

**LUCAS RAMOS**

**IMPACTO DE TRÊS MANEJOS REPRODUTIVOS NA  
EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E ECONÔMICA DE VACAS  
LEITEIRAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SEMI-INTENSIVO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV – UDESC), como requisito para obtenção de grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Fabricio Desconsi Mozzaquattro

**LAGES  
2016**

Ramos, Lucas

Impacto de três manejos reprodutivos na eficiência reprodutiva e econômica de vacas leiteiras em sistemas de produção semi-intensivo / Lucas Ramos. - Lages, 2016.

99 p: il.; 21 cm

Orientador: Fabrício Desconsi Mozzaquattro  
Inclui bibliografia

Dissertação mestrado - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2016.

1. Eficiência reprodutiva. 2. Fertilidade. 3. Intervalo parto-concepção. 4. Lucratividade. 5. Vacas leiteiras. I. Ramos, Lucas. II. Mozzaquattro, Fabrício Desconsi. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo autor

## **LUCAS RAMOS**

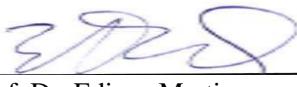
### **IMPACTO DE TRÊS MANEJOS REPRODUTIVOS NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E ECONÔMICA DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SEMI-INTENSIVO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciência Animal, área de concentração em Produção Animal, do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV – UDESC), como requisito para obtenção de grau de Mestre em Ciência Animal.

#### **Banca Examinadora:**

Orientador: \_\_\_\_\_ 

Prof. Dr. Fabricio Desconsi Mozzaquattro  
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Membro: \_\_\_\_\_ 

Prof. Dr. Edison Martins  
Diretor Técnico da Fazenda Bom Jesus do Herval – BJH - Ltda

Membro: \_\_\_\_\_ 

Prof. Dr. Diego de Córdova Cucco  
Universidade do Estado de Santa Catarina

Lages, 18/01/2016.



## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus pela vida, pelas bênçãos de cada dia, pela certeza de sua presença iluminando, protegendo e guiando meu caminho. Pela saúde e força para enfrentar as dificuldades.

Á minha família, aos meus pais Alcione e Iolita, meus irmãos Matheus e Samuel. Obrigado pelo amor, apoio, confiança e ensinamentos de vida.

A minha namorada Ana Paula, pelo carinho, apoio, incentivo durante toda esta caminhada. Obrigado por me fazer feliz e compreender tudo da melhor forma possível. Te amo!

Ao meu orientador, Professor Fabrício Mozzaquattro e ao meu co-orientador Professor Maicon Pinto, pela amizade, confiança, sugestões e críticas para a realização deste trabalho.

Aos proprietários, Senhor Alexandre Gemelli da Queijaria Gemelli, Valdinez Candiago proprietário da granja Candiago e ao Senhor Carlos Eduardo Lepklan, responsável pela fazenda Gato do Mato por permitirem a realização deste trabalho.

Aos meus amigos de sempre pela amizade e companheirismo. Agradecer também aos demais colegas de mestrado pelas experiências vivenciadas durante este período. Aos amigos estagiários Guilherme Dazzi, Alexandre Verza, Maurício Mato Grosso e Gabriel Posteiro, por toda ajuda durante o desenvolvimento deste experimento.

A todos os professores e colegas do departamento de Reprodução Animal – UDESC/CAV.

Ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias pelo ensino gratuito e de qualidade.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.



## **RESUMO**

RAMOS, Lucas. **Impacto de três manejos reprodutivos na eficiência reprodutiva e econômica de vacas leiteiras em sistema de produção semi-intensivo.** 2016. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2016.

O cenário atual da produção leiteira nacional está em constante transformação. A atual situação econômica na produção de leite exige que os produtores operem com máxima eficiência, para manter a rentabilidade da atividade. Para alcançar a máxima produção, as vacas devem parir em intervalos regulares. Esta situação só é possível se as fêmeas tornarem-se gestantes dentro de um período restrito de tempo. Dessa forma, a adoção de técnicas de manejo reprodutivo simples, que possam promover a melhora dos índices zootécnicos reprodutivos, proporcionará maior retorno financeiro aos produtores, sem necessidade de investimentos de grande porte. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de três manejos na eficiência reprodutiva e econômica de vacas leiteiras em sistemas de produção semi-intensivo. As vacas foram selecionadas pelo histórico reprodutivo, produtivo e condição corporal e submetidas a um exame ginecológico completo, incluindo vaginoscopia e ultrassonografia entre 30-40 dias pós-parto. Os animais foram alocados aleatoriamente em um dos três tratamentos: Tratamento 1 – Detecção de Estro (DE) - Consiste de manejo tradicional de inseminação artificial (IA) após cio espontâneo no pós-parto. Os animais deste grupo foram inseminados no primeiro cio após os 50 dias em lactação



(DEL), 12 horas após a detecção do início do mesmo. Tratamento 2 – Prostaglandina F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) – Entre 50-60 dias pós-parto, cada vaca recebeu uma dose de 0,5 mg de d-cloprostenol e marcação com bastão marcador, sendo inseminadas 12 horas após a detecção do cio. Vacas que não entraram em cio, receberam uma segunda dose de 0,5 mg de d-cloprostenol 11 e/ou 14 dias mais tarde. Tratamento 3 - IATF. O protocolo de IATF começou entre 50-60 dias pós-parto com aplicação (D0) de implante intravaginal de progesterona e aplicação intramuscular (IM) de benzoato de estradiol (BE; 2,0 mg). No D8, o implante foi retirado e administrado 150µg de PGF<sub>2α</sub> e 1 mg de cipionato de estradiol. A IATF foi realizada 48 horas após a retirada do implante. Para verificar o efeito dos tratamentos nas variáveis DEL para a primeira inseminação, intervalo parto-concepção (IPC) utilizou-se a análise de variância seguida do teste de Tukey. Para análise dos dados de proporção (Taxa de concepção a primeira inseminação e Taxa de prenhez aos 150 DEL) utilizou-se a análise de “*Deviance*” considerando o nível de 5% de significância. Os resultados mostraram aumento da taxa de concepção após a 1° inseminação artificial (IA), redução do intervalo parto-concepção e benefício econômico com uso de IATF em vacas leiteiras em sistemas de produção semi-intensivo. Nas condições em que foram realizadas o experimento, conclui-se que IATF aumenta a taxa de concepção na primeira IA pós-parto, reduz o intervalo entre o parto e a primeira IA e o intervalo parto/concepção e eleva a lucratividade de estabelecimentos leiteiros.

**Palavras-chave:** Eficiência reprodutiva, Fertilidade, Intervalo parto-concepção, Lucratividade, Vacas leiteiras.



## **ABSTRACT**

RAMOS, Lucas. **Three impact reproductive managements at reproductive and efficiency economic dairy cows on production systems semi-intensive.** 2016. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Lages, 2016.

The current scenario of the national milk production is in constant transformation. The current economic situation in the milk production requires producers operate with maximum efficiency to maintain profitability. To achieve maximum production cows should foal at regular intervals. This is only possible if the females becoming pregnant within a restricted period. That way the adoption of simple reproductive management techniques that can promote improved reproductive performance indexes, will provide higher returns to producers with no need for large investments. The objective of this study was to evaluate the impact of three management systems reproductive and economic efficiency of dairy cows in semi-intensive production systems. The cows were selected by reproductive history, production and corporal condition and subjected to a full gynecological examination, including vaginoscopy and ultrasonography between 30-40 days postpartum. The animals were randomly allocated into one of three treatments: 1 - Estrus Detection (ED) - Consists of traditional management of artificial insemination (AI) after spontaneous estrus postpartum. The animals in this group were



inseminated on the first estrus after 50 days in milk (DEL), 12 hours after the start of the estrus detection. Treatment 2 - Prostaglandin F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ) - Between 50-60 days postpartum, each cow received a dose of 0.5 mg of d-cloprostenol and marking with marker bat, being inseminated 12 hours after detection of estrus. Cow not entering into heat, they received a second dose of 0.5 mg d-cloprostenol 11 and / or 14 days later. Treatment 3 - FTAI. The FTAI protocol started 50-60 days postpartum by applying (D0) intravaginal progesterone implant and intramuscular (IM) of estradiol benzoate (EB, 2.0 mg). In D8, the implant removed and administered 150 $\mu$ g of PGF2 $\alpha$  and 1 mg estradiol cypionate. The FTAI performed 48 hours after implant removal. To verify the effect of treatments on DEL variables for the first insemination, calving to conception interval (IPC) used the analysis of variance followed by Tukey's test. For analysis of the proportion of data (conception rate to first insemination and pregnancy rate to 150 LED) used the analysis of "Deviance" considering 5% significance level. The results showed higher rate of conception after 1° artificial insemination (AI), reduced birth-conception interval and economic benefit with the use of FTAI in dairy cows in semi-intensive production systems. The conditions under which the experiment was conducted, can be concluded that FTAI increases the conception rate in the first postpartum AI reduces the interval between calving and first AI and birth-conception range, raises the profitability of dairy farms.

**Keywords:** reproductive efficiency, fertility, calving-conception interval Profitability, Dairy cows.



## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

<b>Figura 1 – Grupo de tratamentos empregados no experimento</b>	.....	61
--	-------	----



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos na Taxa de concepção a primeira inseminação até aos 90 dias pós-parto.	64
<b>Tabela 2</b> – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no DEL a primeira inseminação (dias) por tratamento .....	65
<b>Tabela 3</b> – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos na Taxa de prenhez (%) aos 150 DEL por tratamento .....	66
<b>Tabela 4</b> - Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no Intervalo parto-concepção (IPC) médio em dias das vacas gestantes aos 150 DEL por tratamento .....	66
<b>Tabela 5</b> – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no Intervalo parto-concepção (IPC) médio em dias das vacas gestantes e não gestantes aos 150 dias de lactação por tratamento.....	67
<b>Tabela 6</b> – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no perfil geral das variaveís analisadas separadas por propriedade .....	68



## **LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

- Corpo lúteo – CL  
Progesterona – P4  
Hormônio Liberador de Gonadotrofinas - GnRH  
Hormônio Folículo Estimulante - FSH  
Hormônio Luteinizante - LH  
Estradiol – E2  
ProstaglandinaF<sub>2</sub>α - PGF<sub>2</sub>α  
Folículo Dominante – FD  
Taxa de Concepção – TC  
Perda Gestacional – PG  
Prenhez por Inseminação Artificial – P/IA  
Intervalo Parto Concepção – IPC  
Taxa de Prenhez – TP  
Mortalidade Embriônica – ME  
Período de Serviço – PS  
Detecção de Estro – DE  
Intervalo Entre Parto – IEP  
Inseminação Artificial – IA  
Taxa de Serviço – TS  
Dias em Aberto – DA  
Valerato de Estradiol – VE  
Benzoato de Estradiol – BE  
Cipionato de Estradiol – CE  
Período Voluntário de Espera – PVE  
Balanço Energético Negativo – BEN  
Dias em Lactação – DEL  
Beta Hidroxibutirato – BHB  
Ácidos Graxos Não Esterificados – NEFA  
Kilogramas – KG  
Cruzamento Raça Holandês x Simmental – CHS  
Miligramas – Mg



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
2.1	CENÁRIO MUNDIAL DA PRODUÇÃO LEITEIRA.....	25
2.2	CICLO ESTRAL DE FÊMEAS BOVINAS.....	28
2.3	FISIOLOGIA PÓS-PARTO DE FÊMEAS BOVINAS.....	30
2.4	FATORES QUE AFETAM A FERTILIDADE EM VACAS LEITEIRAS.....	31
2.5	EXPRESSÃO E OBSERVAÇÃO DE ESTRO.....	37
2.6	CONTROLE FARMACOLÓGICO DO CICLO ESTRAL DE FÊMEAS BOVINAS.....	40
2.7	PROTOCOLOS BASEADOS NO USO DE PROSTAGLANDINA (PGF <sub>2α</sub> ).....	40
2.8	PROTOCOLOS HORMONais DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO.	43
2.9	IMPACTOS DO MANEJO REPRODUTIVO NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS LEITEIRAS.....	48
	<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>51</b>
	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>57</b>
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	57
3.2	SELEÇÃO DOS ANIMAIS E TRATAMENTOS....	58
3.2.1	Tratamento 1.....	59
3.2.2	Tratamento 2.....	59
3.2.3	Tratamento 3.....	59
3.3	DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO.....	62
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	62
3.5	ANÁLISE ECONÔMICA.....	62

<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
4.1	RESULTADOS DE SIMULAÇÃO DE ANÁLISE ECONÔMICA.....	69
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

A produção de leite exige cada vez mais especialização, tecnificação e qualidade para atender as demandas de mercado, da indústria e do consumidor final. O Brasil, em especial a região Sul devido ao clima sub-tropical, possui grande potencial para exploração de raças especializadas em produção leiteira, entre as quais destacam-se as raças Jersey e Holandês. É uma das principais atividades agrícolas, sendo que os produtores estão em constante busca por melhorias no sistema que possam tornar a atividade mais lucrativa, incrementando a qualidade e agregando valor ao produto final.

A atual situação econômica da atividade exige que os produtores operem com máxima eficiência, para alcançar a rentabilidade. E esta rentabilidade em fazendas de leite está diretamente vinculada à eficiência reprodutiva do rebanho. De forma resumida, a eficiência reprodutiva pode ser definida como a habilidade de fazer a vaca tornar-se gestante prontamente após o parto. Para obtenção de intervalo entre partos próximos a 12 meses a vaca deve conceber até os 85 dias pós-parto (STAGG et al., 1995). Entretanto, durante as últimas décadas, temos vivenciado um contraste entre o aumento da produção de leite e a redução drástica da fertilidade. A seleção de fêmeas bovinas geneticamente superiores para a produção de leite tem sido correlacionada com a reduzida fertilidade dos rebanhos leiteiros (LOPEZ et al., 2004). Alguns estudos indicam efeito significativo da produção de leite na intensidade e duração do estro, dificultando a observação dos sinais comportamentais de estro, o que aumenta as falhas de detecção (CUTULLIC et al., 2009).

Uma baixa eficiência na reprodução causa prejuízo por reduzir o número de crias para reposição ou comércio, reduzir o progresso genético, aumentar o intervalo entre lactações, e

aumentar o número de descarte, provocando baixo retorno dos recursos investidos (RIBEIRO et al., 2012). Custos com a alimentação, mão de obra e despesas veterinárias também são influenciados, pois afetam a duração da lactação, duração do período seco e o número de serviços necessários por concepção (GIORDANO et al., 2011).

A melhora na eficiência reprodutiva de vacas leiteiras é fundamental para o sucesso econômico de propriedades comerciais. Investimentos em um melhor manejo reprodutivo representam pouco nas despesas totais, sendo mínimo, se comparados ao seu benefício (GIORDANO et al., 2011). Ao programar determinada estratégia reprodutiva, deve-se levar em conta que há um período entre o momento do investimento da estratégia adotada, até a obtenção de resultados e o retorno econômico. O desenvolvimento e adoção de tecnologias que possam ser utilizadas nos sistemas de produção a pasto com consequente aumento na eficiência reprodutiva e que produzam impacto econômico positivo são essenciais para o bom desempenho dos rebanhos.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CENÁRIO MUNDIAL DA PRODUÇÃO LEITEIRA**

Segundo os dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a produção mundial de leite no ano de 2013 foi de 746,7 bilhões de quilos. Entre as diferentes “espécies” (vacas, búfalas, cabras, ovelhas e camelas), a grande predominância é a produção de leite de vacas. Apenas na Índia e no Nepal a produção de leite de búfalas é superior à de vacas. Embora dispersa por quase 200 países, apenas dez deles respondem por quase 60% da produção mundial.

Apesar dessa concentração, tem havido importantes alterações na distribuição da produção mundial ao longo das últimas décadas. Especial destaque é o fato de a produção do Continente Asiático (Índia, China e Paquistão) com 192 bilhões de litros de leite superar a do Continente Americano (EUA – 91 bilhões de litros de leite) e Europeu (Alemanha, Federação Russa, França, Turquia) com produção de 104 bilhões de litros de leite, tornando-se o maior produtor mundial. Isso não se deu apenas pelo aumento da produção na Ásia, mas também porque a Europa teve decréscimo de produção. A Europa é o único continente em que a produção recente é inferior a de tempos atrás (FAO, 2015).

Considerando apenas os dez principais produtores mundiais, no período de 2000 a 2013 observa-se que os maiores crescimentos de produção foram nos países asiáticos (China, Turquia e Índia), seguidos pelo Brasil e pela Nova Zelândia. Isso alterou bastante as posições dos principais produtores mundiais. A China saiu de 11º para 3º maior produtor, a Turquia de 17º para 9º, o Brasil saiu de 7º para 4º e a Nova Zelândia de 12º para 8º produtor mundial. A Índia

consolidou sua posição de 1º produtor aumentando a diferença de produção para os EUA.

