocolo, a base de P4/E2, tiveram menores concentrações de P4 sérica durante o protocolo e, como resultado, maior diâmetro do folículo dominante e maiores taxas de ovulação (78,8% vs. 54,0%) quando comparadas às novilhas que receberam apenas uma PGF, no dia da retirada do implante. Indo ao encontro desses resultados, Dadarwal et al. (2013), também notaram ambientes de concentrações mais baixas de P4 circulante durante o crescimento do folículo ovulatório, resultante da utilização da PGF extra no D0, e subsequentemente, maiores folículos pré-ovulatórios, mais ovulações, maiores CLs e maior P/IA, quando comparado aos resultados das matrizes (*Bos taurus*) que receberam a PGF, apenas, no dia da retirada do implante.

Comparando com protocolos que antecipam a única aplicação de PGF (2 dias antes da retirada do implante, resultando em 4 manejos), estudos verificaram similar P/IA para as matrizes que receberam duas administrações de PGF (no D0 e no dia da retirada do implante, resultando em 3 manejos). Tais constatações, mostram que essa pode ser uma boa alternativa para alcançar melhores índices sem resultar em mais dias de manejo no curral com os animais (Tabela 3) (BARUSELLI et al., 2017b).

Tabela 3. Eficiência dos protocolos de 3 manejos (administração de PGF no D0 e no dia da retirada do implante de P4) ou de 4 manejos (administração de PGF 2 dias antes da retirada do implante)

Referência	Tempo de permanência do implante de P4	Categoria	Manejos	Taxa de Prenhez/IA	Valor de P
Colli et al. (2016)	8 e 9 dias*	Novilhas Nelore X Angus	3 vs. 4	57,3% (110/192) vs. 57,1% (100/175)	0,93
Carvalhoes et al. (2016)	9 dias	Vacas lactantes Nelore	3 vs. 4	57,1% (84/147) vs. 64,8% (92/142)	0,18

* 8 dias (3 manejos: D0, D8, D10); 9 dias (4 manejos: D-1, D6, D8, D10).

Fonte: Dados retirados de COLLI et al., 2016; CARVALHAES et al., 2016; adaptando a tabela de BARUSELLI et al., 2017b.

Contudo, na literatura, também há dados que não mostram efeitos positivos do uso da PGF no D0, principalmente para a categoria de novilhas. Sá Filho et al. (2014) analisaram o efeito do uso da PGF no D0 do protocolo, a base de P4/E2, em novilhas Nelore (*Bos indicus*) cíclicas, e identificaram que o grupo de novilhas que recebeu a PGF no D0 e no dia da retirada do implante não obteve resultados positivos em relação ao grupo de novilhas que recebeu a PGF apenas no dia da retirada do implante, não havendo efeito desse tratamento extra com PGF para o diâmetro do folículo dominante, para a taxa de ovulação e para a P/IA. Surjus et al. (2018) também não detectaram efeitos positivos da utilização da PGF extra no D0 (comparando com uma única dose na retirada do implante) em novilhas Nelore (com e sem CL, juntas). Quando analisado somente as novilhas que estavam ciclando ($\approx 65\%$), Surjus et al. (2018) também não identificaram vantagens desse tratamento. Indo ao encontro desses resultados Alves et al. (2021a, no prelo) não obtiveram diferenças para a P/IA entre novilhas Nelore ($\approx 85\%$ com CL), que receberam duas doses de PGF (no D0 e no D9) (47,6%) e novilhas que receberam apenas uma dose no dia da retirada do implante (D9) (49,3%). Vale ressaltar que no experimento de Colli et al. (2016), apresentado na Tabela 3, apesar dos autores não terem encontrado diferenças entre a P/IA para os protocolos com a dose extra de PGF ou com a antecipação da PGF para novilhas Nelore X Angus, no experimento, não houve uma comparação desses dois tratamentos com o protocolo tradicional (com apenas uma dose de PGF no dia da retirada do implante), não sendo possível identificar se houve efeitos positivos dessas alterações em relação ao manejo tradicional.

Para vacas Nelore, Alves et al. (2021b) não identificaram efeitos positivos do uso da dose extra de PGF no D0, em relação à dose única no momento da retirada do implante, para a taxa de ovulação e para a P/IA (58,7% [849/1447] vs. 56,6 [821/1450]), contudo, o uso da aplicação extra de PGF no D0 tendeu a aumentar a expressão de cio (72,6% [1022/1407] vs. 69,1% [971/1405]), mas isso não interagiu com a presença ou não de CL no início do protocolo.

Além disso, a utilização da PGF no D0, quando analisado somente o grupo de vacas com CL no início do protocolo, tendeu a aumentar a P/IA (69,1% [259/375] vs. 62,5% [198/317]). Os autores, portanto, destacam que a ausência de efeitos positivos encontrados para a P/IA, quando analisado o resultado de todas as matrizes, pode ser parcialmente explicada pela grande quantidade de vacas sem CL (> 70%) ao início do protocolo, durante esse experimento.

3.2.4 Ésteres de estradiol e doses para indução da ovulação

O BE por muitos anos foi utilizado no final do protocolo de sincronização com o objetivo de induzir a ovulação de forma bem-sucedida (CAVALIERI et al., 2002). O CE, por sua vez, é um outro éster de estradiol e que apresenta baixa solubilidade em água, o que gera a necessidade desses ésteres serem aplicados em momento distintos (BARUSELLI et al., 2019). Apesar das diferenças farmacológicas, ambos são eficientes em induzir um pico sincronizado de LH e ovulação. Além disso, vacas de corte *Bos indicus*, submetidas a um protocolo a base de P4/E2/eCG que receberam BE, 24 horas depois da retirada do implante, ou CE, no momento da retirada do implante tiveram P/IA similares, de 57,5% (277/482) e de 61,8% (291/417), respectivamente (SALES et al., 2012).

Em relação ao CE, a dose tradicionalmente utilizada é de 0,5 mg. Todavia, uma mudança adicional avaliada nesses protocolos é alterar a dose para 1,0 mg, com o objetivo de obter uma maior expressão de cio e P/IA. Torres-Júnior et al. (2014) reportaram resultados positivos dessa mudança; vacas *Bos indicus* que receberam a maior dose tiveram P/IA de 55,7% contra 38,6% para as que receberam 0,5 mg. Resultados positivos também foram encontrados por Alves et al. (2021b), sendo que vacas Nelore (*Bos indicus*) que receberam 1,0 mg de CE apresentaram maior manifestação de cio (73,8% vs. 67,9%) e maior P/IA (60,2% vs. 55,1%). Contudo, em raças taurinas, Bosolasco et al. (2016) reportaram P/IA melhores para vacas que receberam a menor dose em relação às matrizes que receberam 1,0 mg de CE (60,4% vs. 50,4%) e Méndez et al. (2020), não encontraram diferenças para vacas Aberdeen Angus que receberam 0,5 ou 1,0 mg de CE (55,8% vs. 57,7%).

3.2.5 A manifestação de cio e a utilização do GnRH no momento da inseminação

É de conhecimento que a manifestação de cio antes da inseminação promove incrementos de fertilidade (SÁ FILHO et al., 2009; SÁ FILHO et al., 2011; PRATA et al., 2020; MADUREIRA et al., 2020b; ALVES et al., 2021b; CEDEÑO et al., 2021) (Tabela 4), devido ao aumento das taxas de ovulação, já que a alta concentração de E2 circulante e ausência de P4

(condição que induz o estro), também induz um pico de GnRH e LH (SAULS et al., 2017). Ademais, tais matrizes também apresentam um ambiente mais propício para otimizar a função endometrial, o crescimento fetal e a manutenção da prenhez (BINELLI et al., 2014; MADSEN et al., 2015). Outros pontos positivos são que a manifestação de cio está associada à presença de CL no início do protocolo e com melhores escores de condição corporal (ECC), fatores que também estão ligados a melhores índices reprodutivos (SÁ FILHO et al., 2009; AYRES et al., 2014; ALVES et al., 2021b). Portanto, uma ferramenta que tem sido empregada em protocolos de IATF com a intenção de melhorar os índices reprodutivos, é administrar GnRH no momento da IA (SÁ FILHO et al., 2011; PRATA et al., 2020; MADUREIRA et al., 2020b; CEDEÑO et al., 2021; ALVES et al., 2021b), visando assegurar que as fêmeas que não manifestaram cio apresentem um pico de LH, teoricamente, reduzindo o número de matrizes que não ovulam ou que apresentam ovulação atrasada, condição que está relacionada com folículos menores e com menores taxas de fertilidade (PFEIFER et al., 2015).

Tabela 4. P/IA para matrizes que tiveram ou não manifestação de cio.

