

IATF EM FÊMEAS BOS INDICUS EM CONDIÇÕES TROPICAIS

Manoel F. Sá Filho¹, José Nelio S. Sales¹, Gabriel A. Crepaldi¹, Pietro Sampaio Baruselli¹

**1Departamento de Reprodução Animal, FMVZ-USP, Rua Prof. Orlando Marques de Paiva, 87, CEP 05508-000, São Paulo-SP, Brasil.
(e-mails: manoelsa@usp.br ou barusell@usp.br)**

INTRODUÇÃO

O rebanho bovino brasileiro é composto por mais de 200 milhões de animais (MAPA, 2007), sendo que o gado zebu (*Bos indicus*) corresponde a aproximadamente 80% desse patrimônio. A predominância dessa raça se deve a maior adaptabilidade às condições climáticas (altas temperaturas e umidade) e a disponibilidade de alimentos (sazonalidade quali-quantitativa da produção de forrageiras) encontrados no Brasil tropical. Porém, apesar dessas características adaptativas dos zebuínos às condições tropicais, na grande maioria dos rebanhos brasileiros observa-se comprometimento nos índices reprodutivos. Dessa forma, torna-se necessária a adoção de técnicas que objetivam melhorar a eficiência reprodutiva, com conseqüente aumento na produção de bezerros e na rentabilidade da propriedade.

Aliadas a melhoria da eficiência reprodutiva, as técnicas de melhoramento genético possibilitam selecionar indivíduos com maior desenvolvimento ponderal, rendimento de carcaça, produção leiteira, capacidade de conversão alimentar, precocidade, entre outras características zootécnicas. Assim, a eficiente multiplicação de animais superiores por biotécnicas da reprodução pode proporcionar maior retorno econômico à atividade. Desta forma, elevados índices reprodutivos, associados ao melhoramento genético do rebanho, devem ser metas que norteiam os técnicos e criadores a alcançarem maior produtividade.

Segundo o Anualpec de 2004, o rebanho bovino brasileiro é composto por mais de 73 milhões de vacas e novilhas em idade reprodutiva. Nesse mesmo ano a produção de bezerros foi de aproximadamente 42 milhões, representando taxa de desmama de 57,6%. Levando em conta uma taxa de mortalidade de bezerros de 8%, a taxa de nascimento do rebanho brasileiro é de 65%, o que resulta em intervalo entre partos de 18 meses (540 dias). Projeta-se, também, um período de serviço (parto/concepção) de 8,5 meses (255 dias). Esses dados são indicativos de que o rebanho brasileiro apresenta baixa eficiência reprodutiva com comprometimento da produtividade.

Com um hipotético aumento de 10% na eficiência reprodutiva, ou seja, com a elevação da taxa de nascimento de 65 para 75%, o intervalo entre partos passaria para 16 meses (480 dias) e o período de serviço (parto/concepção) para 6,5 meses (195 dias). Com essa melhora na eficiência reprodutiva seria possível produzir 6,5 milhões de bezerros a mais com o mesmo rebanho, totalizando 48,5 milhões de bezerros produzidos por ano. Esse aumento na produção representa significativo incremento na produtividade e rentabilidade do rebanho bovino brasileiro.

Trenkle & Wilham (1977) demonstraram que, do ponto de vista econômico, o desempenho reprodutivo de um rebanho é cinco vezes mais importante do que o crescimento ponderal e 10 vezes mais importante do que a qualidade da carcaça de seus indivíduos. Assim, um programa de inseminação artificial, que tecnicamente procura introduzir material genético superior para aumentar o crescimento ponderal e a qualidade da carcaça, não deve comprometer a eficiência reprodutiva do rebanho.

O objetivo dessa revisão é apresentar informações sobre os aspectos fisiológicos e de manejo reprodutivo de fêmeas bovinas, comparando as principais diferenças entre zebuínos e taurinos. Procura, também, demonstrar os novos avanços na técnica de sincronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo e seu impacto na eficiência reprodutiva em bovinos de corte.