Segundo dados preliminares de maio de 2015, a produção mundial segue sua trajetória de crescimento. A produção de 2014 está estimada com um crescimento de 3,05% sobre a de 2013, e a de 2015 projetada com um crescimento de 2% sobre a estimativa de 2014. Considerando a produção mundial de 2013 (746,7 bilhões de quilos), isso significaria 769,5 bilhões de quilos em 2014 e 784,9 bilhões de quilos em 2015. A Ásia é a principal responsável por essas projeções de aumento, mas a produção deve aumentar em todos os continentes e na maioria dos países exportadores. A FAO projeta também ampliação no comércio mundial de lácteos. As exportações mundiais são bastante concentradas na Nova Zelândia, na União Europeia e nos EUA, que em 2014 responderam por 65,7% do total mundial.

O Brasil apresentou aumento gradativo na produção leiteira. De 2003 a 2013 a produção cresceu quase 54%, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014). Em 2014, a produção de leite foi de 35,17 bilhões de litros, representando um aumento de 2,7% em relação à registrada no ano anterior. De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, o Brasil ocupou a quarta posição no ranking mundial de produção de leite em 2014, atrás da Índia, Estados Unidos e China. A Região Sul passou a ocupar, em 2014, a primeira posição no ranking das Grandes Regiões, com 34,7% da produção nacional (IBGE, 2014).

A produtividade média da produção de leite no Brasil foi de 1.525 litros/vaca/ano, em 2014, correspondendo a um crescimento de 2,2% em relação à observada em 2013 (1.492 litros/vaca/ano). A Região Sul apresentou a maior produtividade nacional, 2.789 litros/vaca/ano, um aumento de

4,3% em 2014, comparado ao ano anterior. As maiores produtividades ocorreram no Sul do País, destacando-se o Estado do Rio Grande do Sul com a maior produtividade nacional (3.034 litros/vaca/ano), seguido pelos Estados de Santa Catarina (2.694 litros/vaca/ano) e Paraná (2.629 litros/vaca/ano). A menor produtividade foi encontrada no Estado de Roraima (345 litros/vaca/ano). Os Municípios de Araras (SP), Castro (PR) e Carlos Barbosa (RS) apresentaram as três maiores produtividade (IBGE, 2014).

Os Estados da Região Sul tem alguns pontos favoráveis para o sucesso da atividade leiteira, como: clima ameno, pastagens de qualidade, produção agrícola em larga escala o que permite a utilização de “subprodutos” agrícolas na alimentação das vacas leiteiras, produtores capacitados, rebanhos com qualidade genética, tradição leiteira, programas governamentais de apoio à atividade entre outros aspectos que beneficiam a produção.

Em Santa Catarina, a produção de leite segue uma trajetória de crescimento constante, com crescimento superior às taxas mundial e brasileira. No período de 2000 a 2013, o Estado de Santa Catarina apresentou crescimento de 190,9% em sua produção. Tal índice foi muito acima aos verificados nos 10 estados maiores produtores de leite e superior aos 73,3% do País. Com isso, ao longo desse período, mais exatamente a partir de 2007, Santa Catarina passou a ocupar a posição de quinto produtor nacional. Em 2013, o Estado respondeu por 8,5% da produção brasileira, participação muito acima dos 5,1% do ano 2000, quando ainda tinha produção bem inferior à do estado de São Paulo. O aumento da produção foi bastante variado entre as mesorregiões geográficas do Estado. Em 2014 o estado produziu 2,340 bilhões de litros de leite. No período considerado, destacam-se as taxas de crescimento das mesorregiões Oeste e Sul, segundo o Centro

de Socioeconomia e Planejamento Agrícola de Epagri (CEPA, 2014/2015).

## 2.2 CICLO ESTRAL DE FÊMEAS BOVINAS

Estro ou cio, é referido como dia zero do ciclo estral, é o período da fase reprodutiva do animal no qual a fêmea apresenta sinais de receptividade sexual, seguida da ovulação. O ciclo estral dos bovinos morfologicamente pode ser dividido em duas fases distintas. A primeira, fase folicular, é caracterizada pelo desenvolvimento do folículo, estrutura no ovário que contém o oócito, e culmina com a ovulação. A segunda, denominada de fase luteínica, é caracterizada pelo desenvolvimento do corpo lúteo (CL). Esta estrutura, formada após a ruptura do folículo, produz progesterona (P<sub>4</sub>), que é o hormônio responsável pela manutenção da gestação. Se o oócito for fertilizado, o corpo lúteo será mantido caso contrário ocorrerá a regressão do corpo lúteo e terá início uma nova fase folicular (FORDE et al., 2011).

Os eventos que ocorrem durante o ciclo estral são regulados basicamente pela interação dos hormônios GnRH (hormônio liberador das gonadotrofinas), FSH (hormônio folícular estimulante), LH (hormônio luteinizante), estradiol (E<sub>2</sub>) e progesterona. O GnRH é produzido pelo hipotálamo, e regula a liberação das gonadotrofinas FSH e LH. O FSH e o LH, liberados pela adeno-hipófise são responsáveis pelo desenvolvimento folicular e ovulação. Os hormônios estradiol e progesterona são produzidos pelas estruturas do ovário (folículo e corpo lúteo, respectivamente) e estão ligados a manifestação do cio e manutenção da gestação. No útero ocorre a produção de prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>), responsável pela luteólise. Estes hormônios funcionam através de um

mecanismo de feedback positivo e negativo regulando o ciclo estral nas fêmeas bovinas (ROCHE, 1996).

O controle do ciclo estral é mediado por fatores reguladores sobre a adeno-hipófise, regulando a secreção de gonadotrofinas, LH e FSH (SCHALLY et al., 1971). Durante a fase folicular do ciclo estral a P<sub>4</sub> encontra-se em níveis baixos, devido a regressão do CL. O aumento das concentrações de E<sub>2</sub>, derivado do rápido crescimento do folículo dominante (FD) pré-ovulatório, simultaneamente com a diminuição na circulação dos níveis de P<sub>4</sub>, permitem a manifestação do comportamento estral durante o qual novilhas e vacas são receptivas sexualmente. Somente quando as concentrações séricas de P<sub>4</sub> estão em níveis basais, ocorrem os pulsos de LH a cada 30-40 minutos, fazendo com que ocorra a ovulação do FD (ROCHE, 1996). A ovulação ocorre entre 10-14 horas após o estro e é seguida da fase luteal.

O início da fase luteal, também conhecido como metaestro com duração entre 3-4 dias. Após a ovulação, a concentração de P<sub>4</sub> começa a aumentar devido a formação do CL em que as células da granulosa e teca do folículo remanescente luteinizam e produzem P<sub>4</sub> rapidamente para o estabelecimento e manutenção da gestação (ROCHE, 1996). Durante a fase do diestro, as concentrações de P<sub>4</sub> permanecem elevadas e recorrentes ondas de crescimento folicular ocorrem devido a liberação de FSH pela adeno-hipófise. Entretanto, esses folículos dominantes que crescem durante a fase luteal não ovulam. Sob influência da P<sub>4</sub> ocorre atresia folicular (ADAMS et al., 2008). A predominância de P<sub>4</sub> na fase luteal, provoca um feedback negativo, fazendo com que ocorram baixos pulsos de LH, inadequados para que haja a ovulação do FD (RAHE et al., 1980). Finalmente, durante o período de proestro as concentrações de P<sub>4</sub> diminuem devido a regressão

do CL causada pela PGF<sub>2α</sub> secretada no útero não gestante (HANSEL e CONVEY, 1983).

O desenvolvimento folicular em bovinos ocorre em um padrão de ondas (SAVIO et al., 1988). Existem diferenças na dinâmica folicular dos bovinos taurinos e zebuíños com relação ao número de ondas por ciclo (CAMPOS et al., 2010). Além da divergência na quantidade de ondas, existem relatos que descrevem um maior número de folículos recrutados em fêmeas *Bos indicus* ( $33,4 \pm 3,2$ ) em comparação as *Bos taurus* ( $25,4 \pm 2,5$ ) (CARVALHO et al., 2008). O crescimento folicular em fêmeas bovinas ocorre em ondas com 2-3 ondas por ciclo estral. Cada onda de crescimento folicular envolve emergência, seleção e dominância seguida por atresia ou ovulação do FD (SAVIO et al., 1988).

Uma onda de crescimento folicular envolve o desenvolvimento sincrônico de um grupo de folículos (GINTHER et al., 1996), e é caracterizada pelo desenvolvimento de um grande folículo, chamado FD, e vários folículos subordinados; o dominante, o qual inibe o recrutamento de um novo grupo de folículos, será anovulatório e entrará em atresia se ocorrer durante a fase em que o CL encontra-se ativo secretando altos níveis de P<sub>4</sub>. O folículo oocitário provém da última onda folicular, ou seja, no momento que coincide com a redução de P<sub>4</sub> após regressão do CL, aumento do E<sub>2</sub> e pico pré-ovulatório de LH.

## 2.3 FISIOLOGIA PÓS-PARTO DE FÊMEAS BOVINAS

Durante a gestação, o crescimento folicular continua durante os primeiros 2 trimestres (GINTHER et al., 1989), em intervalos regulares de 7 a 10 dias. No final da gestação há um forte feedback negativo da progesterona (derivado do CL e da placenta) e estrógenos (principalmente na placenta) que suprimem a produção de FSH necessário para o crescimento

folicular (GINTHER et al., 1996; CROWE et al., 1998), cessando ondas de desenvolvimento folicular durante os últimos 20-25 dias de gestação.

Após o parto, os níveis de P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> diminuem, atingindo concentrações basais, o que resulta na liberação e aumento de FSH dentre 3-5 dias após o parto, com intervalos de 7 a 10 dias (CROWE et al., 1998). O primeiro aumento de FSH pós-parto estimula a primeira onda de desenvolvimento folicular, resultando em um folículo dominante em 7-10 dias após o parto (MURPHY et al., 1990). De fato o FD da primeira onda folicular pós-parto é dependente de sua capacidade de secretar E<sub>2</sub> em concentrações suficientes para induzir a onda gonadotrófica. A secreção de E<sub>2</sub> pelo FD é dependente da frequência pulsátil de LH, do tamanho do FD e biodisponibilidade de IGF-I (CANTY et al., 2006) contribuindo assim para o destino do FD durante o início do período pós-parto (CROWE, 2008).

O maior estimulador para a ovulação do FD no início do pós-parto é a frequência dos pulsos de LH com frequência de um pulso por hora para que o FD possa ovular (DUFFY et al., 2000). A maioria das vacas leiteiras recomeçam a atividade ovariana e a ovulação entre 15 e 45 dias após o parto, apresentando ciclos regulares com intervalos de 18-24 dias. Vários fatores podem comprometer a função e o recomeço da atividade ovariana no período pós-parto. Isto inclui, cistos foliculares, condições nutricionais, condições sanitárias, entre outros (CROWE, 2008).

## 2.4 FATORES QUE AFETAM A FERTILIDADE EM VACAS LEITEIRAS

Atualmente um dos maiores desafios é determinar as causas que contribuem para uma baixa fertilidade em vacas

leiteiras e desenvolver estratégias para melhorar este aspecto. A fertilidade de uma vaca leiteira envolve fatores gerenciais, nutricionais, sanitários, ambientais e suas interações tornam difícil determinar exatamente as razões para este declínio (WALSH et al., 2011).

Ao longo dos últimos 30 anos a seleção genética para a produção de leite tem sido muito bem sucedida, em detrimento do desempenho reprodutivo. Contudo, estudos têm avaliado a associação entre altas produções de leite e o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras, apresentando resultados conflitantes. A evidência substancial é que a alta produção de leite causa ou pode estar associada com alterações na fisiologia reprodutiva que podem estar por trás deste declínio na eficiência reprodutiva. A duração média do estro reduziu para menos de 8 horas, e a taxa de concepção (TC) também reduziu em vacas em lactação (25-40%) quando comparado a novilhas (65-70%), assim como a perda gestacional (PG), que é maior em vacas do que em novilhas (WILTBANK et al., 2006). A TC para o primeiro serviço em sistemas de produção de leite baseados a pasto encontram-se entre 39-52% (MACDONALD et al., 2008) e em sistemas confinados as taxas são ainda menores e estão entre 30-40% (NORMAN et al., 2009).

O intervalo médio até o retorno da ciclicidade em vacas leiteiras é de 24 dias (ROYAL et al., 2000), embora seja bastante comum identificar vacas que ainda não retomaram a ciclicidade aos 100 dias pós-parto. Durante o puerpério, o útero retorna ao seu tamanho fisiológico e o eixo hipotalâmico hipofisário ovariano desencadeia a secreção de gonadotrofinas e hormônios gonadais, levando a emergência de ondas foliculares e a primeira ovulação pós-parto. Esses eventos acontecem em até seis semanas pós-parto e, 90% das vacas de leite tem a primeira ovulação nesse período (PETER; BOSU, 1986). Todavia, nota-se um aumento de três semanas no

intervalo entre parto e a primeira ovulação (AMBROZE; COLAZO, 2007). Nessa direção, Peterson et al., (2006), constataram que o atraso na atividade ovariana é a principal disfunção, ocorrendo em 16% das vacas, com um aumento em média de 17 e 22 dias no intervalo entre o parto primeiro serviço e entre o parto e a concepção, respectivamente.

O escore de condição corporal (ECC) é amplamente aceito como medida visual para monitorar o estado nutricional e de saúde de vacas leiteiras (WILTBANK et al., 2006). Rebanhos leiteiros de alta produção sofrem com a perda da condição corporal, que está associada com as alterações sanguíneas e metabólicas que influenciam diretamente na reprodução (WILTBANK et al., 2006). Fêmeas com baixo ECC ao parto apresentam maior índice de atraso ao retorno da atividade ovariana. Similarmente, vacas com perda de ECC maior nas primeiras semanas de lactação apresentaram pouca eficiência reprodutiva (BUTLER e SMITH, 1989). Procura-se ainda, que a perda de ECC entre o parto e a primeira inseminação inferior a 0,5 (CROWE, 2008) e recomenda-se que vacas tenham um ECC entre 2,75-3,0 (escala de 0-5) ao parto.

O início da produção de leite impõe grandes desafios para os mecanismos responsáveis pela estabilidade energética, proteica e mineral da vaca. Durante o início da lactação, há o direcionamento de grande quantidade de energia para a glândula mamária e síntese do leite. Nesta fase, a vaca não consegue suprir a demanda de energia com o consumo alimentar e acaba mobilizando reservas corporais e passa a enfrentar um estado de balanço energético negativo (BEN) gerando uma série de mecanismos hormonais que interferem na maturação folicular e na ovulação (SANTOS et al., 2010). O BEN aumenta o risco a doenças metabólicas, que ocorrem em grande parte dentro do primeiro mês de lactação, reduzem a

função imune e uma subsequente redução da fertilidade (ROCHE et al., 2009), afetando a ciclicidade durante as primeiras semanas após o parto (BUTLER et al., 2003). As vacas com BEN apresentam limitações no número de folículos e no crescimento/diâmetro do folículo dominante, diminuição na expressão do estro e menores concentrações plasmáticas de progesterona. Nesses animais, ocorre redução da frequência dos pulsos de LH e supressão das concentrações plasmáticas de glicose, insulina e fator de crescimento do tipo I (IGF-I), os quais reduzem a produção de estrógeno pelo folículo dominante, diminuindo as taxas de ovulação (BUTLER, 2000).

É estimado que 80% das vacas tenham BEN no início da lactação, pois a energia necessária para produção de leite, e também para reprodução, não está disponível via dieta. As vacas respondem individualmente ao BEN, tendo o desempenho reprodutivo e particularmente a probabilidade da concepção, associado negativamente com a magnitude e severidade do BEN do início da lactação (NEBEL; MCGILLIARD, 1993).

Dentre os fatores que contribuem para uma baixa rentabilidade dos rebanhos, também destacam-se os processos inflamatórios e ou infecciosos do útero, responsáveis pela lenta involução uterina, distúrbios na regeneração do endométrio, anestro, atraso no surgimento do cio e maior número de serviço por concepção (ROBERTS, 1986). Este período é crítico, porque as doenças que ocorrem nesta fase podem resultar em doenças crônicas e infertilidade mais tarde. Opsomer et al. (1996), relataram que mais de 96% das infecções uterinas ocorrem entre a 1<sup>º</sup> e 2<sup>º</sup> semana após o parto.

A contaminação uterina no parto ou nos dias seguintes é inevitável e normal em 80-100% dos animais. Em torno de 20% das vacas são incapazes de resolver está contaminação e desenvolvem infecções uterinas (SHELDON et al., 2006).