Referência	Categoria	P/IA – cio	P/IA - sem cio	Valor de P
Sá Filho et al. (2011)	Vacas Nelore e ¾ Nelore (n = 726)	61,9% (n = 417)	41,4% (n = 309)	< 0,0001
Prata et al. (2020) *	Vacas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 1343)	58,5% (n = 841)	45,8% (n = 502)	< 0,01
Prata et al. (2020) *	Vacas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 2338)	62,1% (n = 1611)	50,2% (n = 727)	< 0,01
Prata et al. (2020)	Novilhas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 742)	47,8% (n = 724)	27,8% (n = 18)	0,10
Madureira et al. (2020b)	Vacas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 804)	69,1% (n = 488)	53,5% (n = 316)	< 0,001
Madureira et al. (2020b)	Novilhas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 973)	57,4% (n = 745)	48,1% (n = 228)	0,01
Alves et al. (2021b)	Vacas Nelore (<i>Bos indicus</i>) (n = 2789)	62,5% (n = 1976)	45,1% (n = 813)	< 0,001
Cedeño et al. (2021)	Vacas e Novilhas <i>Bos taurus</i> (n = 1356)	56,4% (n = 1038)	46,5% (n = 318)	< 0,01

*Referenciado duas vezes com a mesma categoria animal, por conta de comparações com diferentes durações do protocolo.

Fonte: Dados retirados de SÁ FILHO et al., 2011; PRATA et al., 2020; MADUREIRA et al., 2020b; ALVES et al., 2021b; CEDEÑO et al., 2021; tabela elaborada pelo próprio autor.

Em relação ao uso do GnRH no momento da inseminação, Madureira et al. (2020b), utilizaram protocolos de 7 dias de permanência do implante de P4, com 0,5 mg de CE para indução da ovulação, e identificaram que somente as vacas que não manifestaram cio tiveram melhor fertilidade quando receberam o GnRH no momento da IA (59,1% vs. 48,2% [P/IA]), principalmente para os protocolos que foram iniciados com BE, já que nesse experimento não

houve efeito do uso do GnRH no momento da IATF em vacas com protocolos iniciados com GnRH. Cedeño et al. (2021) também avaliaram a expressão de cio e o tratamento com GnRH em matrizes de corte (Bonsmara, Brangus, Braford, Hereford) sincronizadas por meio de um protocolo a base de P4 e E2, com 7 ou 8 dias de permanência do implante e também com 0,5 mg de CE. Em relação às matrizes que não expressaram cio 48 horas após a retirada do implante (n = 318), as que receberam GnRH, nesse momento, e foram inseminadas 8 horas depois, tiveram uma P/IA satisfatória de 53,8% contra 37,9% para as que não receberam.

Já, Prata et al. (2020), realizaram dois estudos associando a duração dos protocolos com o uso de GnRH ou não no momento da IATF (utilizando 0,6 mg de CE para induzir a ovulação), e encontraram efeitos positivos do uso do GnRH até mesmo para vacas que expressaram cio. No experimento 1 (protocolos de 7 e 8 dias), vacas que receberam GnRH no momento da IATF, apresentaram melhor P/IA (60,9% vs. 56,1%); houve uma tendência de maior impacto do uso do GnRH para as vacas dentro do protocolo mais curto (60,9% vs. 55,9%) do que para as vacas do protocolo de 8 dias (60,8% vs. 56,2%) e também para as vacas, que não expressaram cio (54,0% vs. 46,9%), sendo que não houve efeitos positivos do uso do GnRH na fertilidade para vacas do protocolo de 7 dias que não expressaram cio, mas houve para as do de 8 dias e que não tiveram tal manifestação (55,6% vs. 44,6%). Para o experimento 2 (protocolos de 7 e 9 dias), a utilização do GnRH, de maneira geral, trouxe efeitos positivos para P/IA (56,7% vs. 50,9%) e, diferentemente do esperado, apresentou uma tendência de elevar a fertilidade para vacas que expressaram cio (61,3% vs. 55,5%). Além disso, vacas dentro de um protocolo de 7 dias de permanência de implante apresentaram maiores P/IA quando receberam GnRH (57,9% vs. 47,6%), sendo que, dentro desse protocolo mais curto, o GnRH aumentou a P/IA de vacas que expressaram cio (64,1% vs. 52,6%) e tendeu a aumentar a P/IA das vacas que não (50,0% vs. 41,9%), porém, não foi detectado efeito para o protocolo de 9 dias. Com base nesses dados, os autores concluíram que o uso do GnRH no momento da IATF aparenta ser uma importante ferramenta, particularmente quando se utiliza protocolos mais curtos (ex: 7 e 8 dias) em vacas.

Fortalecendo a hipótese de que em algumas situações o GnRH apresenta vantagens mesmo para animais que manifestaram cio, Méndez et al. (2020), utilizaram um protocolo de 7 dias de permanência do implante de P4 e encontraram efeitos positivos do uso do GnRH, sobre a P/IA, tanto para as vacas (*Bos taurus*) que tiveram tal manifestação (62,3% vs. 55,0%), quanto para as que não (56,9% vs. 47,8%).

No trabalho de Alves et al. (2021b), foram utilizados protocolos de 7 dias de permanência do implante de P4 e o uso do GnRH no momento da IATF aumentou a P/IA

(59,8% vs. 55,5%), particularmente em vacas que não expressaram cio (52,7% vs. 38,1%), vacas com ECC < 3,0 (57,1% vs. 48,6%), em primíparas (50,1% vs. 41,9%) e em vacas que receberam a dose tradicional de CE (0,5 mg) (58,9% vs. 51,3%). Todavia, vacas que manifestaram cio, vacas com ECC \geq 3, vacas múltiparas e vacas que receberam 1,0 mg de CE, não desfrutaram de incrementos de fertilidade com a utilização do GnRH. Um ponto interessante de ser ressaltado é que esses últimos fatores citados (maior ECC, vacas múltiparas e maior dose de CE) estiveram associados com uma maior manifestação de cio do que a encontrada para os seus respectivos grupos opostos.

Especificamente sobre o resultado encontrado para animais que receberam a maior dose de CE, Sá Filho et al. (2011) também verificaram que o uso do GnRH no momento da inseminação não aumentou a P/IA (53,7% vs. 52,6%), inclusive quando analisado, apenas, o grupo de vacas (*Bos indicus*) que não apresentaram cio (37,8% [sem cio; e sem GnRH] vs. 44,7% [sem cio; e com GnRH]), em um trabalho, no qual todas as vacas receberam um protocolo a base de P4/E2, com 8 dias de permanência do implante de P4 e com a utilização 1,0 mg de CE. Contudo, dados opostos aos resultados encontrados por Sá Filho et al. (2011) e Alves et al. (2021b) para vacas que receberam 1,0 mg de CE, foram reportados pelo Prof. Roberto Sartori, em um trabalho realizado pelo Laboratório de Reprodução Animal (LRA) da ESALQ-USP (2021, no prelo), no qual o GnRH aumentou a P/IA (64,2% vs. 52,6%) para vacas Nelore (n = 303), que receberam um protocolo de 7 dias de permanência do implante de P4 e com 1,0 mg de CE, apresentando efeito positivo tanto para as matrizes que manifestaram cio, quanto para as que não. Sendo assim, esse é um ponto ainda indefinido sobre o uso do GnRH e que merece atenção de próximos estudos.

Em relação à categoria das novilhas, Madureira et al. (2020b) e Prata et al. (2020) não encontraram efeitos positivos da utilização do GnRH no momento da inseminação, mesmo para as que não apresentaram cio, em protocolos de 7 a 8 dias de permanência do implante de P4. É de importância destacar que em ambos os estudos, a grande maioria das novilhas apresentava CL (\approx 80%) no início do protocolo, e houve uma alta porcentagem de novilhas que manifestaram cio, chegando até 97,3% das novilhas no trabalho de Prata et al. (2020), e variando entre 70 e 80% de acordo com o tratamento utilizado no de Madureira et al. (2020). Também analisando o efeito do uso do GnRH para novilhas (\approx 65% com CL no início do protocolo), recebendo um protocolo de 7 dias com implante de P4, Surjus et al. (2018), observaram uma tendência do uso do GnRH aumentar a P/IA (48,8% vs. 42,3%),

independentemente de ter expressado cio ou não, e analisando somente as novilhas com CL, o tratamento com GnRH aumentou a P/IA (60,5% vs. 50,7%).

3.3 Considerações

Com base nos dados levantados, verifica-se que para vacas de corte *Bos indicus* (1) os protocolos a base de P4/E2 podem ter diferentes durações de permanência do implante de P4; (2) o uso da PGF extra no D0 ou da antecipação da única dose de PGF, gera resultados positivos para vacas com CL; (3) o aumento da dose de CE traz incrementos para a fertilidade do rebanho e talvez tenha o potencial de eliminar a necessidade do GnRH no momento da inseminação; (4) o uso do GnRH tem grande potencial de aumentar a fertilidade de vacas que receberam protocolos mais curtos e/ou não expressaram cio e, em alguns casos, de aumentar a fertilidade até mesmo para vacas que tiveram tal manifestação.