CARACTERÍSTICAS DO ESTRO COMPORTAMENTAL EM FÊMEAS TAURINAS E ZEBUÍNAS

Durante o estro, as fêmeas bovinas apresentam alterações comportamentais caracterizadas por imobilidade durante a monta, comportamento homossexual, mugidos freqüentes, intensa movimentação, aumento na freqüência de micção, entre outras características. Por um longo período estes sinais foram e ainda são empregados para a detecção convencional do estro. Contudo, as características do estro são influenciadas por uma série de 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) e os fatores sociais, como a hierarquia (Galina *et al.*, 1994, revisado em Landaeta-Hernández *et al.*, 2004). Adicionalmente, existem diferenças observadas entre raças (Rae *et al.*, 1999), e embora ainda não completamente elucidadas, entre grupos genéticos (zebuínos e taurinos).

Fêmeas *Bos indicus* geralmente apresentam estro de duração mais curta (aproximadamente 10 horas), o que dificulta sua detecção (Galina e Arthur, 1990 revisado em Bó *et al.*, 2003). Somado a este fator, mais de 50% dos animais desse grupo genético iniciam a manifestação de cio no período noturno (entre 18:00 e 6:00 h; Pinheiro *et al.*, 1998; Membrive, 2000), sendo que cerca de 30% iniciam e encerram o estro durante a noite (Pinheiro *et al.*, 1998), dificultando o manejo e a eficácia da detecção de cio. Em condições brasileiras de manejo, foi avaliado o comportamento reprodutivo de vacas de corte com auxílio de radiotelemetria (Heat-Watch[®]). Verificou-se que a duração do estro em *Bos indicus* é menor do que em *Bos taurus* (12,9±2,9 horas em Nelore vs. 16,3±4,8 horas em Angus; Mizuta, 2003). Apesar disso, o intervalo entre o início do estro e a ovulação não apresentou diferenças entre essas duas raças (Nelore, 27,1±3,3 h vs. Angus, 26,1±6,3 h). No entanto, estudos recentes indicam que vacas Holandesas (*Bos taurus*) de alta produção também apresentam estro de curta duração. Existem relatos de que há uma relação negativa entre a produção de leite e a duração do estro (Wiltbank *et al.*, 2006). Esses autores sugerem que vacas de alta produção (acima de 40kg de leite por dia) apresentam diminuição das concentrações circulantes de estradiol, decorrente do aumento do metabolismo desse esteróide (Wiltbank *et al.*, 2006). Esses dados demonstram que é necessário conhecer as características do estro comportamental e da ovulação para implantar eficientes programas de detecção de cio, levando em consideração as diferenças de manejo e entre os grupos genéticos (*Bos indicus* e *Bos taurus*).

DESENVOLVIMENTO FOLICULAR

O desenvolvimento folicular de bovinos ocorre em um padrão de ondas. Cada onda de crescimento folicular é caracterizada por um grupo de pequenos folículos que são recrutados (emergência folicular) e iniciam uma fase de crescimento comum por cerca de três dias (Ginther *et al.*, 2003). Entre estes folículos apenas um deles continua seu desenvolvimento (folículo dominante), enquanto os outros sofrem decréscimo de tamanho (folículos subordinados; Lucy *et al.*, 1992), estabelecendo-se então, o fenômeno da divergência folicular. Após a divergência, e na presença de altos níveis de progesterona - que promove redução da freqüência na pulsatilidade de LH - o folículo dominante torna-se anovulatório. A partir desse momento começa o processo de atresia e perda da dominância, dando início a uma nova onda de crescimento folicular (Ginther *et al.*, 1989; Webb *et al.*, 1999).

Contrariamente, o folículo dominante presente no momento da regressão luteínica culmina na ovulação (Fortune *et al.*, 2004).

Existem diferenças na dinâmica folicular entre *Bos taurus* e *Bos indicus*. Uma particularidade observada entre zebuínos e taurinos, diz respeito ao número de ondas de crescimento folicular por ciclo estral. Estudos realizados em animais da raça Holandesa demonstraram predominância de duas e três ondas de crescimento folicular por ciclo estral (Savio *et al.*, 1988; Sirois e Fortune, 1988; Ginther *et al.*, 1989; Wolfenson *et al.*, 2004). Contudo, em zebuínos existem relatos que descrevem maior incidência de 3 ondas, sendo notificada a presença de até 4 ondas de crescimento folicular por ciclo estral (Brahman – Rhodes *et al.*, 1995; Nelore – Figueiredo *et al.*, 1997; Gir – Viana *et al.*, 2000).