As infecções uterinas podem ser classificadas em metrite puerperal e clínica, endometrite clínica e subclínica (SHELDON et al., 2006). Tais doenças são altamente prevalentes em vacas leiteiras de alta produção e foram associadas a menores taxas de prenhez por inseminação artificial (P/IA), aumento do intervalo entre o parto e a concepção (IPC), aumento da taxa de descarte e perdas econômicas (GILBERT et al., 2005). Outros estudos verificaram que as taxas de prenhez (TP) diminuem 20% em vacas tratadas para endometrites e 3% dos animais que apresentaram a infecção permanecem inférteis (LE BLANC et al., 2002). Portanto, vacas com involução uterina comprometida, apresentam atraso na retomada da atividade ovariana sendo afetada negativamente pelas respostas inflamatórias (WILLIAMS, 2005).

Outro fator que afeta a eficiência reprodutiva é a mortalidade embrionária (ME), sendo uma das principais causas de falhas reprodutivas. A ME precoce ocorre entre a fertilização e o dia 24 da gestação enquanto a ME tardia ocorre entre o dia 25 a 45 da gestação. Após este período até o parto é considerado mortalidade fetal. As principais causas de ME são a má qualidade do óvulo e um ambiente uterino inadequado. Baixas concentrações de progesterona e IGF-I podem criar um microambiente uterino incapaz de apoiar o desenvolvimento do embrião (LEROY et al., 2008). Da mesma forma, a função uterina é comprometida pela presença de bactérias patogênicas ocasionando mortalidade embrionária e aborto (SHELDON et al., 2006).

É difícil determinar se o pior desempenho reprodutivo das vacas ocorre em função do aumento da produção de leite, ou verificar se ao longo das lactações os animais reduzem a capacidade reprodutiva devido a diversos fatores, tais como

maior susceptibilidade a doenças (reprodutivas ou não) e maior sensibilidade ao estresse térmico.

O efeito do estresse térmico na fertilidade de vacas já está bem estabelecido. É um fator extrínseco que compromete negativamente a eficiência reprodutiva (HANSEN et al., 2001) e provoca consideráveis perdas econômicas nos rebanhos leiteiros (DE RENSIS e SCARAMUZZI, 2003). O estresse térmico também aumenta os efeitos do BEN. Durante os meses de calor, as vacas reduzem a ingestão de matéria seca (SHEHAB-EL-DEEN et al., 2010). Além disso, a concentração de glicose, IGF-1 e colesterol são menores, enquanto as concentrações de Beta Hidroxibutirato (BHB), ácidos graxos não esterificados (NEFA) e uréia estão altas no sangue e no líquido folicular (SHEHAB-EL-DEEN et al., 2010). Essas alterações, em vacas sobre estresse térmico, tornam-se um grande desafio para rebanhos de leite localizados nas regiões tropicais em manter a eficiência reprodutiva num patamar satisfatório. Em temperaturas elevadas, o processo de maturação do óvulo é interrompido e, consequentemente a capacidade de fecundação é prejudicada.

Outro fator a ser levado em consideração são as condições anovulatórias que ocorrem nesse período. No ciclo estral há três pontos críticos responsáveis pelo bloqueio do desenvolvimento folicular e da ovulação. Geralmente, o anestro está envolvido com a nutrição inadequada, a lactação e a alta produção. Em casos de desnutrição severa ocorre o crescimento folicular, mas o folículo não chega a fase de desvio. Em outro ponto, a desnutrição e a amamentação estão relacionadas com os folículos que chegam ao desvio, no entanto não atingem o diâmetro ovulatório. E por fim, em vacas de alta produção é comum observar o crescimento de folículos acima do diâmetro ovulatório e consequentemente o

desenvolvimento de cistos foliculares (WILTBANK et al., 2002).

As correlações entre características reprodutivas e produção de leite indicam uma associação de ambas na redução do desempenho reprodutivo, refletida pelo atraso na atividade ovariana pós-parto e/ou diminuição na taxa de concepção. Todos esses fatores que interferem na retomada da ciclicidade no período pós-parto estão diretamente relacionados com a eficiência reprodutiva. O prolongamento do período de anestro pós-parto leva a perdas econômicas, por aumentar o período de serviço (PS), consequentemente, comprometer a eficiência reprodutiva de um rebanho bovino impedindo que se atinja a meta de um parto/vaca/ano (YAVAS; WALTON, 2000).

## 2.5 EXPRESSÃO E OBSERVAÇÃO DE ESTRO

As fêmeas bovinas são animais poliéstricos anuais, ou seja, apresentam vários ciclos estrais ao longo do ano. O conjunto de alterações endócrinas, comportamentais e morfológicas caracteriza o estro, e o intervalo entre dois episódios de estro define o ciclo estral.

A luteólise provoca a diminuição das concentrações sanguíneas de P<sub>4</sub>, e conforme o FD cresce, a concentração de E<sub>2</sub> aumenta. Esses eventos são responsáveis pelo comportamento de estro e pelo pico pré-ovulatório de GnRH/LH seguido de ovulação entre 28 e 32 horas. Estro é um evento de receptividade sexual que dura entre 30 minutos e 36 horas em vacas européias (STEVENSON, 2001) e entre 1 e 20 horas em vacas zebuínas (BÓ et al., 2003).

O objetivo da atividade cíclica é fazer com que a fêmea tenha oportunidades sucessivas de se tornar gestante e, com isso, perpetuar a espécie (CAMPOS et al., 2010). Durante o estro a fêmea apresenta sinais característicos como: montar nas

companheiras e aceitar a monta (comportamento homossexual), mugidos frequentes, diminuições na frequência de ingestão de alimentos, vulva edemaciada, presença de muco cristalino, aumento na frequência de micção e comportamento inquieto. Por muito tempo estes sinais foram e ainda são utilizados para a detecção do estro. Contudo estas são influenciadas por diversos fatores, entre os principais: a idade (DE SILVA et al., 1981), a produção de leite (VAN VLIET e VAN EERDENBURG, 1996), as condições ambientais (WHITE et al., 2002). Ao mesmo tempo, a duração e a intensidade do estro em vacas leiteiras estão diretamente relacionadas a categorias de animais (novilha ou vaca lactante) e a produção leiteira. Nebel et al., (1997), avaliaram as características de estro de novilhas e vacas em lactação das raças Holandês e Jersey e verificaram que as novilhas aceitaram mais montas por estro do que as vacas (Holandesa: 17 vs 7 aceites de monta; Jersey: 30 vs 10 aceites de monta novilhas e vacas, respectivamente). As novilhas também apresentaram maior duração de estro (Holandesa: 11 vs 7 horas; Jersey: 14 vs 8 horas novilhas e vacas respectivamente). Adicionalmente, Lopez et al., (2004), relataram que a duração do estro em vacas lactantes com produção média de leite de 25 e 30 kg/dia foi 15 horas, enquanto que, animais com produção entre 50 e 55 kg/dia apresentaram estro por apenas 3 horas. No mesmo estudo, verificaram que vacas de alta produção ovularam folículos maiores, mas apresentaram concentrações circulantes menores de E2 provavelmente em decorrência ao alto metabolismo de estrógeno em vacas leiteiras de alta produção.

Apesar do progresso significativo que ocorreu nos métodos de observação de estro durante as últimas décadas, a acurácia ainda permanece o maior problema do século XXI (ROELOFS et al., 2010). A detecção incorreta é a causa mais

comum de falhas em programas de IA. Vacas são frequentemente identificadas de forma errônea e são inseminadas quando a concepção não pode ocorrer (STURMAN et al., 2000). Estima-se que a taxa de detecção de estro (DE) em vacas de leite é menor que 50% (SENGER, 1994) contribuindo diretamente no aumento do intervalo entre partos (IEP) e, consequentemente, reduzem a produção durante a vida útil dos animais (BARTH, 1993).

A acurácia de observação, ou seja, o número de vacas que realmente estavam em estro em relação ao número de vacas declaradas, é um parâmetro que deve ser considerado e avaliado no manejo reprodutivo. Esta capacidade pode ser prejudicada se a pessoa responsável por esta atividade não estiver bem treinada para reconhecer os sinais, falhando na identificação, na determinação e separação da fêmea que será futuramente inseminada. Em adição, Ferreira (1991) e Pursley et al., (1997) relataram perdas de até 47,3% nessas condições, prejudicando o desempenho reprodutivo e rentabilidade de propriedades leiteiras.

Na prática, o que tem sido observado em granjas leiteiras atualmente é que vacas observadas em estro no período da manhã são inseminadas a tarde, e vacas observadas no período da tarde são inseminadas no período da manhã. Este manejo é relatado por alguns estudos (ROELOFS et al., 2005; DALTON et al., 2001), como sendo importante na obtenção da redução do IP e aumento da TP, desde que a inseminação artificial (IA) seja feita no momento adequado, 12 horas após a fêmea aceitar a monta.

Firk et al., (2002) ressaltaram que a combinação de métodos auxiliares como TailPaint® e a observação visual resultou em 98,4% da competência de detecção. Ao aceitar a monta, a marcação do bastão é retirada gradativamente, possibilitando assim a verificação por parte do observador.

Alguns métodos melhoram a capacidade da acurácia quando usados simultaneamente com observação visual. Ao mesmo tempo, nas mãos de um observador capacitado, essas ferramentas podem ser um complemento útil (FOOTE, 1975).

Assim, para atingir maiores índices em TP e redução do IEP, o primeiro objetivo de qualquer programa de confirmação de estro, deve ser o de identificar corretamente o momento adequado da IA, rejeitando vacas que não estejam aptas a serem inseminadas. Da mesma forma, com o objetivo de minimizar a baixa eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção devido a problemas que interferem na observação de estro, diversos tratamentos hormonais estão sendo empregados no controle do crescimento folicular, regressão do CL e ovulação sem necessidade de detecção de estro.

## 2.6 CONTROLE FARMACOLÓGICO DO CICLO ESTRAL DE FÊMEAS BOVINAS

Um grande avanço no manejo reprodutivo que permitiu melhorar as taxas de prenhez foi o desenvolvimento de programas para indução de estro através do uso de PGF<sub>2 $\alpha$</sub> , ou sincronização da ovulação por meio de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e que podem facilmente ser aplicadas nas rotinas dos programas reprodutivos em estabelecimentos leiteiros.

## 2.7 PROTOCOLOS BASEADOS NO USO DE PROSTAGLANDINA (PGF<sub>2 $\alpha$</sub> )

A prostaglandina é uma substância luteolítica empregada em rebanhos bovinos para induzir a regressão do CL e por conseguinte, apresentar um estro de 3 a 5 dias após o

tratamento (INSKEEP, 1973). Podem ser empregados para induzir ou sincronizar o estro e são utilizados unicamente ou em associação com outros hormônios (RICHARDSON et al., 2002).

A interrupção da atividade lútea se dá através do uso de agente luteolíticos como a PGF<sub>2α</sub> ou seus análogos sintéticos. A PGF<sub>2α</sub> e seus análogos são amplamente utilizados desde a sua descoberta, em 1970, como agente luteolítico. Em bovinos tratados com este fármaco a redução na concentração plasmática ocorre de forma rápida, 24 horas após o tratamento em 80 a 100% das fêmeas (LUCY et al., 2004).

A sincronização do estro com PGF<sub>2α</sub> baseia-se no controle da fase progesterônica do ciclo estral. Para que o tratamento tenha sucesso é necessário a presença de um CL, uma vez que a ação da luteolisina é provocar a regressão morfológica e funcional dessa estrutura, com consequente queda dos níveis endógenos de P<sub>4</sub> (RATHBONE, 2001). No entanto, a resposta ao tratamento com PGF<sub>2α</sub> é influenciada pela maturidade do CL. Um CL maduro possui sistema de retroalimentação positiva que gera produção de prostaglandina intraluteínica, possibilitando o seguimento do processo luteolítico iniciado por uma única aplicação exógena de PGF<sub>2α</sub> (WILTBANK, 1997). Tratamentos feitos até o dia 5 do ciclo estral não induzem efetivamente a luteólise (REFSAL; SEGUIN, 1980).

Após a luteólise, o estro e a ovulação são distribuídos ao longo de seis dias e são influenciados não apenas pela responsividade do CL, como também pelo estágio de desenvolvimento do FD (KASTELI; GINTHER, 1991). Quando o tratamento com PGF<sub>2α</sub> é realizado no quinto dia do ciclo estral, momento em que o FD da primeira onda está em fase de crescimento, o intervalo entre a aplicação e a ovulação é de 3 dias. Se o tratamento for realizado no décimo segundo

dia do ciclo estral, quando o FD da segunda onda encontra-se na fase de crescimento, a ovulação ocorrerá em torno de 4,5 dias. As fêmeas tratadas no oitavo dia do ciclo estral apresentam ovulação do FD da primeira onda folicular 2 dias após a aplicação (KASTELIC et al., 1990). Conforme Cairoli et al., (2006), 95% das vacas demonstraram cio entre o terceiro e o quinto dia após o tratamento com análogos sintéticos de PGF<sub>2α</sub>, com maior frequência ocorrendo no quarto dia (57%).

Todavia Pursley et al., (1997) constataram que a administração de PGF<sub>2α</sub> não apresentou sincronização estro/ovulação eficiente possivelmente devido ao tratamento em diferentes estágios de desenvolvimento folicular ao longo do ciclo estral. Assim, com o intuito de melhorar a eficiência de sincronização de cio foram desenvolvidos protocolos com duas aplicações sequenciais de PGF<sub>2α</sub>, em intervalos de 11 e 14 dias. A segunda aplicação objetiva induzir a luteólise nos animais refratários a PGF<sub>2α</sub>, resultando em taxas de sincronização de 70 a 80% (CAMPOS et al., 2010).

Alguns estudos correlacionando aplicação de PGF<sub>2α</sub>, indução do estro e fertilidade apresentam resultados positivos (PANKOWSKI et al., 1995) enquanto que outros estudos apresentaram resultados negativos sobre a indução de cio e fertilidade (XU et al., 1997). O tratamento de vacas em lactação visando o controle do ciclo estral, muitas vezes fornecem resultados insatisfatórios, particularmente em vacas de alta produção. Este fato presume-se estar relacionado com a baixa fertilidade desses animais, devido a crescente seleção para a produção leiteira (LUCY, 2001), e também devido ao BEN no período pós-parto (BUTLER, 2003). Tenhagen et al., (2000) relataram que a aplicação de PGF<sub>2α</sub> com intervalos de 14 dias em vacas leiteiras, resultaram em taxas semelhantes de concepção quando comparadas as vacas inseminadas sem

indução farmacológica de cio. Porem o IPC das vacas que receberam PGF<sub>2α</sub> foi menor.

## 2.8 PROTOCOLOS HORMONAIOS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO

As vacas durante a lactação apresentam características fisiológicas particulares que diferenciam o comportamento reprodutivo desses animais, quando comparadas a fêmeas bovinas de corte. A fertilidade das vacas leiteiras, principalmente as de maior produção, é mais baixa, devido a particularidades metabólicas, que dificultam a concepção, exigindo maior número de inseminações por prenhez.

As técnicas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) se mostram ferramentas valiosas eliminando a necessidade de observação de cios nas vacas sincronizadas, permitindo que as vacas sejam inseminadas em horários pré-fixados, evitando-se as falhas na detecção de cio, possibilitando que vacas em anestro retornem a atividade ovariana possibilitando a programação das inseminações, dos nascimentos e, consequentemente, da produção leiteira conforme a necessidade da propriedade.

A IATF pode ser facilmente aplicada na rotina dos programas reprodutivos nos estabelecimentos leiteiros, pelo uso de protocolos desenvolvidos para promover o controle da fase folicular e luteínica, permitindo a utilização da IA e TC similares as vacas inseminadas por observação de estro. Os programas de IATF são empregados por aumentar a taxa de serviço (TS) em propriedades, sem comprometer a TP quando comparadas a IA por observação de cio ou monta natural (SANTOS et al., 2009).

Cavalieri, (2006) cita a IATF como ferramenta fundamental para melhorar o manejo reprodutivo e produtivo em rebanhos leiteiros. Vários protocolos de sincronização da ovulação foram desenvolvidos de acordo com características e necessidades específicas das diferentes raças, categorias de animais e manejo das propriedades.

A maioria dos protocolos hormonais de sincronização de ovulação para a IATF em vacas leiteiras baseia-se no princípio do protocolo Ovsynch. Pursley et al., (1995) desenvolveram o protocolo hormonal que permite a IATF após o uso combinado de GnRH e PGF<sub>2α</sub> (GnRH – 7 dias – PGF<sub>2α</sub> – GnRH – 16 horas – IATF).