Já para novilhas, (1) alguns trabalhos mostram que mudanças no tempo de permanência do dispositivo de P4 não afetam a P/IA, e outros mostram efeitos positivos de um protocolo de 7 dias com implante de P4, sendo que nenhum trabalho detectou resultados negativos causados pela utilização desse protocolo mais curto; (2) o uso da PGF extra no D0 ou da antecipação da única dose de PGF aparentemente não gera incrementos de fertilidade, inclusive para novilhas com CL; (3) o uso do GnRH aparentemente não aumenta a P/IA, independentemente da manifestação de cio, de novilhas que estão com um bom ECC e que recebem protocolos de indução da ovulação/ciclicidade altamente eficazes, fazendo com que a grande maioria tenha CL no início do protocolo, contudo, ainda há resultados contraditórios que precisam ser levados em consideração.

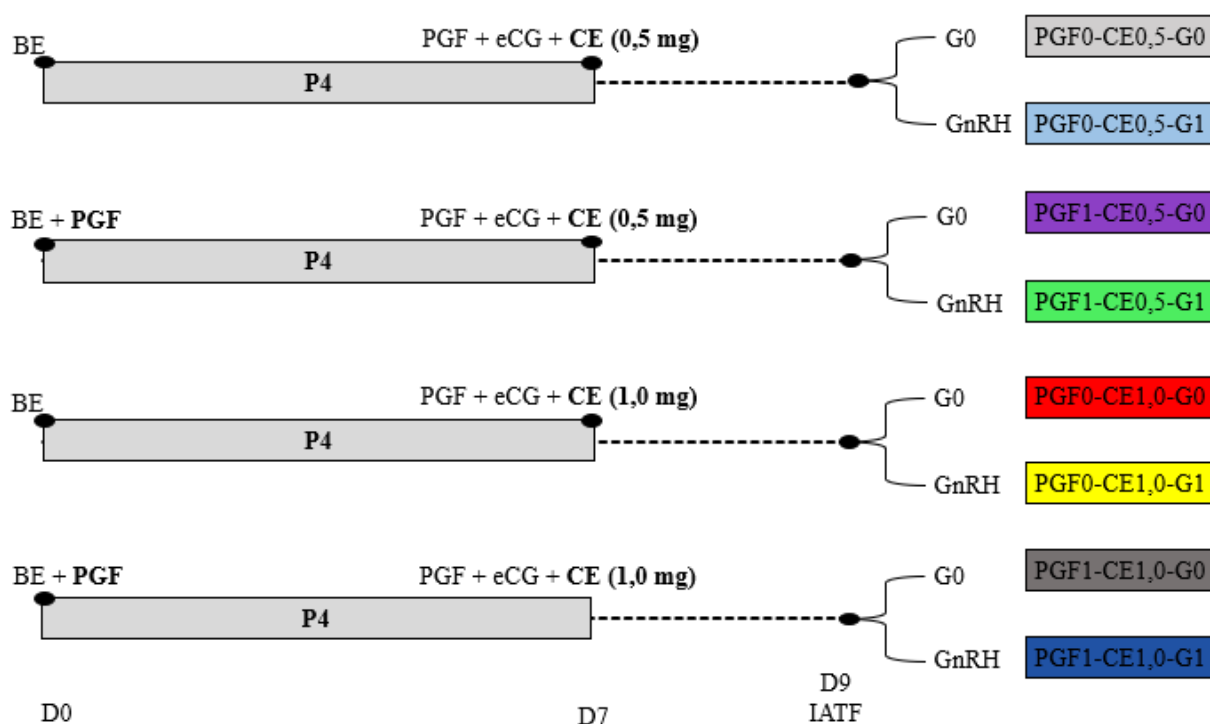
Tendo em vista que os produtores devem tomar decisões associando os dados zootécnicos com os econômicos e que a adoção das alterações apresentadas, visando melhores P/IA, aumentam o gasto necessário com fármacos, é de suma importância realizar análises do custo-benefício desses investimentos, pois, apesar de melhorar os índices reprodutivos, dependendo do investimento necessário, uma estratégia pode ser vantajosa ou não para a rentabilidade da atividade de cria.

4. Materiais e métodos

A análise econômica foi realizada sobre os dados de P/IA de um único experimento, não sendo realizadas comparações entre diferentes trabalhos, devido às variações de metodologia, ambientes, categoria dos animais e outras condições sobre as quais cada um foi realizado. Então, com base nos dados apresentados na revisão bibliográfica, o trabalho de Alves et al.

(2021b) foi escolhido como referência para uma simulação do custo-benefício de protocolos, para vacas, que requerem diferentes investimentos.

Nesse trabalho, os autores avaliaram o desempenho de vacas Nelore ($n = 2897$), com $59,4 \pm 24,1$ dias pós-parto e ECC médio de 2,9 para primíparas ($n = 962$) e de 3,0 para multíparas ($n = 1935$), submetidas à um protocolo de IATF, a base de P4/E2, com 7 dias de permanência do implante de P4, usando diferentes tratamentos hormonais, em um fatorial $2 \times 2 \times 2$. As alterações analisadas foram: 1) PGF ou não no D0 do protocolo; 2) 1,0 mg ou 0,5 mg de CE no dia da retirada do implante de P4 (D7); 3) GnRH ou não no momento da IATF (D9) (Figura 1).



No D0 do protocolo todas as vacas receberam um implante intravaginal de 1,0 g de P4 e 2,0 mg de BE, além disso, receberam (PGF1) ou não (PGF0) 0,5 mg de cloprostenol de sódio (PGF). No D7 o implante foi retirado e todas as vacas receberam 0,5 mg de PGF e 300 UI de eCG, além de 0,5 (CE0,5) ou 1,0 mg (CE1,0) de CE. No D9 (48 horas após a retirada do implante) as vacas foram inseminadas (foi utilizado sêmen de 17 touros diferentes) e receberam (G1) ou não (G0) 8,4 μ g de acetato de busarelina (GnRH).

Figura 1: Esquematização do fatorial $2 \times 2 \times 2$ utilizado, resultando em 8 grupos experimentais.

Fonte: Adaptado de Alves et al. (2021b)

A P/IA geral (1ª IATF e Ressincronização), após 30 dias, para cada um dos 8 grupos experimentais foi: 1) PGF0-CE0,5-G0 50,0% (182/364); 2) PGF0-CE0,5-G1 57,0% (207/363); 3) PGF1-CE0,5-G0 52,6% (207/363); 4) PGF1-CE0,5-G1 60,8% (219/360); 5) PGF0-CE-1,0-G0 59,4% (214/360); 6) PGF0-CE1,0-G1 60,1% (218/363); 7) PGF1-CE1,0-G0 59,8% (216/361); 8) PGF1-CE1,0-G1 61,4% (223/363), mostrando que até mais de 10 pontos

percentuais de P/IA podem ser alcançados com a utilização de protocolos otimizados ao invés do tradicional (PGF0-CE0,5-G0) (Figura 2).

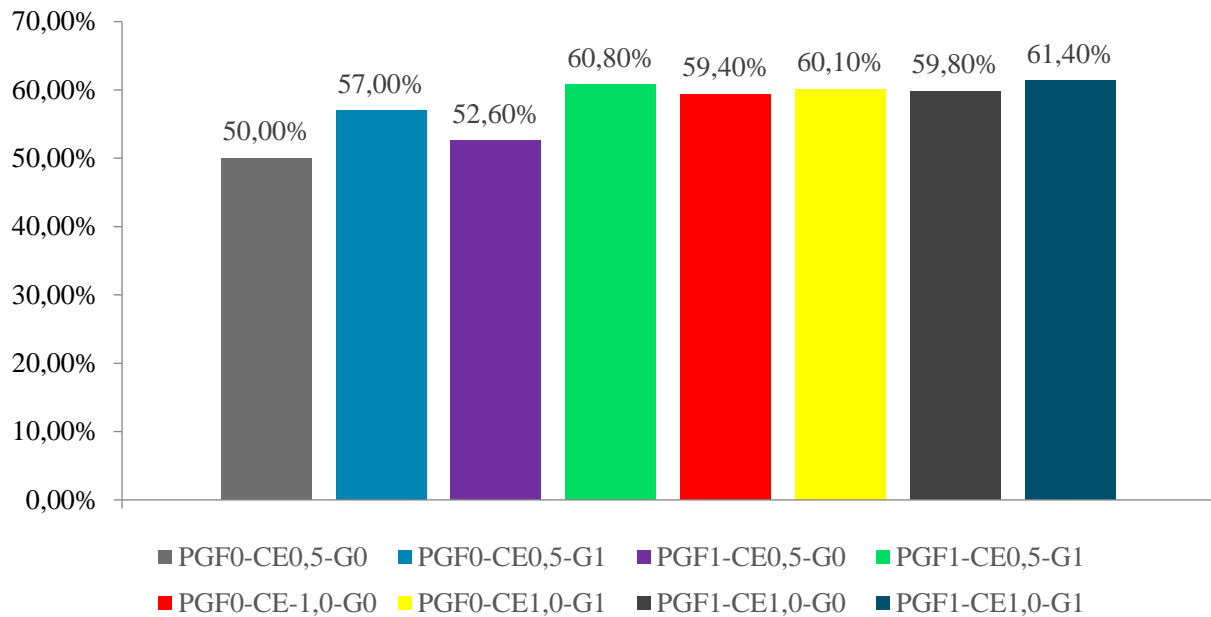


Figura 2. P/IA, após 30 dias, considerando juntas no cálculo a 1ª IATF e a Ressincronização, para cada um dos grupos.