Além da diferença no número de ondas, existem trabalhos que descrevem que fêmeas *Bos indicus* recrutam maior número de folículos por onda de crescimento folicular que fêmeas *Bos taurus* (33,4±3,2 vs 25,4±2,5; Carvalho *et al.*, 2007). Essa característica tem influência direta na eficiência da técnica de transferência de embriões e de OPU-PIV, indicando vantagem de fêmeas zebuínas sobre taurinas. Existem relatos de que o número de folículos recrutados por onda de crescimento folicular apresenta diferenças entre indivíduos, e essa característica possui alta repetibilidade durante a vida reprodutiva da fêmea (Boni *et al.*, 1997), indicando ser uma importante ferramenta de seleção.

Esse aumento do número de folículos presentes nos ovários pode estar relacionado ao sistema IGF. Existem evidências de que o sistema IGF difere entre esses grupos genéticos. Estudos realizados com vacas Brahman foram sugestivos de que esses animais apresentam maiores concentrações plasmáticas de IGF-I (Simpson *et al.*, 1994, Alvarez *et al.*, 2000) e menores concentrações de FSH quando comparadas com vacas Angus (Alvarez *et al.*, 2000). Alguns autores levantaram a hipótese de que o maior número de folículos presentes no ovário de *Bos indicus* pode ser devido à elevada concentração de IGF-I, mesmo na presença de baixos níveis de FSH (Bó *et al.*, 2003). Essa diferença nas concentrações de FSH e de IGF-I pode explicar a maior sensibilidade ao tratamento superovulatório em doadoras *Bos indicus* (Barros e Nogueira, 2001). Existem relatos que confirmam que é possível reduzir consideravelmente a dose de FSH para superovular fêmeas Nelore (Baruselli *et al.*, 2003), empregando doses inferiores às usualmente utilizadas para *Bos taurus*.

A divergência (ou desvio) folicular é definida pela diferença nas taxas de crescimento entre os dois maiores folículos, sendo marcada pela continuidade no desenvolvimento do maior folículo e declínio ou parada no crescimento dos outros (Ginther *et al.*, 1996; 2001). Em bovinos da raça Holandesa (*Bos taurus*), o desvio tem início por volta do dia 2,8 após a emergência, quando o folículo dominante atinge em média 8,5 mm e o folículo subordinado 7,2 mm (Ginther *et al.*, 1996). Já, em novilhas da raça Nelore (*Bos indicus*), descreve-se período de 2,5 a 2,7 dias após a ovulação (Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006). Embora não se tenha testado simultaneamente, os diâmetros do folículo dominante e subordinado parecem ser menores em *Bos indicus* do que em *Bos taurus*. Para *Bos indicus*, não há grande variação descrita quanto ao diâmetro do folículo subordinado (5,3 a 5,9 mm; Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006) e do folículo dominante (5,4 a 6,2 mm, Gimenes *et al.*, 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006). Resumidamente, os dados de literatura são indicativos de que a divergência folicular em *Bos indicus* ocorre com diâmetros inferiores aos reportados para *Bos taurus*.

Contudo, apesar de relatos sobre a aquisição de receptores de LH pelo folículo dominante no momento da divergência, existem estudos demonstrando que este folículo ainda não é responsivo a um indutor de ovulação. Sartori *et al.* (2001) verificaram que a capacidade ovulatória em vacas Holandesas ocorre somente após os folículos alcançarem 10 mm de diâmetro. Recentemente foi realizado um experimento a fim de verificar o diâmetro no qual os folículos de novilhas *Bos indicus* (Nelore, Gir e cruzadas Nelore x Gir) adquirem capacidade ovulatória (Gimenes *et al.*, 2005a). As fêmeas foram tratadas com 25 mg de LH quando o folículo dominante atingiu os seguintes diâmetros: 7,0 a 8,4 mm; 8,5 a 10,0 mm e >10,0 mm. Constatou-se que 33% das fêmeas *Bos indicus* ovularam com diâmetros entre 7,0 e 8,4 mm, e que essa responsividade ao LH aumentou quando os folículos alcançaram diâmetros entre 8,5 e 10,0 mm (80%) e superiores a 10,0 mm (90%). Esses dados são sugestivos de que a capacidade ovulatória em *Bos indicus* é adquirida com diâmetros inferiores aos observados em *Bos taurus*.