Este protocolo sincroniza a maturação folicular e luteólise antes de induzir a ovulação. Contudo, conforme Vasconcellos et al., (1999) observa-se redução na TP quando os protocolos são iniciados em diferentes fases do ciclo estral. A TC de vacas submetidas ao Ovsynch é prejudicada quando o protocolo é iniciado entre os dias 13 e 17 do ciclo estral devido a luteólise espontânea antes da administração de PGF<sub>2α</sub>. Isso provoca assincronia na maioria das vacas tratadas que ovulam antes do programado. Da mesma forma, no início do ciclo estral, entre 2 e 4 dias, o FD recrutado não é capaz de responder a primeira dose de GnRH, devido ao seu desenvolvimento insuficiente. Consequentemente, o FD na segunda dose de GnRH estará envelhecido e expressando dominância por 5 ou mais dias sendo considerado subfértil (AUSTIN et al., 1999).

Com o intuito de avaliar a eficiência reprodutiva do Ovsynch, Tenhagen et al., (2004), realizaram um estudo comparativo entre o protocolo e a detecção de estro seguida de inseminação artificial em dois rebanhos leiteiros comerciais. O Ovsynch reduziu o intervalo ao primeiro serviço após o parto, dias em aberto (DA) e descarte dos animais por infertilidade no

rebanho por baixa detecção de estro (DE). Mas, a TC ao primeiro serviço foi maior nos animais inseminados após a DE do que os submetidos aos protocolos em ambos os rebanhos. Estratégias estão sendo adotadas para minimizar as respostas divergentes ao protocolo Ovsynch, e com esse objetivo outros protocolos hormonais foram desenvolvidos. Uma das alterações é a adição de um implante de P<sub>4</sub> ao protocolo.

A P<sub>4</sub> e seus análogos sintéticos são utilizados desde a década de 50 para sincronização de cios. Os tratamentos a base de progesterona ou progestágeno, além da sincronização de estro em fêmeas cíclicas, também têm a capacidade de indução da ciclicidade em fêmeas no pós-parto (BASTOS et al., 2003) e consequentemente a sincronização do estro em 2 a 4 dias após a remoção da fonte de P<sub>4</sub> (RATHBONE et al., 2001). Além da sincronização de cios, a P<sub>4</sub> tem sido utilizada isoladamente para a indução de cios em novilhas pré-púberes. Acredita-se que a P<sub>4</sub> sensibilize o hipotálamo, reduzindo os receptores de E<sub>2</sub> e a retroalimentação negativa sobre a pulsatilidade do GnRH e LH (ANDERSON et al., 1996).

Evidências atuais indicam que as concentrações insuficientes de P<sub>4</sub> devido a rápida metabolização hepática de hormônios esteroides, durante o desenvolvimento do folículo ovulatório é um grande problema para a fertilidade de vacas leiteiras de alta produção submetidas a programas de IATF (WILTBANK et al., 2014). Menores concentrações de P<sub>4</sub> são associadas ao aumento da taxa de crescimento prolongado (persistência) do folículo pré-ovulatório por não bloquear um aumento repentino de LH e impedir a ovulação (CERRI et al., 2011), prejudicando a qualidade do embrião, reduzindo a prenhez por inseminação (P/IA) em vacas em lactação. Após a retirada do implante de P<sub>4</sub>, ocorre declínio desse hormônio, seguido da luteólise, estimulando o crescimento continuado do

folículo dominante que produz mais estradiol e inibina e, finalmente ovula (LONERGAN, 2011).

A substituição do GnRH por estrógenos também tem sido empregada com a vantagem de ter um custo mais baixo e de manejar os animais sempre no mesmo horário do dia. O E<sub>2</sub> pode ser usado na sincronização de ondas foliculares em fêmeas bovinas. A administração de E<sub>2</sub> afeta a função ovariana e o FD em vários níveis. Em um ambiente de alta P<sub>4</sub>, o E<sub>2</sub> age reduzindo a secreção de LH induz atresia do FD ocasionando e emergência de uma nova onda. Em um ambiente de baixa P<sub>4</sub>, o E<sub>2</sub> irá causar um pico de LH que pode levar a ovulação e luteinização do FD. O intervalo para o surgimento de uma nova onda folicular após aplicação de E<sub>2</sub> é dependente da dose e do tempo do tratamento em relação ao surgimento do FD (DISKIN et al., 2002).

Existem diferentes ésteres de estradiol: 17 $\beta$ -Estradiol, benzoato de estradiol (BE), valerato de estradiol (VE) e cipionato de estradiol (CE). O CE (COLAZO et al., 2003) e o VE (BÓ et al., 1995), na presença de P<sub>4</sub>, causam a regressão dos folículos antrais presentes ovário, porém a meia vida longa desses ésteres, leva ao atraso e a dispersão do dia da emergência da onda do crescimento folicular. Já o benzoato de estradiol (SÁ FILHO et al., 2004) e o 17 $\beta$ -estradiol (BÓ et al., 1995) apresentam meia vida mais curta e induzem emergência sincronizada de nova onda de desenvolvimento folicular.

O uso simultâneo de dispositivos vaginais a base de P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> é um dos tratamentos mais populares para a IATF em rebanhos leiteiros (MACMILLAN e BURKE, 1996). O tratamento consiste na administração de 2 mg de BE no momento da inserção do dispositivo intravaginal de P<sub>4</sub> com administração de 150 $\mu$ g PGF<sub>2 $\alpha$</sub>  e 1 mg de BE no dia 7 ou 8, 24 horas após a remoção do implante (MACMILLAN e BURKE, 1996). Em seguida a IATF é geralmente realizada 52-56 horas

mais tarde, após a remoção do dispositivo intravaginal (BINELLI et al., 2001). Alguns estudos demonstraram o uso de CE após a remoção do dispositivo de progesterona para minimizar a manipulação dos animais (COLAZO et al., 2003; AYRES et al., 2006). Além disso, Martins et al., (2005) mostraram que a administração de CE no momento da retirada do dispositivo de P<sub>4</sub> provocou sincronização da ovulação semelhante ao BE. E ainda, Ayres et al., (2006) usando protocolos semelhantes para a IATF, encontraram resultados semelhantes em TP para ambos os compostos, evidenciando ser viável o uso de CE por reduzir o manejo com os animais, sem alterar a TP.

Estes protocolos a base de E<sub>2</sub> e P<sub>4</sub> são frequentemente utilizados na América do Sul. A proporção P/IA relatada com estes protocolos tem sido de 40%-50%, variando de 27,8% à 75,0% (BÓ et al., 1991; COLAZO et al., 2003). Os fatores que mais interferem nas TP são o escore de condição corporal e a ciclicidade das vacas (BÓ et al., 2007).

De maneira geral, os ésteres de estradiol são utilizados no final dos tratamentos hormonais que utilizam dispositivos intravaginais ou auriculares contendo progesterona ou progestágeno (COLAZO et al., 2003). Independentemente do tipo de protocolo utilizado, evidências indicam a possibilidade de melhorar a TC após o tratamento com estrógenos. Conforme Diskin et al., (2002) e Baruselli et al., (2012), protocolos baseados em P<sub>4</sub> e E<sub>2</sub> são mais eficientes na sincronização completa do ciclo estral de fêmeas bovinas.

Para o sucesso no emprego da IATF em vacas leiteiras, é fundamental a análise do uso de fármacos para o controle do ciclo estral e da ovulação, pois todos protocolos envolvem custos e prevê benefícios. A IATF tem como principal função sanar as falhas comuns na observação de estro, portanto quando se considera a existência de fêmeas aptas a serem

inseminadas e a IA não ocorre porque o estro não foi visualizado, deve-se considerar todo o custo decorrente desta falha, desde o gasto com a nutrição de uma fêmea vazia, até o atraso na futura lactação, com aumento no IEP.

## 2.9 IMPACTOS DO MANEJO REPRODUTIVO NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE FÊMEAS LEITEIRAS

O período de serviço (PS), ou dias em aberto, é definido como período entre o parto até a primeira concepção confirmada. O PS é influenciado diretamente pela fertilidade da fêmea, pela eficiência de detecção de cio e pela IA. Como o período de gestação nos bovinos não sofre grandes variações, em média 285 dias, o IEP (considerado o indicador final da performance reprodutiva de um rebanho) está diretamente relacionado com o PS. Neste sentido, para obter um IEP de 12 meses (ideal), o PS não poderia exceder a 85 dias.

A eficiência reprodutiva dos rebanhos leiteiros é o fator reconhecidamente que mais contribui para a lucratividade desta atividade (BRITT, 1985). Em um sistema com reprodução ineficiente, há um maior número de descarte involuntário de animais, diminuição da longevidade e do número de animais para reposição. Além disso, tem-se também um menor progresso genético, maiores gastos com inseminações artificiais e medicamentos, e redução na produção de leite, pois haverá aumento no intervalo entre lactações, assim como prolongamento do período seco da vaca e de vacas secas no rebanho (BRITT, 1985). Esses são os fatores mais importantes para a economia do sistema do que a produção total de leite na lactação (MEADOWS et al., 2005).

Estudos evindeciam que a produção de leite é inversamente proporcional a DE e à eficiência reprodutiva (LÓPEZ et al., 2004; WILTIBANK et al., 2006). Deste modo,

a implantação de programas reprodutivos nos estabelecimentos, tem o objetivo de melhorar a eficiência reprodutiva, a produtividade e a lucratividade.

Diversos estudos avaliaram o efeito de diferentes estratégias de manejo reprodutivo sobre a TC e o IPC (PURSLEY et al., 1997; CERRI et al., 2004; TENHAGEN et al., 2004). Estes trabalhos demonstraram que a indução farmacológica do cio e da ovulação pode promover aumento da TS e redução do IEP nos rebanhos estudados. Giordano et al., (2011) e Galvão et al., (2013) avaliaram o resultado econômico de diferentes técnicas de manejo reprodutivo e observaram que, de acordo com a acurácia da detecção de cio da propriedade, o uso de manipulações hormonais pode ou não ser vantajoso. Em outros estudos, o uso da IATF sem a necessidade de detecção de cio foi relatada como sendo mais rentável do que a IA após a observação visual de cio (RISCO et al., 1998;. LE BLANC, 2001) devido a redução dos dias abertos e o número de vacas descartadas por infertilidade.

Outras pesquisas avaliaram a eficiência do protocolo de IATF no manejo reprodutivo de vacas produtoras de leite (CAVESTANY et al., 2007; BISNOTTO e SANTOS, 2012). Taxas de concepção semelhantes têm sido observadas em vacas inseminadas após observação do cio ou em tempo fixo (TEIXEIRA, 2010). Além disso, os protocolos de IATF reduziram o intervalo entre o parto e o tempo de primeiro serviço, o que aumentou a proporção de vacas que tornaram-se prenhas mais cedo após o período voluntário de espera (TEIXEIRA, 2010; HERLIHY et al., 2011).

Em (1982), Pelissier avaliou que a infertilidade resultou em perda líquida de U\$ 116 por vaca nos Estados Unidos da América (EUA). Coletivamente esta perda totalizou U\$ 1.3 bilhões na indústria leiteira americana. Segundo Pelissier, 53% desta perda era devido a não venda do leite, 37% associado

com o custo de substituição de vacas descartadas e redução no número de crias produzidas. Outros 10% estavam associados aos custos com serviços veterinários e custos reprodutivos

É difícil determinar o impacto sobre a rentabilidade da atividade leiteira de vacas que são inseminadas por observação de estro ou por IATF. De Vries, (2007) estimou ganhos entre U\$ 22 e U\$ 35 vaca/ano com o aumento de um ponto percentual na TP. Para se ter um bom desempenho produtivo e reprodutivo é necessário diminuir o IEP do rebanho e antecipar a concepção no maior número de animais possíveis. Complementarmente, Esslemont et al., (2001) mostraram que o custo de um dia de uma vaca vazia é de aproximadamente (U\$ 2,49) até (U\$ 9,39) variando de acordo com os gastos em produção e o período pós-parto em que o atraso ocorreu. Além disso, outro fator que aumenta os prejuízos econômicos são as perdas gestacionais (PG) que vacas leiteiras de alta produção podem apresentar. Thurmond et al., (1990), avaliaram que em granjas leiteiras cada PG resulta em prejuízo de U\$ 640,00 para o produtor.

No Brasil, foi realizado um experimento para avaliar o impacto da IATF em relação a IA com observação de cio no primeiro dia após o fim do período de espera voluntária (PVE), na eficiência reprodutiva de vacas leiteiras de alta produção. A TC foi semelhante entre as vacas submetidas à IATF e as vacas inseminadas após observação de cio. No entanto, intervalo menor entre o parto e a primeira IA e entre o parto e a concepção foram observadas nas vacas submetidas ao protocolo de IATF (TEIXEIRA, 2010).

Assim, o uso de IATF pode melhorar os resultados reprodutivos e consequentemente, a viabilidade da atividade leiteira, especialmente quando a taxa de detecção de estro é baixa (GIORDANO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012, BISNOTTO et al., 2013, GALVÃO et al., 2013).

## CAPÍTULO 1

### **IMPACTO DE TRÊS MANEJOS REPRODUTIVOS NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E ECONÔMICA DE VACAS LEITEIRAS EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SEMI-INTENSIVO**

Ramos, Lucas<sup>1</sup>; Pinto, Maicon Gaissler Lorena<sup>3</sup>; Mozzaquattro,  
Fabricio Desconsi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>PPGCA – Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC/Lages/SC);

<sup>2</sup>Docente Orientador – UNIPAMPA/Campus Uruguaiana, RS; <sup>3</sup>Co-orientador – EPAGRI/Lages, SC;; Autor para correspondência:

lucasrvet@hotmail.com

## **RESUMO**

A ineficiência reprodutiva de vacas de leite não é só uma fonte de frustração para proprietários e técnicos, é também responsável pela redução da lucratividade da atividade leiteira. A inseminação artificial é uma das tecnologias mais importantes desenvolvidas na pecuária no último século, no entanto as perdas reprodutivas relacionadas as vacas leiteiras reduzem o impacto positivo da IA na atividade. A adoção de técnicas de manejo reprodutivo simples, que possam promover melhora dos índices reprodutivos destes rebanhos, proporcionará maior retorno financeiro aos produtores, sem necessidade de investimentos de grande porte. O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de três manejos na eficiência reprodutiva e econômica de vacas leiteiras em sistemas de produção semi-intensivo. As vacas foram selecionadas pelo histórico reprodutivo, produtivo e condição corporal e

submetidas a um exame ginecológico completo, incluindo vaginoscopia e ultrassonografia entre 30-40 dias pós-parto. Os animais foram alocados aleatoriamente em um dos três tratamentos: Tratamento 1 – Detecção de Estro (DE) - Consiste de manejo tradicional de inseminação artificial (IA) após cio espontâneo no pós-parto. Os animais deste grupo foram inseminados no primeiro cio após os 50 dias em lactação (DEL), 12 horas após a detecção do início do mesmo. Tratamento 2 - ProstaglandinaF<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) – Entre 50-60 dias pós-parto, cada vaca recebeu uma dose de 0,5 mg de d-cloprostenol e marcação com bastão marcador, sendo inseminadas 12 horas após a detecção do cio. Vacas que não entraram em cio, receberam uma segunda dose de 0,5 mg de d-cloprostenol 11 e/ou 14 dias mais tarde. Tratamento 3 - IATF. O protocolo de IATF começou entre 50-60 dias pós-parto com aplicação (D0) de implante intravaginal de progesterona e aplicação intramuscular (IM) de benzoato de estradiol (BE; 2,0 mg). No D8, o implante foi retirado e administrado 150µg de PGF<sub>2α</sub> e 1 mg de cipionato de estradiol. A IATF foi realizada 48 horas após a retirada do implante. Para verificar o efeito dos tratamentos nas variáveis DEL para a primeira inseminação, intervalo parto-concepção (IPC) utilizou-se a análise de variância seguida do teste de Tukey. Para análise dos dados de proporção (Taxa de concepção a primeira inseminação e Taxa de prenhez aos 150 DEL) utilizou-se a análise de “*Deviance*” considerando o nível de 5% de significância. Os resultados mostraram aumento da taxa de concepção após a 1° inseminação artificial (IA), redução do intervalo parto-concepção e benefício econômico com uso de IATF em vacas leiteiras em sistemas de produção semi-intensivo. Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que IATF aumenta a taxa de concepção na primeira IA pós-parto, reduz o intervalo entre o parto e a primeira IA e o intervalo

parto/concepção e eleva a lucratividade de estabelecimentos leiteiros.