Para a análise econômica foram considerados os dados de P/IA, separadamente, da 1ª IATF e das ressincronizações, para os seguintes protocolos: (1) “Tradicional” (PGF0-CE0,5-G0); (2) “Investimento Intermediário-CE” (PGF0-CE1,0-G0); (3) “Investimento Máximo” (PGF1-CE1,0-G1) (Tabela 5).

Tabela 5. P/IA para a 1ª IATF e para a Ressincronização, separadamente, para cada um dos grupos utilizados na análise econômica.

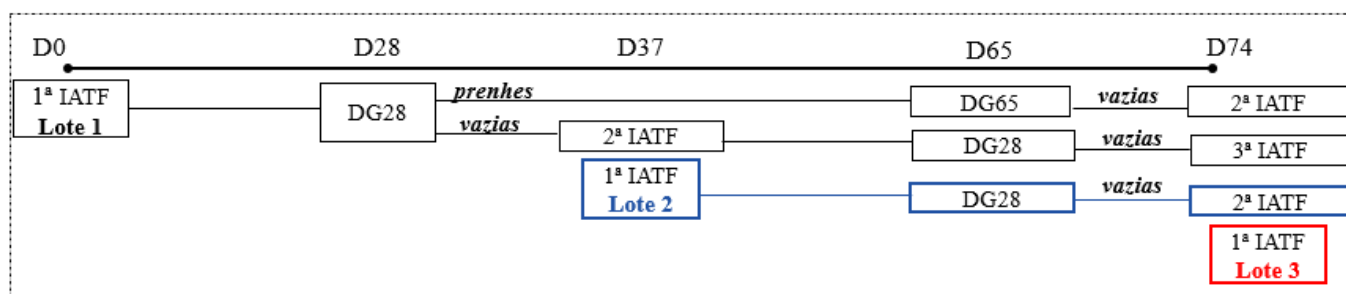
Tratamento	P/IA no dia 30	
	Primeira IA (n/n)	Ressincronização (n/n)
PGF0-CE0,5-G0 (Tradicional)	52,5% (138/263)	43,6% (44/101)
PGF0-CE1,0-G0 (Intermediário)	61,0% (150/246)	56,1% (64/114)
PGF1-CE1,0-G1 (Máximo)	61,8% (160/259)	60,6% (63/104)

Fonte: Alves et al. (2021b) – Dados não publicados.

Foi considerado um cenário hipotético de uma fazenda de cria com estação de monta (EM) definida, de 74 dias de duração, iniciando-se no dia 01 de novembro (data da primeira inseminação [D0 da EM]) e com a última inseminação no dia 14 de janeiro (D74 da EM). Durante esse período realizava-se até três inseminações por matriz. O diagnóstico de gestação (DG) via ultrassonografia era realizado 28 dias (DG28) após a inseminação, sendo realizado um segundo diagnóstico nas vacas detectadas como prenhes no 1º DG, 65 dias após a

inseminação (DG65). Nas vacas detectadas como vazias em algum desses diagnósticos, no mesmo momento, iniciava-se novamente o protocolo, com 7 dias de permanência do implante de P4, para a ressincronização, e 2 dias após a retirada do implante, as matrizes eram novamente inseminadas (Figura 3).

No trabalho utilizado como referência, a perda gestacional média entre 30 e 60 dias após a inseminação foi de 4,9%, não sendo influenciada pelo protocolo utilizado. Sendo assim, esse foi o valor considerado para as perdas gestacionais entre o DG28 e o DG65. Contudo, no trabalho de Alves et al. (2021b), não foram avaliadas as perdas entre 60 dias após a inseminação até o dia do parto. Portanto, para possibilitar o cálculo da quantidade de bezerros nascidos, foi considerado uma perda gestacional do DG65 até o parto de 5% (REESE et al., 2016).



** Parte das vacas diagnosticadas como preñes nos diagnósticos de gestação do D65 da EM, ainda sofreram com as perdas gestacionais, contudo, essas matrizes não tiveram a oportunidade de serem inseminadas novamente e ficaram vazias. O mesmo vale para as vacas inseminadas no último dia da EM (D74)

Figura 3. Esquemática do cronograma das inseminações e diagnósticos de gestação que ocorrem durante o período da estação de monta (D0 a D74).

A simulação foi feita para um período de três EM, com a primeira EM (2016/17) se iniciando no dia 01/11/2016 e encerrando-se no dia 14/01/2017. Para todos os anos, foi considerado que o produtor separou do seu plantel de matrizes, uma quantidade constante de 500 vacas Nelore, reprodutivamente aptas, para receber um dos protocolos propostos, sendo que o restante das matrizes continuou dentro da estratégia reprodutiva já utilizada na fazenda. Para o primeiro ano foi considerado que 60%, das 500 matrizes selecionadas, estavam aptas para receber o protocolo no D0 da EM, 30% aptas a partir do D37 e 10% aptas a partir do D74. Para os anos seguintes, a partir de 35 dias após o parto as matrizes foram consideradas aptas para serem inseminadas (CARVALHO et al., 2020). Os touros utilizados sempre foram da raça Nelore e o tempo médio de gestação considerado foi de 293 dias (ALENCAR e BUGNER, 1987). Sendo assim, as vacas que emprenharam no D0 ou no D37 da EM e que mantiveram a gestação até o parto, na estação seguinte, já estavam aptas para serem inseminadas logo no D0, já as que emprenharam apenas no D74 e mantiveram a gestação até o parto estavam aptas para serem inseminadas a partir do D37 da EM seguinte. Em relação a quantidade “X” de vacas

solteiras ao final da estação, foi considerado que essas eram descartadas e repostas com novilhas, que iniciavam a vida reprodutiva recebendo a estratégia já utilizada na fazenda. Então, visando sempre manter no seu rebanho a mesma proporção de 500 vacas recebendo um dos protocolos propostos, o produtor selecionava a mesma quantidade “X” de vacas lactantes que já estavam em seu plantel recebendo, anteriormente, o manejo reprodutivo padrão da fazenda, e inseria-as na estratégia reprodutiva proposta (uso de um dos protocolos), mantendo a proporção de 60% dessa quantidade de vacas sendo inseminadas logo no D0, 30% no D37 e 10% no D74.

A idade ao desmame dos bezerros foi de 8 meses (243 dias), sendo assim, bezerros oriundos da EM de 2016/17, foram desmamados e comercializados em 2018, os oriundos da EM de 2017/18, desmamados e comercializados em 2019 e os oriundos da EM de 2018/19, desmamados e comercializados em 2020. Ademais, a taxa de mortalidade dos bezerros do parto até o desmame, e o peso dos bezerros ao desmame, variaram de acordo com a época de nascimento dos mesmos (Tabela 6).

Tabela 6. Taxa de mortalidade e peso à desmama dos bezerros Nelore, de acordo com o mês de nascimento.

	Mês de nascimento dos bezerros											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mortalidade (%)	8	9	8	7	6	5	4	3	4	5	6	7
Peso à desmama (kg)	185,5	182	183	185,5	189	195	203	207,5	208	203,5	196,5	191

*Os pesos representados equivalem à média entre bezerros machos e fêmeas, oriundos de IATF com sêmen de touros Nelore, e foram baseados em dados cedidos pela ANCP (2014 – 2017) e por Rogério Peres (Agropecuária Fazenda Brasil – MT) e apresentados por Silva e Sartori no Encontro de Criadores da SCOT Consultoria (2019).

Fonte: Silva e Sartori - Encontro de Criadores da SCOT Consultoria (2019)

O valor do kg do bezerro desmamado, para possibilitar o cálculo do valor de comercialização do bezerro, no mês do seu desmame, foi obtido através dos dados levantados pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA/ ESALQ-USP), para o estado do Mato Grosso do Sul (Tabela 7).