Estudos recentes sobre sincronização da ovulação em doadoras *Bos indicus* (Nelore) e *Bos taurus* (Holandês) parecem corroborar com a afirmação acima (Martins *et al.*, 2005a; Rodrigues *et al.*, 2005; Baruselli *et al.*, 2006b). Nos trabalhos de Martins *et al.* (2005a) e Rodrigues *et al.* (2005), as doadoras foram tratadas com dispositivo intravaginal de progesterona e divididas para receber 25mg de LH, 12 ou 24 horas após a última aplicação de FSH. Foram realizadas duas inseminações artificiais 12 e 24 horas após o tratamento com LH. Em doadoras da raça Holandesa, a administração do indutor de ovulação 24 horas após o último FSH resultou em aumento na resposta ovulatória e maior número de embriões transferíveis do que doadoras tratadas com LH 12 horas após o último FSH (Martins *et al.*, 2005a; Rodrigues *et al.*, 2005; Baruselli *et al.*, 2006b). Inversamente, em Nelore o atraso de 12 para 24 horas no indutor de ovulação ocasionou redução do número de estruturas transferíveis e congeláveis e aumento do número de embriões degenerados. Com base nesses resultados é possível verificar que em *Bos indicus* a indução de ovulação em protocolos de superestimulação pôde ser obtida precocemente, ao passo que em *Bos taurus* foi necessário atrasar o tratamento para melhorar a resposta ovulatória. Os resultados são indicativos de que o atraso de 12 horas empregado em *Bos taurus*, permitiu tempo adicional para que os folículos atingissem diâmetros condizentes com a capacidade ovulatória.

Outra diferença fisiológica entre *Bos taurus* e *Bos indicus* está relacionada ao diâmetro máximo alcançado pelo folículo dominante em cada onda de crescimento folicular. Em *Bos taurus* com duas ondas são descritos diâmetros de 17,1 e 16,5 mm para a primeira e segunda onda (Ginther *et al.*, 1989). Já, em *Bos indicus*, os diâmetros relatados foram de 11,3 e 12,1 mm, respectivamente (Figueiredo *et al.*, 1997). Para animais com três ondas de crescimento folicular os diâmetros máximos foram de 16,0; 12,9 e 13,9 mm para *Bos taurus* (Ginther *et al.*, 1989) e de 10,4; 9,4 e 11,6 mm para *Bos indicus* (Figueiredo *et al.*, 1997). A partir desses relatos pode-se verificar que o diâmetro do folículo dominante e do folículo ovulatório em zebuínos é menor do que em taurinos.

Também, o diâmetro do corpo lúteo parece ser menor em *Bos indicus* que em *Bos taurus*. Corpos lúteos de zebuínos variam de 17 a 21 mm de diâmetro (Rhodes *et al.*, 1995; Figueiredo *et al.*, 1997), ao passo que em taurinos são relatados diâmetros entre 20 e 30 mm (Ginther *et al.*, 1989; Kastelic *et al.*, 1990). Da mesma maneira, há relatos de que a concentração de progesterona produzida pelo CL também é inferior em zebuínos em relação aos taurinos (Segerson *et al.*, 1984). Segundo Randel (1976) fêmeas zebuínas puras e cruzadas apresentam menor concentração de progesterona por grama de tecido luteínico do que fêmeas taurinas.

Carvalho *et al.* (2007) realizaram estudo com sincronização de ovulação em novilhas *Bos indicus* (Nelore e Gir), *Bos taurus* (Angus e Holandês) e cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus* (Nelore x Angus e Gir x Holandês), mantidas contemporaneamente durante o período experimental. O protocolo consistiu no emprego de dispositivo intravaginal de progesterona e benzoato de estradiol no início do tratamento. Durante a permanência do dispositivo intravaginal, as concentrações de progesterona sérica foram estatisticamente superiores e permaneceram mais elevadas em novilhas *Bos indicus*. Os autores discutem que esse achado pode ser decorrente da diferença de metabolismo entre esses grupos genéticos, atribuindo menor velocidade metabólica em zebuínos. Esse resultado deve ser levado em consideração quando do emprego de tratamentos com progesterona em *Bos indicus*. Elevadas concentrações de progesterona diminuem a pulsatilidade de LH e podem comprometer o crescimento folicular e a ovulação.