**Palavras-chave:** Eficiência reprodutiva, Fertilidade, Intervalo parto-concepção, Lucratividade, Vacas leiteiras.

## ABSTRACT

Reproductive inefficiency of dairy cows is not only a source of frustration for owners and technicians it is responsible for reducing the profitability of dairy business. Artificial insemination is one of the most important technologies developed in livestock in the last century however reproductive losses related dairy cows reduce the positive impact of the AI activity. The adoption of simple reproductive management techniques that can promote improved reproductive rates of these herds will provide higher returns to producers with no need to large investments. The objective of this study was to evaluate the impact of three management systems reproductive and economic efficiency of dairy cows in semi-intensive production systems. The cows were selected by reproductive history, production and corporal condition and subjected to a full gynecological examination, including vaginoscopy and ultrasonography between 30-40 days postpartum. The animals were randomly allocated into one of three treatments: 1 - Estrus Detection (ED) - Consists of traditional management of artificial insemination (AI) after spontaneous estrus postpartum. The animals in this group inseminated on the first estrus after 50 days in milk (DEL), 12 hours after the start of the detection. Treatment 2 - Prostaglandin F<sub>2α</sub> (PGF<sub>2α</sub>) - Between 50-60 days postpartum, each cow received a dose of

0.5 mg of d-cloprostenol and marking with marker bat, being inseminated 12 hours after detection of estrus. Cow not entering into heat, they received a second dose of 0.5 mg d-cloprostenol 11 and / or 14 days later. Treatment 3 - FTAI. The FTAI protocol started 50-60 days postpartum by applying (D0) intravaginal progesterone implant and intramuscular (IM) of estradiol benzoate (EB, 2.0 mg). In D8, the implant removed and administered 150 $\mu$ g of PGF2 $\alpha$  and 1 mg estradiol cypionate. The FTAI performed 48 hours after implant removal. To verify the effect of treatments on DEL variables for the first insemination, calving to conception interval (IPC) used the analysis of variance followed by Tukey's test. For analysis of the proportion of data (conception rate to first insemination and pregnancy rate to 150 LED) used the analysis of "Deviance" considering 5% significance level .The results showed higher rate of conception after 1° artificial insemination (AI), reduced birth-conception interval and economic benefit with the use of FTAI in dairy cows in semi-intensive production systems. The conditions under which the experiment was conducted, can be concluded that FTAI increases the conception rate in the first postpartum AI reduces the interval between calving and first AI and birth-conception range, raises the profitability of dairy farms.

**Keywords:** reproductive efficiency, fertility, calving-conception interval, Profitability, Dairy cows.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos 50 anos, as fazendas de leite têm vivenciado um contraste entre o aumento da produção de leite e redução drástica da fertilidade. Uma das causas da menor eficiência reprodutiva em rebanhos leiteiros é a diminuição da expressão e da detecção de estros (LOPEZ et al., 2004), que consequentemente afetam a rentabilidade de estabelecimentos leiteiros. Em sistemas de produção de leite a pasto a baixa detecção de estro e falta de pessoas capacitadas para identificar o momento correto do estro são os principais problemas (LUCY et al., 2004).

Vacas em sistemas baseados a pasto são consideradas a forma mais sustentável de produzir leite, devido aos baixos custos de produção (PICCAND et al., 2013). Aliado a isto, procura-se conseguir um curto intervalo entre parto, onde a vaca produza leite de maneira eficiente, com suplementação mínima e capacidade de restabelecer uma nova gestação dentro de 85 dias pós-parto (MUNRO et al., 1987).

Um intensivo manejo reprodutivo da primeira e segunda inseminação deve ser aplicado para que um IEP de 12 meses seja alcançado. Nesta direção, algumas estratégias reprodutivas de sincronização da ovulação seguida por IATF podem melhorar a eficiência de vacas a pasto e diminuir o intervalo a primeira inseminação artificial e o intervalo parto-concepção. A reprodução assistida implementada através de biotécnicas que promovam a sincronização da ovulação, como a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) constituem uma boa ferramenta para melhorar os índices de produtividade (BARUSELLI, 2002). Esta técnica vem sendo utilizada sistematicamente em alguns rebanhos bovinos (PURSLEY et al., 1995) com o objetivo de tornar o manejo reprodutivo mais eficiente, sem a necessidade da observação diária do estro.

A utilização dos protocolos de sincronização para IATF objetivam promover a emergência de uma nova onda de crescimento folicular, controlar a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a implantação e a retirada da fonte de progesterona exógena (implante auricular ou dispositivo intravaginal) e endógena (prostaglandina F<sub>2α</sub>) e induzir a ovulação sincronizada em todos os animais simultaneamente.

A proposta deste artigo é avaliar o impacto de três manejos reprodutivos na eficiência econômica e reprodutiva de vacas leiteiras em sistemas de produção de leite semi-intensivo e comparar o uso destes manejos reprodutivos no que diz respeito ao incremento sobre intervalo parto-concepção e taxa de concepção a inseminação artificial na ocorrência de cio natural, com cio induzido pelo uso de análogo sintético de prostaglandina e com ovulação induzida por benzoato de estradiol associado a implante intravaginal de progesterona.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO**

O experimento foi conduzido em três estabelecimentos leiteiros sob sistema semi-intensivo no estado de Santa Catarina. O estabelecimento 1 localizado no município de Bom Retiro/SC (latitude 27°47'50" e longitude 49°29'21), estabelecimento 2 sediado em Lages/SC (Latitude: 27° 49' 0", Longitude: 50° 19' 35") e o estabelecimento 3 está sediado no município de Curitibanos/SC (27°16'44" de latitude e 50°34'57" de Longitude). Os três estabelecimentos leiteiros localizados no Planalto Catarinense. O período experimental foi de maio a novembro de 2015 nos estabelecimentos 1 e 2 e de julho a dezembro de 2014 no estabelecimento 3. As ordenhas eram realizadas duas vezes ao dia de acordo com a rotina dos estabelecimentos. A dieta de todos os animais baseadas em pastagens cultivadas de aveia e azevém no inverno, e milheto, sorgo e festuca no verão, com suplementação volumosa de silagem e concentrada com milho, soja, resíduo de cervejaria (milho e cevada), e sal mineral. Todas as propriedades tinham calendário sanitário com vacinação para IBR, BVD, Leptospirose realizados a cada 6 meses e exames de brucelose e tuberculose realizados anualmente. Foram selecionadas propriedades similares, com produção suportada em pastagem e suplementação volumosa e concentrada, e que utilizam regularmente a observação de cio e inseminação artificial (IA) como manejo reprodutivo. Estas propriedades possuíam escrituração dos dados de produção leiteira e reprodução (datas de parto e inseminações artificiais). A taxa de detecção de cio nas propriedades foi realizada avaliando-se nos últimos 4 meses anteriores ao início do projeto, quantas vacas estavam aptas a serem inseminadas e

quantas vacas no mesmo período realmente foram inseminadas. Cada propriedade foi avaliada pelos índices zootécnicos de taxa de concepção e intervalo parto-concepção.

### 3.2 SELEÇÃO DOS ANIMAIS E TRATAMENTOS

Vacas entre 30 e 40 dias de lactação foram submetidas a exame ginecológico. Tal exame incluiu exame clínico geral e específico do sistema reprodutor através de inspeção dos órgãos externos; vaginoscopia para avaliação da abertura do anel cervical, bem como sua coloração e umidade; palpação retal com auxílio de ultrassom para mensuração dos diâmetros cervicais e uterinos, visualização da presença ou não de fluídos no lúmen uterino e fase do ciclo reprodutivo. A taxa de serviço nas propriedades foi estimada avaliando-se o número de vacas aptas a serem inseminadas nos 6 meses anteriores ao ínicio do trabalho e o número de vacas que no mesmo período foram inseminadas. Para efeito de comparação, a taxa de serviço após o ínicio do experimento foi estimada avaliando-se o número de animais avaliados, saudáveis e aptos a serem inseminados aos que realmente foram inseminados até o período de 90 dias pós-parto.

Ao todo 182 animais foram avaliados e apenas animais livres de patologias neste exame e que se apresentavam aos 50 a 60 DEL foram usados no experimento, totalizando 135 vacas alocadas aleatoriamente em um dos três tratamentos com uma distribuição uniforme dos animais levando em consideração os seguintes aspectos: ECC, ordem de partos e produção leiteira. Entre as propriedades havia uma diferença entre as raças dos animais (Jersey, Holandês e Cruzamento Holandes vs Simmental (CHS)) a qual também foram distribuidos uniformemente entre os tratamentos dentro de cada propriedade:

### **3.2.1 Tratamento 1 - DE:**

As vacas do grupo 1 (Nº 51) foram submetidas a observação de cio, de acordo com a rotina do estabelecimento, a partir de 50 dias pós-parto duas vezes por dia. A observação de cio acontecia no momento da ordenha (manhã e tarde) com um tempo médio de observação de 1 hora. Os parâmetros visualizados para que uma vaca fosse considerada em cio foram: aceitação da monta; edema vulvar; corrimento vaginal com carácter mucoso. Após diagnosticada a vaca em cio, a inseminação acontecia 12 horas após. Como método auxiliar de detecção de cio, as vacas foram pintadas com bastão marcador na base da cauda.

### **3.2.2 tratamento 2 - PGF<sub>2α</sub>:**

Os animais do grupo 2 (Nº 40) entre os dias 50 e 60 da lactação receberam 150µg de PGF<sub>2α</sub>, independente da presença de CL ou não, sendo submetidas posteriormente a observação de cio. A IA foi realizada 12 h após a identificação do cio de acordo com a rotina do estabelecimento. Vacas que não entravam em cio, recebiam uma segunda dose de 150µg de PGF<sub>2α</sub> 11 e/ou 14 dias após a primeira aplicação. Como método auxiliar de detecção de cio, as vacas eram pintadas com bastão marcador na base da cauda.

### **3.2.3 -Tratamento 3 - IATF:**

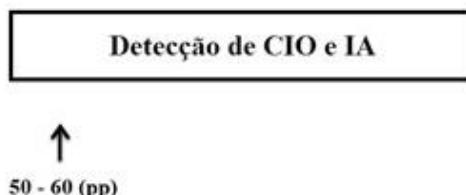
As fêmeas do grupo 3 IATF (Nº 44) receberam no D0 (50 – 60 DEL) implante intravaginal de progesterona e aplicação de benzoato de estradiol (BE; 2,0 mg IM). No D8, o implante foi retirado e administrado 150µg de PGF<sub>2α</sub> IM e 1

mg de cipionato de estradiol IM. A IATF foi realizada 48 horas após a retirada do implante.

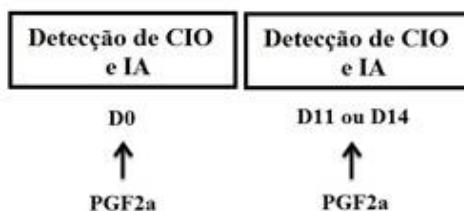
Em todos os tratamentos, os animais que retornaram ao cio após a primeira IA foram re-inseminados. Vacas não gestantes ou que não foram inseminadas até os 90 dias foram novamente avaliadas e de acordo com a condição ovariana submetidas a uma nova aplicação de PGF<sub>2α</sub> ou IATF e/ou aguardaram observação de cio natural, seguindo manejo reprodutivo tradicional das propriedades. Todos os animais foram acompanhados no experimento até os 150 dias pós-parto. Os grupos de tratamentos seguiram esquema experimental representado na Figura 1.

**Figura 1-** Grupos de tratamentos empregados no experimento.

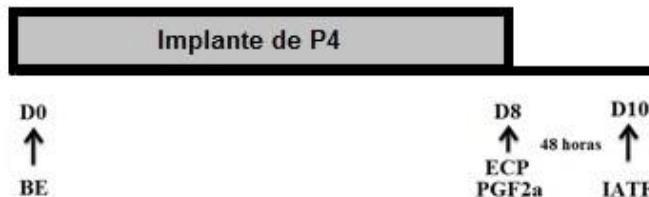
**Tratamento 1**



**Tratamento 2**



**Tratamento 3**



Fonte: Próprio autor.

### 3.3 DIAGNÓSTICO DE GESTAÇÃO

O diagnóstico de gestação aos 30-35 dias após IA foi efetuado por ultrassonografia (Kaixin 5200, transdutor linear retal 5MHz).

### 3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar o efeito dos tratamentos nas variáveis DEL para a primeira inseminação, IPC e IPCp utilizou-se a análise de variância seguida do teste de Tukey quando do efeito significativo, considerando o nível de 5% de significância. Para análise dos dados de proporção (Taxa de concepção a primeira inseminação e Taxa de prenhez aos 150 DEL) utilizou-se a análise de “*Deviance*”, empregando-se o modelo binomial e função de ligação “*logit*”, quando observado efeito significativo dos tratamentos foi realizada a comparação entre os níveis desse fator por meio da análise de contrastes utilizando a função “*glht*” para testes de hipótese simultâneos disponível no pacote “*multcomp*” (Hothorn, Bretz e Westfall, 2008). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do ambiente R (R Core Team, 2015).

### 3.5 ANÁLISE ECONÔMICA

O objetivo desta análise foi estimar o custo de produção de uma vaca leiteira gestante ou não em uma propriedade. Para o parâmetro custo de produção vaca/dia foram utilizados valores referenciais para o estado de Santa Catarina fornecidos trimestralmente pelo Centro de Socieconomia e Planejamento Agrícola de Santa Catarina (CEPA). Nas planilhas custos de produção fornecidas pelo CEPA são feitos levantamentos de todos os custos de uma propriedade leiteira, insumos e energia,

combustível e serviços, benfeitorias, mão-de-obra, equipamentos, máquinas, veículos e todos os dados referentes ao rebanho (vacas em lactação, vacas secas, novilhas, bezerras, reprodutores) e índices zootécnicos e produtivos (intervalo entre partos, produção leiteira, taxa de natalidade, taxa de mortalidade, taxa de descarte, idade ao primeiro parto, entre outros).

Para o parâmetro custo/vaca/dia neste projeto utilizou-se o custo médio ponderado de produção de leite do Estado, tomando-se como mês de referência maio de 2015, último relatório fornecido pelo CEPA. Foram simulados para calcular custos/vaca/dia, os seguintes aspectos:

- Um sistema de produção leiteira com média de 15 kilogramas de produção de leite ao ano, sistema comum de produção no Estado Catarinense;
- Para este sistema de produção leiteira foram simuladas situações econômicas com os resultados obtidos neste experimento para o intervalo parto-concepção entre os tratamentos empregados;
- As simulações foram feitas com base em uma duração de lactação ajustada para 305 dias (10 meses); período voluntário de espera de 50 dias; período seco entre lactações de 60 dias; preço médio do leite recebido pelo produtor no Estado de Santa Catarina no ano de 2015 (R\$ 0,96); conforme síntese anual da agricultura do Estado de Santa Catarina 2014/2015, divulgados pelo CEPA.

## 4 RESULTADOS

O presente estudo analisou a taxa de concepção aos 30 dias após a 1º IA pós-parto e aos 150 dias em lactação, e aos 150 dias pós-parto e o DEL da 1º IA pós parto de vacas das raças Jersey, Holandesa e CHS submetidas a diferentes tratamentos reprodutivos em sistemas de produção a pasto com suplementação (1- detecção de estro + IA; 2- indução de estro por PGF<sub>2α</sub> + IA e 3- sincronização da ovulação (IATF)). Na tabela 1, nota-se que a taxa de concepção do tratamento 3 ( $77,72 \pm 6,03^b$ ) foi superior aos tratamentos 1 ( $50,98 \pm 6,62^a$ ) e 2 ( $52,50 \pm 7,70^a$ ) aos 30 dias após a 1º IA pós-parto. A taxa de concepção entre os tratamentos 1 e 2 não diferiram significativamente entre si.

**Tabela 1** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos na taxa de concepção a primeira inseminação até os 90 dias pós-parto.

Tratamento	Taxa concepção a primeira inseminação (%) $\pm$ EPM	Nº Animais
1 (cio natural)	$50,98 \pm 6,62^a$	(26/51)
2 (PGF <sub>2a</sub> )	$52,50 \pm 7,70^a$	(21/40)
3 (IATF)	$77,72 \pm 6,03^b$	(34/44)

<sup>a, b</sup> letras diferentes na coluna indicam significância de  $p < 0,05$ .

Fonte: Próprio autor.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados referentes ao intervalo parto primeira/IA por tratamento empregado no experimento. Percebe-se que os dias em lactação a primeira inseminação artificial dos tratamentos 2 ( $68,07 \pm 1,76^b$ ) e 3 ( $65,49 \pm 0,64^b$ ), foram menores em relação ao tratamento 1, porém não diferiram significativamente entre si.

**Tabela 2** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no DEL a primeira inseminação (dias) por tratamento.

Tratamento	DEL 1 IA (dias) ± EPM	N° Animais
1 (cio natural)	77,59±3,01 <sup>a</sup>	51
2 (PGF <sub>2a</sub> )	68,07±1,76 <sup>b</sup>	40
3 (IATF)	65,49±0,64 <sup>b</sup>	44

<sup>a, b</sup> letras diferentes na coluna indicam significância de  $p < 0,05$

Fonte: Próprio autor.