Tabela 7. Valor do kg do bezerro comercializado, calculado com base no “Indicador de Preços do Bezerro ESALQ/BM&FBovespa”, para cada mês do ano entre 2018 e 2020.

Mês	2018	2019	2020
Jan	R\$ 5,8	R\$ 6,1	R\$ 8,6
Fev	R\$ 5,9	R\$ 6,3	R\$ 9,4
Mar	R\$ 6,0	R\$ 6,3	R\$ 9,6
Abr	R\$ 6,0	R\$ 6,2	R\$ 9,1
Mai	R\$ 5,7	R\$ 6,2	R\$ 8,8
Jun	R\$ 5,8	R\$ 6,1	R\$ 9,5
Jul	R\$ 5,9	R\$ 6,4	R\$ 10,2
Ago	R\$ 6,1	R\$ 6,7	R\$ 10,3
Set	R\$ 6,3	R\$ 7,1	R\$ 10,7

Out	R\$ 6,5	R\$ 7,3	R\$ 12,0
Nov	R\$ 6,4	R\$ 8,0	R\$ 13,0
Dez	R\$ 6,6	R\$ 8,9	R\$ 13,2

* O Indicador de Preços do Bezerro ESALQ/BM&FBovespa é uma média simples dos preços do animal Nelore de 8 a 12 meses negociado nos últimos sete dias no estado de Mato Grosso do Sul. O Indicador é obtido pela multiplicação do preço médio do quilo dos animais da amostra pelo peso médio dos mesmos (média aritmética). O Indicador é expresso em reais por animal, à vista, isento de Funrural.

Os custos com fármacos utilizados nos protocolos foram fornecidos pela GlobalGen vet Science (Tabela 8). Com base nos dados de Baruselli et al. (2016, 2019), que relatou custos com a mão de obra veterinária de R\$ 17,00 e R\$ 20,00/vaca protocolada, para os anos de 2015 e 2018, respectivamente, e custos com cada dose de sêmen de R\$ 20,00 durante esses dois anos, para a presente análise foi considerado um custo fixo de R\$ 40,00 com dose de sêmen + mão de obra veterinária/vaca protocolada para as três EM. Com esses dados em mãos, foi calculado o custo/vaca protocolada para as três EM e para cada um dos protocolos (Tabela 9).

Tabela 8. Valor dos fármacos utilizados de acordo com as doses e estações de monta.

Item	2016/17	2017/18	2018/19
Implante de P4 (1,0 g)	R\$ 6,78	R\$ 6,95	R\$ 7,16
BE (2,0 mg)	R\$ 0,40	R\$ 0,40	R\$ 0,41
PGF (0,5 mg de clopr. sódico)	R\$ 2,18	R\$ 2,27	R\$ 2,34
eCG (300 UI)	R\$ 7,97	R\$ 8,39	R\$ 8,84
CE (0,5 mg)	R\$ 0,24	R\$ 0,25	R\$ 0,26
GnRH (8,4 µg de acet. de buser.)	R\$ 3,80	R\$ 3,92	R\$ 4,00

Fonte: Dados cedidos pela GlobalGen vet Science.

Tabela 9. Custo/vaca protocolada, de acordo com a estação de monta e o protocolo adotado, já incluindo os custos com sêmen, mão de obra e fármacos.

Protocolo	Estação de monta	Custo/vaca protocolada
Tradicional	2016/17	R\$ 57,56
Tradicional	2017/18	R\$ 58,26
Tradicional	2018/19	R\$ 59,01
Intermediário	2016/17	R\$ 57,80
Intermediário	2017/18	R\$ 58,51
Intermediário	2018/19	R\$ 59,27
Máximo	2016/17	R\$ 63,78
Máximo	2017/18	R\$ 64,70
Máximo	2018/19	R\$ 65,61

A simulação foi feita utilizando o programa Microsoft Excel® e as variáveis e índices analisados, para cada um dos três protocolos e para cada uma das estações de monta, foram:

(1) **Taxa de natalidade (TN)**

$TN = n^{\circ} \text{ de bezerros nascidos} \div n^{\circ} \text{ de vacas aptas para reprodução}^1$

¹ 500 vacas para todas as EM

(2) **Taxa de desmame (TD)**

$TD = n^{\circ} \text{ de bezerros desmamados} \div n^{\circ} \text{ de vacas aptas para reprodução}$

(3) **Quilograma de bezerros desmamados por vaca (kg de Bez. desmamado/Vaca)**

$\text{kg de Bez. desmamado/Vaca} = (\text{Peso médio dos bezerros ao desmame} * n^{\circ} \text{ total de bezerros desmamados}) \div n^{\circ} \text{ de vacas aptas para reprodução}$

(4) **Valor médio/bezerro**

$\text{Valor médio/bezerro} = \text{Receita bruta gerada com a venda dos bezerros}^2 \div n^{\circ} \text{ de bez. desmamados}$

² soma dos valores gerados com a venda de cada cabeça. O valor do kg do bezerro varia de acordo com o mês/ano do desmame (Tabela 7), e o peso dos mesmos ao desmame de acordo com o mês de nascimento (Tabela 6).

(5) **Custo total com protocolos**

$\text{Custo total com protocolos} = n^{\circ} \text{ de protocolos de IATF realizados}^3 * \text{custo/vaca protocolada}$

³ inclui protocolos para a 1ª IATF e Ressincronizações (fármacos + mão de obra + sêmen)

(6) **Custo com protocolos/bezerro desmamado**

$\text{Custo com protocolos/bez. desm.} = \text{Custo total com protocolos} \div n^{\circ} \text{ de bez. desmamados}$

(7) **Receita livre dos custos com protocolos (RL)**

$RL = \text{Receita bruta gerada com a venda dos bezerros} - \text{Custo total com protocolos}$

(8) **RL/bezerro desmamado**

$RL/\text{bezerro desmamado} = RL \div n^{\circ} \text{ de bezerros desmamados}$

(9) **RL/vaca**

$RL/\text{vaca} = RL \div n^{\circ} \text{ de vacas aptas para reprodução}$

5. Resultados e discussão

Os resultados obtidos com a utilização de cada protocolo, durante as três EM, podem ser encontrados na tabela a seguir (Tabela 10).

Tabela 10. Resultados obtidos com a utilização de cada um dos protocolos (Tradicional [PGF0-CE0,5-G0]; Intermediário [PGF0-CE1,0-G0] e Máximo [PGF1-CE1,0-G1]), para cada uma das estações de monta.

Índices	Estação de Monta 2016/2017			Estação de Monta 2017/2018			Estação de Monta 2018/2019		
	Tradicional	Intermed.	Máximo	Tradicional	Intermed.	Máximo	Tradicional	Intermed.	Máximo
TN (%)	71,21	79,02	80,59	73,84	82,01	83,71	74,34	82,61	84,33
TD (%)	68,30	75,83	77,35	70,93	78,87	80,51	71,44	79,49	81,15
kg de Bez. desmamado/Vaca (kg)	140,1	155,7	158,8	145,8	162,4	165,8	146,9	163,7	167,2
Peso médio dos bez. ao desm. (kg)	205,1	205,3	205,3	205,6	205,9	206,0	205,6	206,0	206,0
Valor médio/bezerro (R\$)	1.202,75	1.204,33	1.204,26	1.289,32	1.290,19	1.290,30	1.888,10	1.884,79	1.884,05
Receita Bruta (R\$)	410.740,38	456.651,97	465.749,37	457.269,22	508.780,31	519.406,86	674.401,38	749.108,82	764.498,96
n° de protocolos realizados	802	736	726	835	765	755	842	771	760
Custo total protocolos (R\$)	46.157,58	42.531,34	46.313,38	48.659,75	44.782,21	48.822,33	49.657,93	45.716,69	49.884,34
Custo com protocolo/bez. desm. (R\$)	135,16	112,17	119,75	137,20	113,56	121,28	139,03	115,03	122,94
RL (R\$)	364.582,81	414.120,63	419.435,99	408.609,47	463.998,10	470.584,53	624.743,45	703.392,12	714.614,62
RL/vaca (R\$)	729,17	828,24	838,87	817,22	928,00	941,17	1.249,49	1.406,78	1.429,23
RL/bez. Desmamado (R\$)	1.067,59	1.092,17	1.084,51	1.152,12	1.176,63	1.169,02	1.749,08	1.769,77	1.761,11

Devido às maiores P/IA, tanto para a 1ª IATF quanto para as ressinchronizações, o protocolo de máximo investimento resultou em maiores TN e TD, para todas as EM (Tabela 10), sendo seguido pelo protocolo de investimento intermediário, com valores relativamente próximos, e por último pelo tradicional. Considerando as três EM em conjunto, o protocolo tradicional, resultou em uma TN e TD de 9,75 e de 9,45 pontos percentuais mais baixas que as TN e TD obtidas com o protocolo de investimento máximo e de 8,09 e 7,84 pontos percentuais mais baixas em relação as obtidas com o protocolo intermediário (Tabela 11).