FISIOLOGIA DO PÓS-PARTO

A duração da gestação em *Bos indicus* (292 dias em média) é mais longa que a de *Bos taurus* (282 dias em média; Paschal *et al.*, 1991). Portanto, para obtenção de intervalo entre partos de 12 meses, o período de serviço (intervalo parto/concepção) de fêmeas *Bos indicus* deve ser dez dias a menos do que fêmeas *Bos taurus*, para a obtenção de uma eficiência reprodutiva semelhante.

Após o parto, a fêmea bovina tem que criar um bezerro saudável e em seguida restabelecer uma nova gestação. O padrão de desenvolvimento folicular ovariano que prevalece durante a gestação deverá agora ser substituído por uma seqüência de eventos que culminará no comportamento de cio, seguido de ovulação e formação de um corpo lúteo normal. Esses requisitos são necessários para o restabelecimento da fertilidade no período pós-parto nos diversos tipos de criação (Rhodes *et al.*, 2003). No entanto, o que se observa em muitos casos é um longo período de anestro pós-parto, tanto em *Bos indicus* quanto em *Bos taurus*, apesar de haver crescimento folicular durante essa fase (Wiltbank *et al.*, 2002). Existem pesquisas que indicam que logo após o parto, verifica-se baixa quantidade de LH armazenado na hipófise, sendo essa característica fisiológica um dos fatores envolvidos que podem limitar o restabelecimento da atividade ovariana no período pós-parto (Yavas e Walton, 2000).

No final da gestação ocorre diminuição da concentração de gonadotrofinas devido à intensa retroalimentação negativa da progesterona e do estrógeno. Logo após o parto, verifica-se elevação das concentrações de FSH e, conseqüentemente, emergência da primeira onda de crescimento folicular (2-7 dias após o parto; Wiltbank *et al.*, 2002). No entanto, para que ocorra a ovulação do folículo dominante, a freqüência dos pulsos de LH deve ser de aproximadamente 1 pulso por hora (revisado em Bó *et al.*, 2003). A ausência ou a inadequada pulsatilidade de LH faz com que essas estruturas não se desenvolvam além do diâmetro da divergência folicular. Wiltbank *et al.* (2002) especularam que zebuínos podem apresentar deficiência de FSH no período pós-parto. Os autores se basearam no estudo de Ruiz-Cortez e Olivera-Angel (1999), no qual se verificou que folículos de vacas zebuínas não alcançavam diâmetros superiores a 6mm durante o anestro pós-parto. Contudo, em estudos recentes sobre divergência folicular em Nelore (Gimenes *et al.* 2005b; Sartorelli *et al.*, 2005; Castilho *et al.*, 2006), constatou-se que o folículo de *Bos indicus* atinge a dominância em torno de 6mm de diâmetro, menor do que o relatado para *Bos taurus* (8,5mm). Portanto, condições anovulatórias freqüentemente verificadas em zebuínos não parecem estar associadas à deficiência de FSH, que promove o crescimento até a divergência. Esses dados são sugestivos de que o anestro pós-parto em zebuínos está ligado ao comprometimento da liberação de LH, responsável pela continuidade do crescimento e indução da ovulação do folículo dominante. Sendo assim, especula-se que em fêmeas

zebuínas em anestro severo, com comprometimento na liberação de LH, os folículos não atingem diâmetros superiores a 6mm. Já, em fêmeas taurinas nas mesmas condições de anestro os folículos crescem até 8,5mm de diâmetro.