Após o diagnóstico de gestação negativo ou após 90 dias de lactação sem ter recebido IA, as vacas eram novamente avaliadas e seguiam o manejo reprodutivo normal da propriedade, com acompanhamento até os 150 dias de lactação. Os resultados em taxa de prenhez (%) aos 150 dias, IPC médio das vacas gestantes e IPC médio de gestantes e não gestantes (vacas acompanhadas até os 150 dias pós-parto e que ainda não estavam prenhez) por tratamento estão dispostos nas Tabelas 3, 4 e 5 abaixo.

Verifica-se na tabela 3 a taxa de prenhez aos 150 dias de lactação, onde o resultado do tratamento 3 ( $90,91\pm4,38^b\%$ ) apresentou diferença significativa em relação aos tratamentos 1 e 2, que não diferiram entre si.

**Tabela 3** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos na taxa de prenhez (%) aos 150 DEL por tratamento.

Tratamento	Taxa de prenhez (%) ± EPM	N° Animais
1 (cio natural)	70,59±6,44 <sup>a</sup>	(36/51)
2 (PGF <sub>2a</sub> )	67,50±7,50 <sup>a</sup>	(27/40)
3 (IATF)	90,91±4,38 <sup>b</sup>	(40/44)

<sup>a, b</sup> letras diferentes na coluna indicam significância de p< 0,05

Fonte: Próprio autor.

O intervalo parto-concepção (IPC) das vacas gestantes aos 150 dias de lactação mostraram resultados menores em número de dias para o tratamento 3 (68,55 dias) em relação ao tratamento 1. Entretanto, o resultado do tratamento 2 não apresentou diferença significativa em número de dias em relação aos tratamentos 1 e 3, conforme exposto na Tabela 4.

**Tabela 4** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no Intervalo parto-concepção (IPC) médio em dias das vacas gestantes aos 150 DEL por tratamento.

Tratamento	IPC Médio (dias) ± EPM	N° Animais
1 (cio natural)	89,31±4,80 <sup>a</sup>	(36/51)
2 (PGF <sub>2a</sub> )	73,33±4,30 <sup>ab</sup>	(27/40)
3 (IATF)	68,55±2,17 <sup>b</sup>	(40/44)

<sup>a, b</sup> letras diferentes na coluna indicam significância de p< 0,05

Fonte: Próprio autor.

A Tabela 5 apresenta o resultado de intervalo parto-concepção médio das vacas gestantes e não gestantes de todos os tratamentos. Neste resultado, o IPC das vacas não gestantes

foi projetado para 150 dias em lactação. Pode-se notar que o tratamento 3 resultou significativamente em menor IPC (80,68 dias) em relação ao tratamento 1 (112,93 dias) e 2 (101,86 dias). Os tratamentos 1 e 2 não diferiram entre si neste experimento.

**Tabela 5** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no intervalo parto-concepção (IPC) médio em dias das vacas gestantes e não gestantes aos 150 dias de lactação por tratamento.

Tratamento	IPCp Médio entre gestantes e não gestantes (dias) ± EPM	N° Animais
1 (cio natural)	112,93±4,90 <sup>a</sup>	51
2 (PGF <sub>2a</sub> )	101,86±6,32 <sup>a</sup>	40
3 (IATF)	80,68±4,66 <sup>b</sup>	44

<sup>a, b</sup> letras diferentes na coluna indicam significância de  $p < 0,05$

Fonte: Próprio autor.

Os efeitos de propriedade, ordem de parto, condição ovariana, escore de condição corporal, raça e produção leiteira, não mostraram interação significativa com os tratamentos do experimento. A tabela 6 mostra um perfil médio geral de cada propriedade e tratamento em relação a estas variáveis.

**Tabela 6** – Efeito dos diferentes manejos reprodutivos no perfil geral das variáveis analisadas separadas por propriedade.

Média Aritmética das variáveis	Propriedade 1			Propriedade 2			Propriedade 3		
	Tratamento			Tratamento			Tratamento		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Número de animais</b>	25	22	24	7	8	7	19	10	13
Raça	<sup>1</sup> HPB/2CHS	HPB/CHS	HPB/CHS	Jersey	Jersey	Jersey	Jersey	Jersey	Jersey
<sup>3</sup> ECC	3,04	3,06	3,03	3,02	3,07	2,83	2,89	2,92	2,96
<b>Número de Partos</b>	2,25	2,28	1,96	1,50	1,30	1,14	3,90	3,75	3,07
<b>Produção Leiteira</b>	34,85	33,64	30,17	14,00	15,56	14,50	22,94	20,63	21,28
<b>Condição Reprodutiva</b>	<b>Ciclando</b>	15	14	6	4	4	15	6	10
	<b>Anestro</b>	10	8	10	1	4	3	4	3

<sup>1</sup>Holandês Preto e Branco <sup>2</sup>Cruzamento raça Holandês x Simmental <sup>3</sup>Escore de Condição Corporal

Fonte: Próprio autor.

## 4.1 SIMULAÇÃO DE IMPACTO ECONÔMICO

Considerando os aspectos analisados nesta simulação econômica, em 305 dias de lactação uma vaca com média de 15 kg de leite, produzirá ao final da lactação 4.575 kg de leite, a um custo de R\$ 0,7496 por kg de leite, totalizando R\$ 11,19 custo/vaca/dia. Ao final dos 305 DEL, está vaca custará R\$ 3.412.

Durante o período de lactação o maior custo vaca/dia será com o fornecimento de concentrado. Uma vaca com produção de 15 kg de leite consome em torno de 5 kg de concentrado por dia com custo aproximado de R\$ 1,00/kg de ração, tem-se então, um custo aproximado ao dia de R\$ 5,00 com concentrados. Descontando-se este custo com alimentação dos R\$ 11,19 custo/vaca/dia, obtem-se o valor de R\$ 6,19 derivados de outras variáveis de uma propriedade leiteira.

Nesta simulação, após 305 dias de lactação, foi considerado que cada vaca estava não produtiva ou seca, assim, por não produzir leite não recebia concentrado, ou seja, o seu custo/dia diminuía para R\$ 6,19. O custo/dia de uma vaca não produtiva ou seca foi realizado subtraindo-se o período seco (60 dias) do período voluntário de espera (50 dias), ou seja, 10 dias multiplicados pelo custo/dia de R\$ 6,19 por vaca. O custo total nesse período seco ou não produtivo era de R\$ 61,19 por animal.

Neste estudo o IPC médio aos 150 dias em lactação das vacas em tratamento foi de: T1- 112,33 T2- 101,86 e T3- 80,68 dias. Nesta simulação, o custo de uma vaca gestante por tratamento empregado foi de:

- Tratamento 1: Calculando- se o IPC de 112,33 dias x R\$ 6,19 (valor estimado como prejuízo vaca/dia após 305 dias em lactação) tem-se o custo R\$ 695,32 por vaca gestante;

- Tratamento 2: um custo por vaca gestante de R\$ 630,51 mais o valor comercial de R\$ 5,00 por uma dose de prostaglandina, totalizando o custo para o tratamento 2 de R\$ 635,51.
- Tratamento 3: obteve-se um custo vaca prenha de R\$ 521,40, já considerando o custo de um protocolo hormonal de IATF de R\$ 22,00.

Levando-se em conta que os tratamentos 1 e 2 empregados neste experimento, ultrapassaram o limite máximo (85 dias) para adquirir uma nova gestação e apresentaram 27,33 dias e 16,86 dias, respectivamente a mais que o recomendável, simulou-se o custo total destes dias abertos neste experimento. No total, o tratamento 1 apresentou um custo/prejuízo/vaca de R\$169,17 e o tratamento 2 um custo/prejuízo/vaca de 104,36.

## **5 DISCUSSÃO**

Os estabelecimentos usavam como manejo reprodutivo tradicional o controle de cios seguida da inseminação artificial, prática está, realizada por apenas um observador no momento em que os animais vinham para a ordenha no período da manhã e/ou a tarde. A taxa média de detecção de estro calculada pelo número de animais aptos a serem inseminados aos que realmente foram inseminados em um determinado período de tempo encontravam-se em 51% no estabelecimento 1, 59% no estabelecimento 2 e 64% no estabelecimento 3, com consequente baixa taxa de serviço. Estabelecimentos leiteiros com baixas taxas de detecção de cio e concepção são as indicadas a utilizarem a IATF. A taxa de detecção média de cio nos EUA é abaixo de 50% (Nebel, 2003), e no Brasil, apesar de não haver estudos aprofundados, os índices não devem ser muito diferentes. Segundo revisão de Santos e Chebel (2005), de uma forma simplista, deve-se recomendar o uso da IATF em estabelecimentos onde a taxa de detecção de cio seja abaixo de 50%. Acima disto, o uso da IATF pode ser inviável economicamente. Mas esta decisão deve ser baseada em outros fatores econômicos que oscilam ao longo do ano, tais como custos com mão de obra, alimentação, medicamentos e hormônios, preço do litro de leite e valor pago às vacas de descarte e novilhas de reposição. No presente estudo as vacas estavam aptas a serem inseminadas logo após o período voluntário de espera, entre 50 e 60 dias pós-parto em todas as propriedades. Com esse intervalo de 10 dias, as propriedades tinham como adequar lotes de tratamentos, facilitando o manejo e a mão-de-obra. Observou-se neste estudo uma taxa de serviço até os 90 dias pós-parto de 77,58% e 88,37% para os tratamentos 1 e 2, respectivamente. Como já esperado, o tratamento 3 por não haver a necessidade de detecção de estro,

atingiu 100% dos animais inseminados. O incremento da taxa de serviço do tratamento 1 e 2, pode ser explicado pelo auxílio na detecção de cio com a pintura na base da cauda do animal. Segundo Mee et al., (2002), o uso de pintura na base da cauda aumenta as taxas de detecção de estro em média para 70%. Além disso, o maior cuidado com os animais do experimento demonstram que o componente humano na reprodução é um fator limitante.

Neste experimento verificou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na taxa de concepção após a primeira inseminação pós-parto de vacas submetidas ao tratamento 3 em relação ao tratamento 1 e 2. Galvão et al., (2007), também relataram aumento na taxa de concepção de vacas submetidas a IATF em relação a observação de cio. No entanto, estes resultados não corroboram com a grande maioria dos estudos. Tenhagen et al., (2004) e Norman et al., (2009) verificaram que vacas submetidas a IATF apresentaram menores taxas de concepção do que as vacas inseminadas após a detecção de estro. Alvarez et al., (2003), avaliaram a eficácia da IATF em comparação ao cio induzido por PGF<sub>2α</sub> e cio natural em vacas *Bos indicus* e *Bos taurus* em sistemas de produção a pasto. Relataram que, após 60 dias de parição, os animais não apresentaram diferenças nas taxas de concepção entre os tratamentos IATF (41,4%), com cio induzido por PGF<sub>2α</sub> (53,1%) ou cio natural (49,1%). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Pursley et al., (1995), que obtiveram taxa de concepção entre 40%-50% com raças holandês.

A taxa de prenhez do tratamento 3 deste estudo também apresentou diferença significativa aos 150 dias após o parto em comparação aos tratamentos 1 e 2. No entanto, estes resultados não estão de acordo com diversos estudos que mostraram em geral não haver diferença ou até mesmo um aumento em taxa de prenhez com uso de IATF versus IA após detecção de cio

(PURSLEY et al., 1997; RISCO et al., 1998; STEVENSON et al., 2001; McDougall et al., 2013). Pfeifer et al., (2014) sugeriram que a indução da ovulação com PGF<sub>2α</sub> pode ser usada com sucesso para induzir e sincronizar a ovulação em bovinos, com semelhante taxa de prenhez quando comparada a IATF. Poucos trabalhos comparando IATF com cio natural e/ou induzido apresentaram resultados superiores da IATF. Santos e Chebel, (2005) e Pursley et al., (1995) relataram que a IATF aumenta a taxa de prenhez por aumentar o número de animais inseminados. Xu et al., (1997), compararam a taxa de prenhez após aplicação de PGF<sub>2α</sub> em intervalos de 14 dias seguidas por detecção de estro e com IATF, e relataram taxas de prenhez maiores para o grupo IATF.

Neste trabalho, os animais do grupo 2 recebiam aplicação de PGF<sub>2α</sub> independentemente da presença ou não de CL, ou seja animais que estavam em anestro também receberam PGF<sub>2α</sub>. Diversos trabalhos comparando a eficiência reprodutiva da IATF com observação de cio após aplicação de PGF<sub>2α</sub> em vacas que apresentavam CL no momento da aplicação de PGF<sub>2α</sub>, não apresentaram diferenças significativas em taxas de concepção e prenhez (EDWARDS et al., 2015; PFEIFER et al., 2014; FRICKE et al., 2014a; McDougall et al., 2013; STEVENSON et al., 2008). Este pode ser um fator extremamente relevante e que explica a IATF neste trabalho ter obtido resultados superiores aos observados em outros experimentos semelhantes.

Outros fatores que podem explicar o aumento da taxa de concepção e da taxa de prenhez na IATF, neste experimento, são os relacionados a uma baixa observação de cio nos estabelecimentos, número de animais e mão-de-obra pouco especializada em sistemas de produção a pasto. Em sistemas baseados a pasto, estudos relatam taxa de P/IA entre 39% e 52% em vacas submetidas à observação de cio

(WALSH et al., 2011). A percentagem de animais com sinais de estro caiu de 80% para 50% e a duração de cio de 15 para 5 horas nos últimos 50 anos. Juntam-se a isso a falta de mão-de-obra qualificada e a incapacidade de detectar o momento correto do estro (WALSH et al., 2011). Segundo Escalante et al., (2013), a observação de estro seguida de IA em vacas a pasto são menores devido a redução do comportamento estral ou por falta de mão-de-obra qualificada para detectar o cio no momento correto, resultando em menores taxas de concepção e prenhez. A mudança no tamanho dos rebanhos também criou um novo problema para os estabelecimentos leiteiros. Piccand et al., (2013), relatou que os métodos tradicionais de observação visual de estro são aplicados de forma ineficiente em rebanhos grandes, onde o número de animais aumentou mas a mão de obra continua reduzida. Neste experimento, os estabelecimentos 1 e 3 possuíam mais de 140 vacas em lactação e o estabelecimento 2 contava com 50 vacas leiteiras, e, em ambos, apenas uma pessoa era responsável por observar cio e realizar a IA. O fato de as propriedades apresentarem mão de obra reduzida com um grande número de animais em lactação e dificuldade de detecção de cio pode ser um fator que contribuiu para o uso e os resultados positivos com o emprego da IATF. Outro fator que pode ser atribuído aos resultados, é o criterioso exame clínico físico e uterino em que os animais foram submetidos e o fato de os mesmos apresentarem um ECC bom após o período voluntário de espera.

Em sistemas de produção leiteira a pasto, os desafios de detecção de estro são os principais complicadores para obter-se uma eficiência reprodutiva. A baixa acurácia de observação não só aumenta o intervalo parto a primeira IA como também aumenta o intervalo médio entre os serviços (FRICKE et al., 2014a). Este fator pode ser uma das explicações para o intervalo parto a primeira IA neste estudo. Houve diferença

significativa entre os tratamentos 2 e 3 quando comparados ao tratamento 1, sendo os dias em lactação a 1º IA menores no tratamento 3. Este resultado já era esperado ao início deste estudo, pois a IATF determina uma taxa de serviço de 100%. Nesta mesma direção, outros experimentos também encontraram resultados semelhantes. Herlihy et al., (2011) relataram que a IATF em vacas leiteiras a pasto resultaram em um intervalo menor de tempo entre o parto e a primeira IA. Norman et al., (2009) analisaram resultados em mais de 23.000 rebanhos americanos entre os anos 1995 e 2008. Os mesmos verificaram que a IATF reduziu em 18 dias o parto/1º IA. Da mesma forma, Tenhagen et al., (2004), em estudo comparando protocolo ovsynch com IA após observação de estro relataram que o protocolo reduziu em 16 dias e em 44 dias, o intervalo parto/1º IA em um rebanho com alta e baixa taxa de serviço, respectivamente. Mais estudos também confirmaram efeito positivo da IATF no intervalo entre o parto/1º IA (JOBST et al., 2000). Para atingir um curto intervalo entre parto e produção leiteira eficiente em sistemas de produção a pasto, uma nova gestação deve ser estabelecida até os 85 dias após o parto (PICCAND et al., 2013). Assim, uma grande vantagem da inseminação artificial em tempo fixo é a antecipação das inseminações no período pós-parto e os resultados deste experimento corroboram com estes relatos.