Apesar das diferenças praticamente irrelevantes para peso médio dos bezerros ao desmame, o que mostra que os protocolos não tiveram muitas diferenças em relação a proporção de bezerros nascidos entre os meses de agosto e novembro, o protocolo tradicional resultou em valores muito menores de quilograma de bezerros desmamados por vaca para as três EM, em relação aos outros dois protocolos, devido as menores TN e TD (Tabela 10). Analisando o resultado obtido com todas as EM em conjunto, o protocolo tradicional resultou em 144,3 kg

de Bez. desmamado/vaca, enquanto os protocolos de investimento máximo e intermediário resultaram em 163,9 e 160,6 kg de Bez. desmamado/vaca, respectivamente. Como consequência desses dois pontos, o valor médio/bezerro foi muito similar para os três protocolos, durante todas as EM, sendo interessante notar a grande diferença do valor de comercialização dos bezerros gerados pela última estação de monta, devido ao grande aumento dos valores de comercialização do kg do bezerro no ano de 2020 (Tabela 7). Já a receita bruta gerada com a venda dos bezerros, foi muito menor para o protocolo tradicional em comparação com o de investimento máximo e intermediário. Somando-se a receita bruta gerada pelas três EM, com um número constante de 500 vacas durante cada uma dessas estações, o protocolo tradicional gerou R\$ 1.542.411,0 o protocolo de investimento máximo R\$ 1.749.665,2 e o intermediário R\$ 1.714.541,1 (Tabela 11).

Devido às menores P/IA tanto para a 1ª IATF, quanto para as ressincronizações, o protocolo tradicional resultou em um número bem maior de protocolos realizados, durante as três EM (Tabela 10). Somando o número de protocolos realizados durante todas as EM, a estratégia tradicional resultou em 238 e 206 protocolos a mais do que as estratégias de investimento máximo e intermediário, respectivamente (Tabela 11). Com isso, apesar do custo com fármacos ser bem menor com o uso do protocolo tradicional, na soma das três EM, essa estratégia resultou em uma economia de apenas R\$ 544,80 quando comparada à estratégia de investimento máximo (Tabela 11). Já, a estratégia de investimento intermediário resultou nos menores custos com protocolos, gerando uma economia de R\$ 11.989,80 e de R\$ 11.445,00 em relação aos protocolos de investimento máximo e tradicional, respectivamente, ao longo das três EM (Tabela 11). Além disso, o custo com protocolos/bez. desmamado foi menor para o protocolo de investimento intermediário, sendo que nesse aspecto o protocolo tradicional foi o menos eficiente. Ao longo de todo o período analisado, a utilização dos protocolos tradicional, de investimento máximo ou intermediário resultaram em custos com protocolos/bezerro desmamado de R\$ 137,16, R\$ 121,35 e R\$ 113,61, respectivamente (Tabela 11).

A receita livre (RL) dos custos com protocolos foi maior para a estratégia de máximo investimento, que gerou na soma de todo o período analisado, R\$ 1.604.635,1. Com a segunda maior RL, a estratégia de investimento intermediário gerou R\$ 1.581.510,8 (diferença de R\$ 23.124,3 em relação ao protocolo máximo), e com a menor RL de todas, o protocolo tradicional resultou em R\$ 1.397.935,7, sendo essa uma diferença bem maior em relação aos outros dois protocolos (R\$ 206.699,4 em relação à RL gerada pelo protocolo máximo) (Tabela 11). Consequentemente, o protocolo tradicional foi o menos eficiente quando analisado os índices

RL/bezerro desmamado e RL/vaca, durante as três EM (Tabela 10). É interessante notar que quando analisado a RL/vaca, o protocolo de máximo investimento foi o mais eficiente e que quando analisado a RL/bezerro desmamado, o mais eficiente, foi o protocolo de investimento intermediário. Isso ocorreu pelo simples fato de que a quantidade de vacas foi constante (500 vacas/EM). Sendo assim, obviamente, o protocolo que resultasse na maior RL, resultaria em um índice de RL/vaca maior, contudo, o número de bezerros desmamados não foi constante e variou de acordo com o protocolo escolhido, e como o protocolo intermediário resultou ao longo de todo o período em 24 bezerros a menos que o protocolo de investimento máximo, isso foi o suficiente para fazer com que a sua a RL/bezerro desmamado fosse a maior. Já o protocolo tradicional, foi tão ineficiente em relação aos outros, tendo uma RL bem menor, que mesmo desmamando 142 bezerros a menos que a estratégia de investimento máximo, continuou tendo a pior RL/bezerro desmamado de todas (Tabela 11).

Tabela 11. Índices para todo o período de análise (considerando os resultados obtidos com as três estações de monta, em conjunto), para cada um dos protocolos.

Índices	Tradicional	Intermediário	Máximo
TN (%)	73,13	81,21	82,88
TD (%)	70,22	78,06	79,67
kg de Bez. desmamado/Vaca (kg)	144,3	160,6	163,9
Peso médio dos bez. ao desm. (kg)	205,4	205,7	205,8
Valor médio/bezerro (R\$)	1.464,30	1.464,21	1.464,06
Receita Bruta (R\$)	1.542.410,99	1.714.541,09	1.749.655,19
n° de protocolos realizados	2479	2273	2241
Custo total protocolos (R\$)	144.475,25	133.030,24	145.020,05
Custo com protocolo/bez. desm. (R\$)	137,16	113,61	121,35
RL (R\$)	1.397.935,74	1.581.510,85	1.604.635,13
RL/vaca (R\$)	931,96	1.054,34	1.069,76
RL/bez. Desmamado (R\$)	1.327,14	1.350,60	1.342,71

6. Conclusão

Com base na revisão bibliográfica e com os dados da simulação realizada nesse trabalho, conclui-se que a realização de maiores investimentos em protocolos de sincronização para a IATF apresenta grande potencial de melhorar além dos índices zootécnicos de uma propriedade, os resultados econômicos, mostrando uma constância de resultados, inclusive para épocas nas quais os valores de comercialização dos bezerros estavam sendo mais baixos do que os encontrados atualmente na pecuária nacional.

O protocolo de investimento máximo, com base nos dados utilizados, gerou uma RL aproximadamente 14,8% e 1,5% maior que as dos protocolos de investimento tradicional e intermediário, respectivamente. Portanto, para essa situação, esse foi o protocolo que apresentou o melhor custo-benefício.

Além disso, vale ressaltar que essa foi uma análise feita com bases nos dados de P/IA de uma situação específica, e que dificilmente, os valores serão exatamente iguais em outras propriedades e estudos, contudo, a metodologia utilizada, é uma metodologia simples e que pode ser facilmente extrapolada para os dados de cada sistema produtivo, auxiliando os produtores a realizarem suas tomadas de decisões com base em dados.

Referências Bibliográficas

ABIEC. **Beef Report 2020**. São Paulo, 2020. 50 p.

ALENCAR, MM de; BUGNER, M. Desempenho produtivo de fêmeas das raças Canchim e Nelore: II. Primeiro parto. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 22, n. 8, 1987.

ALVES, R. L. O. R.; et al. Fertility of Nelore heifers submitted to 7 or 9-d fixed-time AI protocols with Prostaglandin F2 α administered at different time. 2021a. No prelo.

ALVES, R. L. O. R.; SILVA M. A; CONSENTINI C. E. C; SILVA L. O; FOLCHINI N.P.; OLIVA A. L; PRATA A. B; GONÇALVES J. R. S.; WILTBANK M. C.; SARTORI R. Hormonal combinations aiming to improve reproductive outcomes of *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed AI protocols. **Theriogenology**, v. 169, p. 89-99, 2021b. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.04.007>

ASBIA. **Index ASBIA 2019**. Uberaba, 2020. 25 p.

ASBIA. **Index ASBIA 2020**. Uberaba, 2021. 42 p.

AYRES, H.; FERREIRA R. M.; TORRES-JÚNIOR J.R.S.; DEMÉTRIO C. G. B.; SÁ FILHO M. F.; GIMENES L. U.; PENTEADO L.; D'OCCHIO M. J.; BARUSELLI P. S. Inferences of body energy reserves on conception rate of suckled Zebu beef cows subjected to timed artificial insemination followed by natural mating. **Theriogenology**, v. 82, n. 4, p. 529-536, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.04.026>.

BARBUIO J. P.; GIROTTO R. W.; MARQUES M. O.; PENTEADO L.; REZENDE R. G.; MINGOTI R. D.; VIEIRA L.M.; COLLI M. H. A.; BARUSELLI P. S. Pregnancy rate of lactating Nelore cows synchronized with progesterone devices or new progestogen implants or used for eight or nine days. **Anim Reprod** (Abstract), v. 13, p. 419, 2016.