Com relação ao intervalo parto-concepção (IPC) aos 150 dias em lactação entre vacas gestantes e aos 150 dias entre vacas gestantes e não gestantes neste experimento, os resultados foram significativamente menores para o grupo IATF em comparação aos outros tratamentos. Isso pode ser explicado pela antecipação da primeira IA pós-parto e pela baixa detecção de estro das propriedades, pois uma reduzida expressão de estro pelas vacas leiteiras associadas a falhas no manejo de observação e detecção da vaca podem muitas vezes

ocasionar uma baixa taxa de serviço ou IA, refletindo em baixa taxa de prenhez, aumento do IPC e, obviamente do intervalo entre partos com consequente redução na lucratividade dos estabelecimentos leiteiros (NEBEL, 2003). Sendo assim a sincronização da ovulação e a antecipação da primeira IA pós-parto foram eficientes em reduzir o IPC. Fricke et al., (2014b) também relataram que a IATF diminuiu o IPC em relação a observação de cio (62,5 dias vs 74,8 dias). Neste sentido, Jobst, (2000) e Tenhagem et al., (2004), também verificaram que a proporção de animais gestantes com menos dias em lactação foi maior em grupos submetidos a IATF. Do mesmo modo, Pursley et al., (1997) detectaram redução no IPC para vacas leiteiras em manejos de IATF. Eles relataram intervalo médio de 99 dias para vacas do grupo IATF e 118 dias para vacas do grupo com manejo reprodutivo típico, ou seja, com detecção de estro e IA. A IATF promove o início precoce da atividade cíclica pós-parto, diminui o número de serviços por concepção e o intervalo parto-concepção em vacas leiteiras (DARWASH et al., 1997).

Embora a pesquisa seja abundante quanto as biotecnologias para a melhoria dos indicadores produtivos, existe uma deficiência de trabalhos que mostrem a real eficiência econômica. O conhecimento dos custos de produção e o custo benefício de cada investimento, dentro de uma visão sistêmica de planejamento estratégico, será o diferencial entre os produtores que permanecerão no mercado. A escolha do manejo reprodutivo a ser empregado em um estabelecimento leiteiro depende do desempenho reprodutivo dos animais, eficiência de detecção de estro e custos associados com os tratamentos. Os dados apresentados neste trabalho reforçam que em fazendas com baixa eficiência na detecção de estro, o uso de IATF pode ser uma alternativa viável.

Entretanto, para a IATF ser economicamente viável em

fazendas com boa taxa de detecção de estro, os custos com os tratamentos devem ser menores do que aqueles dispendiados especialmente com a mão de obra. No presente estudo, na simulação econômica realizada, observou-se a IATF economicamente viável por reduzir o IPC em relação ao tratamento 1 e 2, e consequentemente reduzir o custo vaca/dia ao final da simulação realizada. O principal benefício econômico da IATF baseia-se na redução do IEP e no número de vacas descartadas por infertilidade (PURSLEY et al., 1995; RISCO et al., 1998; Le BLANC, 2001).

De fato, utilizando-se a IATF adequadamente, pode-se concentrar um maior número de vacas com um IPC ideal (85-90 dias). Acima ou abaixo desse valor, aumentam os custos por vaca prenhe (NEBEL, 2003; WILTBANK et al., 2006). Segundo Wiltbank et al. (2006), os custos por vaca prenhe aumentam gradativamente à medida que o IEP também aumenta. Em geral, a cada dia a mais que a vaca deixa de gestar após 110 dias em lactação, há uma perda que pode variar entre U\$\$ 1,00 e acima de U\$\$ 20,00 por animal. Galvão et al., (2013) relataram que em rebanhos com taxa de observação de estro acima de 60% tornam-se inviáveis economicamente a utilização de IATF, por outro lado em rebanhos com observação de cio abaixo de 40% recomenda-se o uso da técnica.

Da mesma forma, Giordano et al., (2011) simularam o uso de três diferentes manejos reprodutivos em estabelecimentos leiteiros, com base em IA por observação de estro, IATF ou a combinação de ambos os manejos. Ao final concluíram que a IATF pode melhorar os resultados reprodutivos e consequentemente, a viabilidade dos estabelecimentos leiteiros, especialmente quando a taxa de detecção de estro é baixa apesar dos custos serem mais elevados.

## 6 CONCLUSÃO

Nas condições em que foram realizadas o experimento, conclui-se que:

- A IATF aumenta a taxa de concepção na primeira IA pós-parto.
- A IATF reduz o intervalo entre o parto e a primeira IA e o intervalo parto/concepção.
- Eleva a lucratividade de estabelecimentos leiteiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, G. P.; JAISWAL, R.; SINGH, J.; MALHI, P. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. **Theriogenology**, v.69, p.72-80, 2008.
- ALVAREZ, R. H.; MARTINEZ, A. C.; CARVALHO, J. B. P.; ARCARO, J. R. P.; PIRES, R. M. L.; OLIVEIRA, C. A. Eficácia do tratamento Ovsynch associado à inseminação artificial prefixada em rebanhos *Bos taurus* e *Bos indicus*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.317-223, 2003.
- AMBROSE, D. J; COLAZO, M. G. Reproductive status of dairy herds in Alberta: a closer look. In: Proceedings of the 2007 Western Canadian Dairy Seminar. **Advances in Dairy Technology**, v.19, p.227-224, 2007.
- ANDERSON, K. J.; McDOWELL, C. M.; DAY, M. L. Progestin induced puberty and secretion of luteinizing hormone in heifers. **Biology of Reproduction**, v.54 p.1025-1031, 1996.
- AUSTIN, E. J.; MIHM, M.; RYAN, M. P.; WILLIAMS, D. H.; ROCHE, J. F. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. **Journal of Animal Science**, v.77, p.2219-2226, 1999.
- AYRES, H.; PENTEADO, L.; TORRES-JÚNIOR, J. R. S.; SOUZA, A. H.; BARUSELLI, P. S. Taxa de concepção de vacas nelore lactantes sincronizadas com implante auricular de progestágeno associado ao benzoato ou ao cipionato de estradiol. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.34, p.410, 2006.

BARTH, A.D. Factors affecting fertility with artificial insemination. **Veterinarian Clinical NorthAmerica: Food Animals Practice**, v.9, p.275-290, 1993.

BARUSELLI, P. S.; SA FILHO, M. F.; FERREIRA, R. M.; SALES, J. N.; GIMENES, L. U.; VIEIRA, L. M.

Manipulation of follicle development to ensure optimal oocyte quality and conception rates in cattle. **Reproduction of Domestic Animals**, v.47, p.134-41, 2012.

BARUSELLI, P. S.; AYRES, H.; SOUZA, A. H. et al. Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada – Biotecnologia da Reprodução de Bovinos, 2, Londrina/PR, **Anais**, p.113-132, 2006.

BARUSELLI, P. S. Efeito de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de corte lactantes. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.26, p.218-221, 2002.

BASTOS, G. M.; GONÇALVES, P. B. D.; NEVES, J. P. Indução Hormonal da Ovulação e Desmame Precoce na Fertilidade Pós-Parto de Vacas de Corte Homozigotas e Heterozigotas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1093-1103, 2003.

BINELLI, M.; IBIPIANA, B.J.; BISNOTTO, R. S. Bases fisiológicas, farmacológicas e endócrinas dos tratamentos de sincronização do crescimento folicular e da ovulação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.34, p.1-7, 2006.

BINELLI, M.; THATCHER, W. W.; BARUSELLI, P. S. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. **Theriogenology**, v.56, p.1451-1453, 2001.

BISNOTTO, R. S.; RIBEIRO, E. S.; LIMA, F. S.; MARTINEZ, N.; GRECO, L. F.; BARBOSA, L. F. S. P.; BUENO, P. P.; SCAGION, L. F. S.; THATCHER, W. W.; SANTOS, J. E. P. Targeted progesterone supplementation improves fertility in lactating dairy cows without a corpus luteum at the initiation of the timed artificial insemination protocol. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.2214-2225, 2013.

BISNOTTO, R. S.; SANTOS J. E. P. The use of endocrine treatments to improve pregnancy rates in cattle. **Reproduction Fertility and Development**, v.24, p.258-266, 2012.

BÓ, G.; CUTAIA, L.; PERES L. C.; PINCINATO, D.; MARAÑA, D.; BARUSELLI, P. S. Technologies for fixed-timed artificial insemination and their influence on reproductive performance of *bos indicus* cattle. In: Juengel JL, Murray, Smith MF (ed). **Reproduction in domestic ruminants VI**. UK: Nottingham university press, p.223-236, 2007.

BÓ, G.; BARUSELLI, P. S.; MARTINEZ, M. F. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.307-326, 2003.

BÓ, G.; ADAMS, G. P.; CACCIA, M.; MARTINEZ, M.; PIERSON, R. A.; MAPLETOFT, R. J. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestagen and estradiol in cattle. **Animal Reproduction Science**, v.39, p.193-204, 1995.

BÓ, G.; PIERSON, R. A.; MAPLETOFT, R. J. The effect of valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with Syncro-Mate-B implants. **Reproduction Fertility and Development**, v.24, p.169-183, 1991.

BRITT, J. H. Enhanced reproduction and its economic implications. **Journal Dairy of Science**, v.68, p.1585-1592, 1985.

BUTLER, W. R. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.60, p.449-457, 2000.

BUTLER, S. T.; MARR, A. L.; PELTON, S. H.; RADCLIFF, R. P.; LUCY, M. C.; BUTLER, W. R. Insulin restores GH responsiveness during lactation-induced negative energy balance in dairy cattle: effects on expression of IGF-I and GH receptor 1A. **Journal of Endocrinology**, v.176, p.205-217, 2003.

BUTLER, W. R.; SMITH, R. D. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.72, p.767-772, 1989.

CARVALHO, J. B. P.; CARVALHO, N. A. T.; REIS E. L. Effect of early autolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus X Bos Taurus*, and *Bos taurus* heifers. **Theriogenology**, v.69, p.167-175, 2008.

CAIROLI, F.; MOLLO, A.; VERONESI, M. C.; RENAVILLE, B.; FAUSTINI, M.; BATTOCCHIO, M. Comparison between cloprostenol- induced and spontaneous oestrus fertility in dairy cows. **Reproduction of Domestic Animals**, v.45, p.175-179, 2006.

CAMPOS, A. C. N.; CATUNDA, A. G. V.; GYSELLE, V. A. Fisiologia da reprodução de fêmeas bovinas: novilhas leiteiras. In: Pereira, E. S.; Pimentel, P. G.; Queiroz, A. C.; Mizubuti, I. Y. **Novilhas Leiteiras**. 1.ed. Fortaleza: Ceará, p.493-534, 2010.

CANTY, M.J.; BOLAND, M.P.; EVANS, A.C.; CROWE, M.A. Alterations in follicular IGFBP mRNA expression and follicular fluid IGFBP concentrations during the first follicle wave in beef heifers. **Animal Reproduction Science**, v.93, p.199-217, 2006.

CARTMILL, J. A.; EL-ZARKOUNY, S. Z.; HENSLEY, B. A.; LAMB, G. C.; STEVENSON, J. S. Stage of cycle, incidence and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1051-1059, 2001.

CAVALIERI, J. Manipulation and control of the estrous cycle in pasture-based dairy cows. **Theriogenology**, v.65, p.45-64, 2006.

CAVESTANY, D.; BETANCOUR, H.; BLANC, J. E.; LEMAIRE, C.; SLAVICA J, MOREIRA, F.; PIAGGIO, J.; RISCO, C. Reproductive efficiency in grazing lactating dairy cows under a programmed reproductive management system. **Australian Veterinary Journal**, v.85, p.141-147, 2007.

Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola de Santa Catarina – CEPA, disponível em:

[http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Sintese\\_2015.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2015.pdf)

CERRI, R. L.; R. C.; CHEBEL, F.; RIVERA, C. D.; NARCISO, R. A.; OLIVEIRA, W.; THATCHER, W.; SANTOS, J. E. P. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle: I. Ovarian and embryonic responses. **Journal of Dairy Science**, v.94, p.3342-3351, 2011.

CERRI, R. L.; SANTOS, J. E.; JUCHEM, S. O.; GALVÃO, K. N.; CHEBEL, R. C. Timed artificial insemination with estradiol cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.3704-3715, 2004.

COLAZO, M. G.; KASTELIC, J. P.; MAPLETOFT, R. J. Effects of estradiol cypionate (ECP) on ovarian follicular dynamics, synchrony of ovulation, and fertility in CIDR-based, fixed-time AI programs in beef heifers. **Theriogenology**, v.60, p.855-865, 2003.

CROWE, M.A. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.20-28, 2008.

CROWE, M.A.; PADMANABHAN, V.; MIHM, M.; BEITINS, I.Z.; ROCHE, J.F.; Resumption of follicular waves in beef cows is not associated with periparturient changes in follicle-stimulating hormone heterogeneity despite major changes in steroid and luteinizing hormone concentrations. **Biology Reproduction**, v.58, p.1445-1450, 1998.

CUTULLIC, E.; DELABY, L.; CAUSEUR, D.; MICHEL, G.; DISENHAUSA, C. Hierarchy of factors affecting behavioral signs used for oestrus detection of Holstein and Normande dairy cows in a seasonal calving system. **Animal Reproduction Science**, v.113, p.22-37, 2009.

DALTON J. C.; NADIR S.; BAME J. H.; NOFTSINGER M.; NEBEL R. L.; SAACKE R. G. Effect of time of insemination on number of accessory sperm, fertilization rate and embryo quality in nonlactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.2413-2418, 2001.

DARWASH, A. O.; LAMMING, G. E.; WOOLLIAMS, J. A. Estimation of genetic variation in the interval from calving to post-partum ovulation of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, V.80, p.1227-1234, 1997.

DE SILVA, A. W. M. V.; ANDERSON, G. W.; GWAZDAUSKAS, F. C.; MCGILLIARD, M. L.; LINEWEAVER, J. A. Interrelationships with estrous behavior and conception in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.2409-2418, 1981.

DE RENSIS, F.; SCARAMUZZI, R. J. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow – a review. **Theriogenology**, v.60, p.1139-1151, 2003.

De VRIES, A. 2007. Economic value of a marginal increase in pregnancy rate in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.90 p.423, 2007.

DISKIN, M. G.; AUSTIN, E. J.; ROCHE, J. F. Exogenous hormonal manipulation of ovarian activity in cattle. **Domestic Animal Endocrinology**, v.23, p.211-228, 2002.

DUFFY, P.; CROWE, M. A.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Effect of exogenous LH pulses on the fate of the first dominant follicle in postpartum beef cows nursing calves. **Journal Reproduction Fertility**, v.118, p.9–17, 2000.

EDWARDS, S. A.; BO, G. A.; CHANDRA, K. A.; ATKINSON, P. C.; McGOWAN, M. R. Comparison of the pregnancy rates and costs per calf born after fixed - timed artificial insemination or artificial insemination estrus detection in *Bos Indicus* heifers. **Theriogenology**, v. 83, p. 114-120, 2015.

ESCALANTE, R. C.; POOCK, S. E.; MATHEW, D. J.; MARTIN, W. R.; NEWSOM, E. M.; HAMILTON, S. A.; POHLER K. G.; LUCY, M. C. Reproduction in grazing dairy cows treated with 14-day controlled interval drug release for presynchronization before timed artificial insemination after observed estrus. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.300-306, 2013.

ESSLEMONT, R. J.; KOSSAIBATI, M. A.; ALLCOCK, J. Economics of fertility in dairy cows. workshop held in edinburg and evaluation of fertility traits in uk dairy cattle. Edinburgh, Scotland. **In proceedings**... p.19-29, 2001.

FERREIRA, A.M. Manejo reprodutivo e sua importância na eficiência da atividade leiteira. Coronel Pacheco, MG. (**EMBRAPA – CNPGL – Documentos**, 46), 1991.  
FIRK, R.; STAMER, E.; JUNGE, W.; KRIETER, J. Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.75, p.219-232, 2002.

FOOTE, R. H. Estrus detection and estrus detection aids. **Journal of Dairy Science**, v.58, p.248-256, 1975.

FORDE, N.; BELTMAN, M. E.; LONERGAN, P.; DISKIN, M.; ROCHE, J. F.; CROWE, M. A. Oestrus cycles in *bos Taurus* cattle. **Animal Reproduction Science**, v.124, p.163-169, 2011.

FRICKE, P. M.; GIORDANO, J. O.; VALENZA, A.; LOPEZ JR, G.; AMUNDSON, M. C.; CARVALHO, P. D. Expression and detection of estrus in dairy cows the role of new technologies. **The Animal Consortium**, v.8, p.134-143, 2014a.

FRICKE, P. M.; GIORDANO, J. O.; VALENZA, A.; LOPEZ JR, G.; AMUNDSON, M. C.; CARVALHO, P. D.

Reproductive performance of lactating dairy cows managed for first service using timed artificial insemination with or without detection of estrus using an activity – monitoring system.