BARBUIO, J. P.; CATUSSI, B. L. C.; SURDI, P. H. B.; SILVA, L. G.; SANTOS, M. H.; FAVARO JR. A.; AYRES, H. ALVES ANTONIO, D. B.; MARQUES, M. D. O.; MINGOTI, R. D.; SÁ FILHO, M. F.; BARUSELLI, P. S. Effect of time of permanence (7 vs. 8 days) of intravaginal progesterone devices on follicular dynamics and pregnancy rate of Nelore (*Bos indicus*) heifers. **Animal Reproduction**, v.17, n.3. 2020.

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O.; CARVALHO, N. A. T.; MADUREIRA, Ed Hoffmann; CAMPOS FILHO, E. P. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 26, n. 3, p. 218-221, 2002.

BARUSELLI, P. S. ; REIS, E. L.; MARQUES, M. O.; NASSER, L. F.; BÓ, G.A. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. **Animal Reproduction Science**, v. 82, p. 479-486, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2004.04.025>

BARUSELLI, P. S.; AYRES, H.; SOUZA, A. H.; MARTINS, C. M.; GIMENES, L. U.; TORRES-JUNIOR, J. R. S. IMPACTO DA IATF NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA EM BOVINOS DE CORTE. BIOTECNOLOGIA DA REPRODUÇÃO EM BOVINOS. **Anais 2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada**, p. 113-132, 2006.

BARUSELLI, P. S. IATF supera dez milhões de procedimentos e amplia o mercado de trabalho. **Revista CFMV**, n° 69, p 57-60, 2016

BARUSELLI, P. S.; MARQUES, M. O.; BORGES A.; PENTEADO L. Impactos econômicos do uso de tecnologia reprodutiva na fazenda. **Anais do Encontro dos Encontros - SCOT Consultoria 2017**, p. 45 – 55, 2017a.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; ELLIFF, F. M.; SÁ FILHO, M. F.; VIEIRA, L.; FREITAS, B. G. 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, 2017b. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-ar999>

BARUSELLI, P. S.; CATUSSI, B. L. C; ABREU, L. A.; FLAVIA, M. E.; SILVA; L. G. S.; BATISTA E. O. S. Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. **Animal Reproduction**, v. 16, n. 3, p. 364-375, 2019. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-ar2019-0050>

BARUSELLI, P.S. Avaliação do mercado de IATF no Brasil (2019). **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 3ª ed., 2020. <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>

BARUSELLI, P.S. Mercado da IATF cresce 30% em 2020 e supera 21 milhões de procedimentos. **Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP**, 5ª ed., 2021. <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>

BINELLI, M.; PUGLIESI G.; HOECK V.V.; SPONCHIADO M.; RAMOS R. S.; OLIVEIRA M. L.; FRANCA M. R.; D’ALEXANDRI F. L.; MESQUITA F. S.; MEMBRIVE C. M. B. The role of proestrus on fertility and postovulatory uterine function in the cow. **Animal Reproduction**, p. 246-253, 2014. <http://hdl.handle.net/11449/117704>

BÓ, G. A.; LAMATA, J. J.; BARUSELLI, P. S.; MENCHACA, A. Alternative programs for synchronizing and resynchronizing ovulation in beef cattle. **Theriogenology**, v. 86, n. 1, p. 388-396, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.04.053>

BOSOLASCO, D.; OLIVEIRA, R. N.; CUADRO, F.; MEIKLE, A. M. A. Effect of estradiol cypionate on time of ovulation, luteal function and pregnancy rate in protocols for FTAI in beef cattle. **Proc 30th Annu Meet Brazilian Embryo Technol Soc**, (Abstract):432, 2016.

CARVALHAES, R. P. A; COLLI, M. H. A.; ALMEIRDA, T. T.; MINGOTI, R. D.; VIEIRA, L. M.; SANTOS, M. H.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. Pregnancy rate following FTAI of Nelore (*Bos indicus*) cows submitted to protocols of 3 or 4 cattle handling with administration of PGF in diferente moments. **Anim Reprod**, 13:432. (abstract), 2016.

CARVALHO, J. B. P. de; CARVALHO, N. A. T.; REIS, E.L.; NICHI, M.; SOUZA, A. H.; BARUSELLI, P.S. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* × *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. **Theriogenology**, v. 69, n. 2, p. 167-175, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.08.035>

CARVALHO, J. S. de; CARVALHO, R.; GOES, R. B.; RODRIGUES, A. D. P.; MARQUES, H. S.; BOZI, J. D.; PERES, R. F. G. Influência de dias entre parto e início do protocolo de IATF, na taxa de prenhez de vacas de corte inseminadas em tempo fixo. **Anais da XXXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões on-line**. 2020.

CAVALIERI, J.; COLEMAN, C.; RODRIGUES, H.; MACMILLAN, K. L.; FITZPATRICK, L. A. The effect of timing of administration of oestradiol benzoate on characteristics of oestrus, timing of ovulation and fertility in *Bos indicus* heifers synchronised with a progesterone releasing intravaginal insert. **Australian veterinary journal**, v. 80, n. 4, p. 217-223, 2002. <https://doi.org/10.1111/j.1751-0813.2002.tb10817.x>

CEDEÑO A. V.; CUERVO R.; TRÍBULO A.; TRÍBULO R.; ANDRADA S.; MAPLETOFT R.; MENCHACA A.; BÓ G. A. Effect of expression of estrus and treatment with GnRH on pregnancies per AI in beef cattle synchronized with an estradiol/progesterone-based protocol. **Theriogenology**, v. 161, p. 294-300, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.12.014>

CEPEA (ESALQ-USP). **INDICADOR DO BEZERRO ESALQ/ BM&FBOVESPA - MATO GROSSO DO SUL**. Piracicaba. [s.d.]

CERRI R. L.; RUTIGLIANO H. M.; CHEBEL R. C.; SANTOS J. E. P. Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. **Reproduction**, v. 137, n. 5, p. 813-823, 2009. <https://doi.org/10.1530/REP-08-0242>

COLLI, M. H. A.; CARVALHAES, R. P. A.; MINGOTI, R. D.; VIEIRA L. M.; REZENDE, R. G.; SANTOS, M. H.; SALES, J. N. S., BARUSELLI, P. S. Pregnancy rate to FTAI of Crossbred heifers (*B. indicus* x *B. taurus*) submitted to protocols of 3 or 4 handling cattle. **Anim Reprod**, 13:425. (abstract), 2016.

DADARWAL D.; MAPLETOFT R. J.; ADAMS G.P.; PFEIFER L. F. M.; CREELMAN C.; SINGH J. Effect of progesterone concentration and duration of proestrus on fertility in beef cattle after fixed-time artificial insemination. **Theriogenology**, v. 79, n. 5, p. 859-866, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2013.01.003>

FELISBINO, A. R. N.; SOUZA, D. F. C.; ERENO JR., J. C.; LIMA, T. A.; CARVALHO, L. B.; SERAFIM, L. F.; FREITAS, B. G.; GURREIRO, B. M.; SALES, J. N.; BARUSELLI, P. S. A redução da permanência do dispositivo intravaginal de P4 de 8 para 7 dias aumenta a taxa de prenhez de novilhas Nelore (*Bos indicus*) submetidas à IATF em fazendas que utilizam suplementação nutricional. **Anais da XXXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões on-line**. 2020.

LRA (ESALQ-USP). Fertilidade de vacas Nelore submetidas a protocolos de IATF com 7 dias de implante de progesterona com 1 mg de CE e com ou sem GnRH no momento da IATF. 2021. No prelo.

LONERGAN, Patrick. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. **Theriogenology**, v. 76, n. 9, p. 1594-1601, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.012>

MACHADO, R.; BARBOSA, R. T.; BERGAMASCHI, M. A. C. M.; FIGUEREIDO, R. A. A inseminação artificial em tempo fixo como biotécnica aplicada na reprodução dos bovinos de corte. In: **Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMANA DO ESTUDANTE, 18., 2007, São Carlos, SP. Palestras... São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

MADSEN, C. A.; PERRY, G. A.; MOGCK, C. L.; DALY, R. F.; MACNEIL, M. D.; GEARY, T. W. Effects of preovulatory estradiol on embryo survival and pregnancy establishment in beef cows. **Animal reproduction science**, v. 158, p. 96-103, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.05.006>

MADUREIRA, G.; MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; CONSENTINI, C. E. C.; PRATA, A. B.; MONTEIRO, P. L. J.; MELO, L. F.; ALVARENGA, A. B.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle I: evaluation of ovarian function. **Theriogenology**, v. 145, p. 126-137, 2020a.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.030>

MADUREIRA, G.; CONSENTINI, C. E. C.; MOTTA, J. C. L.; DRUM, J. N.; PRATA, A. B.; MONTEIRO, P. L. J.; MELO, L. F.; GONÇALVES, J. R. S.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle II: Reproductive outcomes of either EB or GnRH-type protocol, using or not GnRH at AI. **Theriogenology**, v. 145, p. 86-93, 2020b. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.01.033>

MANTOVANI, A. P.; REIS, E.L.; GACEK, F.; BÓ, G.A.; BINELLI M.; BARUSELLI, P.S. Prolonged use of a progesterone-releasing intravaginal device (CIDR®) for induction of persistent follicles in bovine embryo recipients. **Animal Reproduction**, v. 2, n. 4, p. 272-277, 2005.