**Journal of Dairy Science**, v.97, p.2771-2781, 2014b.

GALVÃO, K. N.; FREDERICO, P.; DEVRIES, A. D.; SCHUENEMANN, M. S. 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.

GALVÃO, K. N.; SÁ FILHO, M. F.; SANTOS, J. E. P.

Reducing the interval from pre synchronization to initiation of timed artificial insemination improves fertility in dairy cows.

**Journal of Dairy Science**, v.90, p.4212-4218, 2007.

GILBERT, R.O.; SHIN S. T.; GUARD, C. L.; ERB, H. N.; FRAJBLAT, M. Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. **Theriogenology**, v.64, p.1879-1888, 2005.

GINTHER, O. J.; KOT, K.; KULICK, L. J.; MARTIN, S.; WILTBANK, M. C. Relationships between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle. **Journal Reproduction Fertility**, v.108, p.271-279, 1996.

GINTHER, O. J.; KNOPF, L.; KASTELIC, J. P. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. **Journal Reproduction Fertility**, v.87, p.223-230, 1989.

GIORDANO, J. O.; FRICKE, P. M.; WILTBANK, M. C.; CABRERA, V. E. 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.

HANSEN, P. J.; DROST, M.; RIVERA, R. M.; PAULA-LOPES, F. F.; AI-KATANANIT, Y. M.; KRININGER, C. E.; CHASE, JR. C. C. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation.

**Theriogenology**, v.55, p.91-103, 2001.

HANSEL, W.; CONVEY, E.M. Physiology of the estrous cycle. **Journal of Animal Science**, v.57, p.404-424, 1983.

HERLIHY, M. M.; BERRY, D. P.; CROWE, M. A.; DISKIN, M. G.; BUTLER, S. T. 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.

INSKEEP, E. K. Potential uses of prostaglandins in control of reproductive cycles of domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.36, p.1149-1157, 1973.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE,  
disponível em:

[http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/periodicos/84/p\\_pm\\_2014\\_v42\\_br.pdf](http://www.ibge.gov.br/biblioteca/visualizacao/periodicos/84/p_pm_2014_v42_br.pdf)

JOBST, S. M.; NEBEL, R. L.; MCGILLIARD M. L.; PELZER, K. D. Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F<sub>2</sub>, gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2366-2372, 2000.

KASTELIC, J. P.; GINTHER, O. J. Factors affecting the origin of the ovulatory follicle in heifers with induced luteolysis. **Animal Reproduction Science**, v.26, p.13-24, 1991.

KASTELIC, J. P.; KNOPF, L.; GINTHER, O. J. Effect of day prostaglandin F2 $\alpha$  treatment on selection and development of the ovulatory follicle in heifers. **Animal Reproduction Science**, v.23, p. 169-180, 1990.

LeBLANC, S. J.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E.; BATEMAN, K. G.; KEEFE, G. P.; WALTON, J. S.; JOHNSON, W. H. Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.2223-2236, 2002.

LeBLANC, S. The OvSynch breeding program for dairy cows-A review and economic perspective. **Bovine Practice**, v.35, p.13-22, 2001.

LEROY, J. L.; VANHOLDER, T.; VAN KNEGSEL, A. T.; GARCIA-ISPIERTO, I.; BOLS, P. E. Nutrient prioritization in dairy cows early postpartum: mismatch between metabolism and fertility? **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.96-103, 2008.

LONERGAN, P. Influence of progesterone on oocyte quality and embryo development in cows. **Theriogenology**, v.76, p.1594-1601, 2011.

LOPEZ, H.; SATTER, L. D.; WILTBANK, M. C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.81, p.209-223, 2004.

LUCY, M. C.; McDougall, D. P.; NATION D. P. The use of hormonal treatments to improve the reproductive performance of lactating dairy cows in feedlot or pastured-based management systems. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p.495-512, 2004.

LUCY, M. C. Reproductive loss in high producing dairy cattle: where will it end? **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1277-1293, 2001.

MACDONALD, K. A.; VERKERK, G. A.; THORROLD, B. S.; PRYCE, J. E.; PENNO, J. W.; MCNAUGHTON, L. R.; BURTON, L. J.; LANCASTER, J. A. S.; WILLIAMSON, J. H.; HOLMES, C. W. A comparison of three strains of Holstein-Friesian grazed on pasture and managed under different feed allowances. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.1693-1707, 2008.

MACMILLAN, K. L.; BURKE, C. R. Effects of oestrus cycle control on reproductive efficiency. **Animal Reproduction Science**, v.42, p.307-320, 1996.

MARTINS, C. M.; CASTRICINI, E. S. C.; SÁ FILHO, M. F.; GIMENES, L. U; BARUSELLI, P. S. Dinâmica folicular de vacas nelore tratadas com cipionato ou benzoato de estradiol em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.33, p.285, 2005.

McDOUGALL, S.; RHODES, F. M.; COMPTON, C. W. R. Evaluation of three synchrony programs for pastured-based dairy heifers. **Theriogenology**, v.79, p.882-889, 2013.

MEADOWS, C.; RAJALA-SCHULTZ, P. J.; FRAZER, G. S. A spreadsheet-based model demonstrating the non uniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.1244-1254, 2005.

MEE, J. F.; MOYES, T.; GLEESON, D.; O'BRIEN, B. A questionnaire survey of fertility management on dairy farms in the Republic of Ireland. **Journal Veterinarian**, v.55, p.122-128, 2002.

MUNRO, P. Factors affecting oestrus response and calves rates following 7-day intravaginal progesterone treatment of cattle. **Australian Veterinary Journal**, v. 64, p.192-194, 1987.

MURPHY, M. G.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. **Journal Reproduction Fertility**, v.90, p.523-533, 1990.

NEBEL, R. L. The key to a successful reproductive management program. **Advances in Dairy Technology**, v.15, p. 1-16, 2003.

NEBEL, R. L.; JOBST, S. M.; DRANSFIELD, M. B.; PANDOLFI, S. M.; BAILEY, T. L. Use of a radio frequency data communication system, Heatwatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.179, 1997.

NEBEL, R. L.; McGILLIARD, M. L. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3257-3304, 1993.

NORMAN, H. D.; WRIGHT, J. R.; HUBBARD, S. M.; MILLER, R. H.; HUTCHISON, J. L. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.3517-3528, 2009.

NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. **National Academy Press**, Washington, DC. 2001.

OPSMER, G.; MIJTEN ,P.; CORYN, M.; KRUIF, A. Postpartum anoestrus in dairy cows: a review. **Veterinary Quarterly**, v.18, p.68-75, 1996.

Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO - 2015, disponível em:  
<http://faostat3.fao.org/download/Q/QL/S>

PANKOWSKI, J. W.; GALTON, D. M.; ERB, H. N.; GUARD, C. L.; GROHN, Y. T. Use of prostaglandin F2a as a postpartum reproductive management tool for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.1477-1488, 1995.

PELISSIER, C. L. Identification of reproductive problems and their economic consequences. **National Invitational Dairy Cattle Reproduction**. Workshop, Ext. Comm. Policy Sci. Educ. Admin., US Dep. Agric, 1982.

PETER, A. T.; BOSU, W. T. K. Postpartum ovarian activity in dairy cows: correlation between behavioral estrus; pedometer measurements and ovulations. **Theriogenology**, v.26, p.111-115, 1986.

PFEIFER, L. F. M.; LEONARDI C. L. E. P.; CASTRO, N. A.; VIANA, J. H. M.; SIQUEIRA, L. G. B.; CASTILHO, E. M.; SINGH, J. KRUSSER, R. H.; RUBEN, M. I. B. The use of PGF<sub>2α</sub> as ovulatory stimulus for timed artificial insemination in cattle. **Theriogenology**, v.81, p.689-695, 2014.

PETERSON, K. J.; GUSTAFSSON, H.; STRANDBERG, E.; BERGLUND, B. Atypical progesterone profiles and fertility in Swedish dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.2529-2538, 2006.

PICCAND, V.; CUTULLIC, E.; MEIER, S.; SCHORI, F.; KUNZ, P. L.; ROCHE, J. R.; THOMET, P. Production and reproduction of Fleckvieck, Brown Swin, and 2 strain of Holstein-friesian cows in a pastured-based seasonal calving dairy system. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.5352-5363, 2013.

PURSLEY, J. R.; WILTBANK, M. C.; STEVENSON, J. S.; OTTOBRE, J. S.; GARVERICK, H. A.; ANDERSON, L. L. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.295-300, 1997.

PURSLEY, J. R.; MEE, M. O.; WILTBANK, M. C. Sychronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. **Theriogenology**, v.44, p.915-923, 1995.

RAHE, C. H.; OWENS, R. E.; FLEEGER, J. L.; NEWTON, H. J.; HARMS, P. G. Pattern of plasma luteinizinghormonein the cyclic cow: dependence upon the period of the cycle. **Endocrinology**, v.107, p.498-503, 1980.

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

REFSAL, R. K.; SEGUIN, B. E. Effect of stage of diestrus and number of cloprostenol injections on interval to estrus, LH peak and ovulation in heifers. **Theriogenology**, v.14, p.37-48, 1980.

RIBEIRO, E. S.; GALVÃO, K. N.; THATCHER, W. W.; SANTOS, J. E. P. Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. **Animal Reproduction**, v.9, p.370-387, 2012.

RICHARDSON, A. M.; HENSLEY, B. A.; MARPLE, T. J.; JOHNSON, S. K.; STEVENSON, J. S. Characteristics of estrus before and after first insemination and fertility of heifers after synchronized estrus using GnRH, PGF $2\alpha$  and progesterone. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2792-2800, 2002.

RISCO, C. A.; MOREIRA, F.; DELORENZO, M.; THATCHER, W. W. Timed artificial insemination in dairy cattle-Part II. Comp. Cont. Educ. Pract. **Veterinarian Food Animal**, v.20, p.1284-1289, 1998.

ROELOFS, J. B.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Various behavioral signs of estrus and their relationship with time of ovulation in dairy cattle. **Theriogenology**, v.63, p.1366-1377, 2005.

ROBERTS, S. J. Veterinary obstetrics and genital diseases. **Theriogenology**, p.981, 1986.

ROCHE, JR.; FRIGGENS, N. C.; KAY, J. K.; FISHER, M. W.; STAFFORD, K. J.; BERRY, D. P. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5769-801, 2009.

ROCHE, J. F. Control and regulation of folliculogenesis a symposium in perspective. **Reviews of Reproduction**, v.1, p.19-27, 1996.

ROELOFS A, J.; LÓPEZ-GATIUS, F.; HUNTERD, R. H. F.; VAN EERDENBURGE, F. J. C. M.; HANZEN, C. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. **Theriogenology**, v.74, p.327-344, 2010.

ROELOFS, J. B.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Various behavioral signs of estrus and their relationship with time of ovulation in dairy cattle.

**Theriogenology**, v.63, p.1366-1377, 2005.

ROYAL, M. D.; MANN, G. E.; FLINT, A. P. F. Strategies of reversing the trend towards subfertility in dairy cattle. **British Veterinary Journal**, v.159, p.53-60, 2000.

SÁ FILHO, M. F.; REIS, E. L.; VIEL JR, J. O.; NICHI, M.; MADUREIRA, E. H.; BARUSSELI, P. S. Dinâmica folicular de vacas Nelore em anestro tratadas com implante auricular, eCG e GnRH. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.32, p.235, 2004.

SANTOS, J. E. P.; BISINOTTO, R. S.; RIBEIRO, E. S.; LIMA, F. S.; GRECO, L. F.; STAPLES, C. R.; THATCHER, W. W. Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. **Society for Reproduction and Fertility**, v.67, p.387-403, 2010.

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

SANTOS, J. E. P.; CHEBEL, R. C. Avaliação econômica de diferentes programas reprodutivos. In: **Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos**, Anais... Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, v.9 p.137-150, 2005.

SAVIO, J. D.; KEENAN, L.; BOLAND, M. P.; ROCHE, J. F. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. **Journal Reproduction Fertility**, v.83, p.663-671, 1988.

SCHALLY, A. V.; ARIMURA, A.; BABA, Y.; NAIR, R. M.; MATSUO, H.; REDDING, T. W.; DEBELJUK, L. Isolation and properties of the FSH and LH-releasing hormone. **Biochemical Biophysical Research Communications**, v.43, p.393-399, 1971.

SENGER, P. L. The estrus detection problem: new concepts, technologies, and possibilities. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2745-2753, 1994.

SHEHAB-EL-DEEN, M. A.; LEROY, J. L.; FADEL, M. S.; SALEH, S. Y.; MAES, D.; VAN SOOM, A. Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. **Animal Reproduction Science**, v.117, p.189-200, 2010.

SHELDON, I. M.; LEWIS, G. S.; LEBLANC, S.; GILBERT, R. O. Defining postpartum uterine disease in cattle. **Theriogenology**, v.65, p.1516-1530, 2006.

STAGG, K.; DISKIN, M. G.; SREENAN, J. M.; ROCHE, J. F. Follicular development in long-term anestrous suckled beef cows fed two levels of energy postpartum. **Animal Reproduction Science**, v.38, p.49-61, 1995.

STEVENSON, J. C.; RODRIGUES, J. A.; BRAGA, F. A.; BITENTE, S.; DALTON, J. C.; SANTOS, J. E. P. Effect of breeding protocols and reproductive tract score on reproductive performance of dairy heifers and economic outcome of breeding programs. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.3428-3438, 2008.

STEVENSON, J. S. A review of oestrous behaviour and detection in dairy cows. In: Fertility in the high producing dairy cow. **Animal Journal**. Midlothian: British society of Animal Science, p.43-62, 2001.

STURMAN, H.; OLTENACU, E. A. B.; FOOTE, R. H. Importance of inseminating only cows in estrus. **Theriogenology**, v.53, p.1657-1667, 2000.

TEIXEIRA, A. A. Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção. São Paulo: Universidade de São Paulo. **Dissertação**. 2010.

TENHAGEN, B. A.; DRILLICH, M.; SURHOLT, R.; HEUWIESER, W. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: Reproductive and economic considerations. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.85-94, 2004.

TENHAGEN, B. A.; DRILLICH, M.; HEUWIESER, W. Synchronization of lactating cows with prostaglandin F2alpha: insemination on observed oestrus versus timed artificial insemination. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v.47, p.577-584, 2000.

THURMOND, M. C.; PICANZO, J. P.; JAMESON, C. M. Considerations for use of descriptive epidemiology to investigate fetal loss in dairy cows. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v.197, p.1305-1312, 1990.

VAN VLIET, J. H.; VAN EERDENBURG, F. J. C. M. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. **Applied Animal Behavior Science**, v.50, p.57-69, 1996.

VASCONCELOS, J. L M.; SILCOX, R. W.; PURSLEY, J. R.; WILTBANC, M. C. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days the oestrous cycle in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v 52, p.1067-1078, 1999.

VASCONCELOS, J. L. M.; SILVA, L. D.; OLIVEIRA, H. N. Efeito da aplicação de Sincro-Mate-B, associado ou não ao GnRHna taxa de gestação em novilhas mestiças leiteiras. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.21, p.15-21, 1997.

XU, Z. Z.; BURTON, L. J.; MACMILLAN, K. L. Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF<sub>2α</sub> and progesterone. **Theriogenology**, v.47, p.687-701, 1997.

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, p.127-138, 2011.

WHITE, F. J.; WETTERMANN, R. P.; LOOPER, M. L.; PRADO, T. M.; MORGAN, G. L. Seasonal effects on estrous behavior and time of ovulation in nonlactating beef cows. **Journal of Animal Science**, v.80, p.3053-3059, 2002.

WILTBANK, M. C.; SOUZA, H. A.; CARVALHO, P. D.; CUNHA, A. P.; GIORDANO, J. O.; FRICKE, P. M.; BAEZ, G. M.; DISKIN, M. G. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.8, p.70-81, 2014.

WILTBANK, M.; LOPEZ, H.; SARTORI, R.; SANGSRITAVONG, S.; GUMEN, A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. **Theriogenology**, v.65, p.17-29, 2006.

WILLIAMS, E. J.; FISCHER, D. P.; PFEIFFER, D. U.; ENGLAND, G. C.; NOAKES, D. E.; DOBSON, H.; SHELDON, I. M. Clinical evaluation of postpartum vaginal mucus reflects uterine bacterial infection and the immune response in cattle. **Theriogenology**, v.63, p.102-117, 2005.

WILTBANK, M. C.; GUMEN, A.; SARTORI, R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. **Theriogenology**, v.57, p.21-52, 2002.

WILTBANK, M. C. How information of hormonal regulation of the ovary has improved understanding of timed breeding programs. **Theriogenology**, v.48, p.83-97, 1997.

YAVAS, Y.; WALTON, J. S. Postpartum a cyclicity in suckled beef cows: a review. **Theriogenology**, v.54, p.25-55, 2000.