MANTOVANI, A. P.; NICHI, M.; SÁ FILHO, M.F.; AYRES H.; VETTORATO, L.F.; BÓ, G.A.; BARUSELLI, P.S. Follicular growth and plasma progesterone patterns in *Bos indicus* x *Bos taurus* heifers submitted to different PGF2 α /progesterone-based synchronization protocols. **Animal Reproduction**, v. 7, n. 2, p. 90-96, 2010.

MÉNDEZ, L. A. C.; COVARRUBIAS, A. M.; CASTRO, P. A. L.; OLIVA, A. L.; GUTIERREZ, P. L.; NEVÁREZ P. L.; CONSENTINI, C. E. C.; SARTORI, R. Fertility of *Bos taurus* cows submitted to a 7-day fixed-time AI protocol receiving 0.5 or 1.0 mg of estradiol cypionate as ovulation inducer and with or without GnRH at the time of AI. **Animal Reproduction**, v.17, n.3. 2020.

MENEGHETTI, M.; SÁ FILHO, O. G.; PERES, R. F. G.; LAMB, G. C.; VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows I: basis for development of protocols. **Theriogenology**, v. 72, n. 2, p. 179-189, 2009.
<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.02.010>

MOTTA, J. C.; COLLI M. H. A.; PENTEADO L.; BAYEUX B. M.; MINGOTI R. D.; BÓ G. A.; LUGO L. C.; REZENDE R. G.; BARUSELLI P. S. Pregnancy rate to FTAI in Nelore and crossbreed heifers submitted to J-Synch protocol (6 days). **Animal Reproduction**, v. 13, n. 3, p. 401, 2016.

PEIXOTO JUNIOR, K. C.; TRIGO, Y. Inseminação artificial em tempo fixo. **PubVet**, v. 9, p. 001-051, 2015.

PERES, R. F. G.; CLARO JÚNIOR, I.; SÁ FILHO, O. G.; NOGUEIRA, G. P.; VASCONCELOS, J. L. M. Strategies to improve fertility in *Bos indicus* postpubertal heifers and nonlactating cows submitted to fixed-time artificial insemination. **Theriogenology**, v. 72, n. 5, p. 681-689, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.04.026>

PFEIFER, L. F. M.; CASTRO, N. A.; MELO, V. T. O.; NEVES, P. M. A.; CESTARO, J. P.; SCHNEIDER, A. Timed artificial insemination in blocks: a new alternative to improve fertility in lactating beef cows. **Animal reproduction science**, v. 163, p. 89-96, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.10.002>

PITOMBO, L. H. FÁBRICA DE BEZERROS “Em dez anos, IATF cresce 40 vezes no país e a eficiência pode melhorar ainda mais”. **REVISTA AG** (novembro, 2013), p. 12– 18, 2013.

PRATA, A. B.; MADUREIRA, G.; ROBL, A. J.; RIBEIRO, H. S.; SAGAE, M.; ELIAS, M. C. V.; PIMENTA, C.; BARRIOS, J.; HARTMMAN, D.; SCHENNEIDER A. A.; SANDOVAL, G. A. F.; WILTBANK, M. C.; SARTORI, R. Progesterone-based timed AI protocols for *Bos indicus* cattle III: Comparison of protocol lengths. **Theriogenology**, v. 152, p. 29-35, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.04.020>

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 α and GnRH. **Theriogenology**, v. 44, n. 7, p. 915-923, 1995. [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(95\)00279-H](https://doi.org/10.1016/0093-691X(95)00279-H)

REESE, S. T.; PEREIRA, M. C.; VASCONCELOS, J. L. M.; SMITH, M. F.; GREEN, J. A.; GEARY, T. W.; PERES, R. F. G.; PERRY, G. A.; POHLER, K. G. Markers of pregnancy: how early can we detect pregnancies in cattle using pregnancy-associated glycoproteins (PAGs) and microRNAs?. **Animal Reproduction**, v. 13, n. 3, p. 200-208, 2016. <http://dx.doi.org/10.21451/1984-3143-AR878>

SÁ FILHO, O. G.; MENEGHETTI, M.; PERES, R. F. G.; LAMB, G. C.; VASCONCELOS, J. L. M. Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. **Theriogenology**, v. 72, n. 2, p. 210-218, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.02.008>

SÁ FILHO, M. F.; Ayres H.; Ferreira R. M.; Marques M. O.; Reis E. L.; Silva R. C. P.; Rodrigues C. A.; Madureira E. H., Bó G. A.; Baruselli P. S. Equine chorionic gonadotropin and gonadotropin-releasing hormone enhance fertility in a norgestomet-based, timed artificial insemination protocol in suckled Nelore (*Bos indicus*) cows. **Theriogenology**, v. 73, n. 5, p. 651-658, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2009.11.004>

SÁ FILHO, M. F. SANTOS, J. E. P.; FERREIRA, R. M.; SALES, J. N. S.; BARUSELLI, P. S. Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols. **Theriogenology**, v. 76, n. 3, p. 455-463, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.02.022>

SÁ FILHO, M. F.; MARQUES, M. O.; GIMENES, L. U.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; BATISTA, E. D. O. S.; CARVALHO, J. P. B.; BARUSELLI, P. S. Prostaglandin treatment at

the onset of norgestomet and estradiol-based synchronization protocols did not alter the ovarian follicular dynamics or pregnancy per timed artificial insemination in cyclic *Bos indicus* heifers. **Animal reproduction science**, v. 144, n. 1-2, p. 1-5, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2013.11.008>

SALES, J. N. S.; CARVALHO, J.B.P.; CREPALDI, G.A.; CIPRIANO, R.S.; JACOMINI, J.O.; MAIO, J.R.G.; SOUZA, J.C.; NOGUEIRA, G.P.; BARUSELLI, P.S. Effects of two estradiol esters (benzoate and cypionate) on the induction of synchronized ovulations in *Bos indicus* cows submitted to a timed artificial insemination protocol. **Theriogenology**, v. 78, n. 3, p. 510-516, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2012.02.031>

SANTOS, Marcelo Henrique dos. **Desenvolvimento de protocolos para IATF com 7 dias de permanência do CIDR® em fêmeas Nelore**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS, M. H.; JUNIOR, M. V. C. F.; POLIZEL, D. M.; BARROSO, J. P. R.. MISZURA, A. A.; MARTINS, A. S.; BERTOLONI, A. V.; OLIVEIRA G. B.; PIRES, A. V. Decreasing from 9 to 7 days the permanence of progesterone inserts make possible their use up to 5 folds in suckled Nelore cows. **Theriogenology**, v. 111, p. 56-61, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.01.017>

SAULS, J. A.; VOELZ, B. E.; HILL, S. L.; MENDONÇA, L. G. D.; STEVENSON, J. S. Increasing estrus expression in the lactating dairy cow. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 1, p. 807-820, 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11519>

SILVA, L. O.; SARTORI, R. Tempo é dinheiro: Implementação de Estação de Monta e IATF **Anais do Encontro dos Encontros - SCOT Consultoria 2019**, 2019.

SOUZA, L. Como produzir um bezerro por vaca ao ano. **Anais do Encontro dos Encontros - SCOT Consultoria 2017**, p. 19 – 22, 2017.

SURJUS R.; PRATA A. B.; COSTA J. R. O.; LIMA J. C. O.; SERAFIM L. Influence of PGF at the first day and/or GnRH at the time of AI during a shorter FTAI protocol in Nelore heifers. **Animal Reproduction**, v. 15, p. 341 (abstract), 2018.

TECNOPEC: **Manual técnico sobre sincronização e inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em bovinos**. São Paulo, 2008. 16 p.

TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; PENTEADO, L.; SALES, J. N. S.; SÁ FILHO, M. F.; AYRES, H.; BARUSELLI, P. S. A comparison of two different esters of estradiol for the induction of ovulation in an estradiol plus progestin-based timed artificial insemination protocol for suckled *Bos indicus* beef cows. **Animal reproduction science**, v. 151, n. 1-2, p. 9-14, 2014.

<https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.09.019>