Quanto ao padrão de liberação do LH no período pós-parto, existem indícios de que zebuínos e taurinos apresentem diferenças nas concentrações plasmáticas dessa gonadotrofina. Em um experimento, D'Occhio *et al.* (1990) observaram que, aos 30 dias pós parto, vacas *Bos taurus* (Hereford x Shorthorn) apresentavam maior concentração plasmática de LH ($0,7 \pm 0,1$ ng/ml) do que vacas *Bos indicus* ($0,6 \pm 0,1$ ng/ml; Brahman). Essa diferença parece aumentar à medida que se distancia do parto. Nesse mesmo estudo, constatou-se que vacas *Bos taurus* tiveram maior secreção pulsátil de LH e taxa de prenhez entre 50 e 120 dias após o parto que vacas *Bos indicus*. Estudos realizados com finalidade de sincronizar a ovulação para IATF no período pós-parto em *Bos indicus* são indicativos de que o tratamento com eCG (que age estimulando os receptores de FSH e LH) apresenta significativo aumento na taxa de concepção, quando comparado aos animais não tratados (Baruselli *et al.*, 2004). Especula-se que esse incremento se deve ao estímulo gonadotrófico da eCG, que aumenta a taxa de crescimento e de ovulação do folículo dominante de vacas *Bos indicus* em anestro. Vacas *Bos indicus* no período pós-parto apresentam comprometimento na pulsatilidade de LH e no crescimento do folículo dominante. Outro aspecto positivo do tratamento com eCG é o efeito luteotrófico desse fármaco. Existem trabalhos que apontam aumento significativo das concentrações circulantes de progesterona produzidas pelo CL formado após o tratamento com eCG (Baruselli *et al.*, 2004). Vários trabalhos associam o aumento da concentração plasmática de progesterona com o desenvolvimento embrionário e o estabelecimento da gestação (Binelli *et al.*, 2001).

Após o restabelecimento dos estoques hipofisários de LH (15 a 30 dias de pós-parto; Yavas e Walton, 2000), os principais fatores que comprometem a ovulação é a condição nutricional e a amamentação (Montiel e Ahuja, 2005).

Quanto à nutrição, sabe-se que animais mantidos em regiões tropicais apresentam comprometimento na atividade ovariana pós-parto decorrente do inadequado conteúdo energético fornecido pelas pastagens. Dessa maneira, a energia ingerida pelo animal é priorizada para funções vitais de manutenção e de produção de leite, em detrimento das funções reprodutivas (revisado em Montiel e Ahuja, 2005). Os efeitos resultantes do comprometimento nutricional são a supressão na liberação de GnRH e, conseqüentemente, diminuição na freqüência dos pulsos de LH (Schillo, 1992), reduzindo o diâmetro máximo do folículo dominante e a duração da onda de crescimento folicular (Rhodes *et al.*, 1995; Wiltbank *et al.*, 2002). De acordo com esses achados, a avaliação de escore de condição corporal (ECC) e da nutrição do rebanho tornam-se importantes ferramentas do manejo reprodutivo (Montiel e Ahuja, 2005).

Outro fator que pode inibir a ovulação no pós-parto é a amamentação, por reduzir a liberação de GnRH e a secreção de LH (Williams, 1990). Essa inibição é exercida pela secreção de um peptídeo opióide hipotalâmico (β -endorfina) em resposta ao estímulo da amamentação. O efeito da amamentação na regulação da liberação tônica de LH é determinado pela habilidade da vaca em identificar seu bezerro. A visão e o olfato exercem um papel crítico no desenvolvimento da relação da mãe com o bezerro, permitindo que a vaca identifique o seu bezerro. A remoção de ambos os sentidos atenua os efeitos negativos da amamentação na secreção de LH. Assim, existem trabalhos que apontam que a relação da vaca com o bezerro é responsável por prolongar o anestro pós-parto. Esse efeito supressivo é independente de estímulos neurosensoriais no úbere (Montiel e Ahuja, 2005).

Essas alterações fisiológicas podem afetar a maturação final e a ovulação do folículo dominante. Além do ato de amamentar, o olfato, a visão, o estímulo tátil e a audição podem também induzir essas alterações fisiológicas (Williams *et al.*, 1996) Para atenuar o efeito da presença do bezerro, realiza-se desmame total, parcial (permitir ao bezerro acesso à mãe uma ou duas vezes ao dia) ou temporário (remoção do bezerro durante 48 a 96h; revisado em Yavas e Walton, 2000; Montiel e Ahuja, 2005). Essas técnicas de manejo podem ser empregadas para aumentar a pulsatilidade de LH e promover o crescimento folicular e a ovulação de rebanhos em anestro, isoladamente ou em conjunto com tratamentos hormonais.

Assim, os dados acima apresentados demonstram a importância do conhecimento das particularidades da fisiologia reprodutiva de *Bos indicus* e de *Bos taurus* para empregar biotécnicas que buscam a multiplicação de indivíduos geneticamente superiores e a melhoria da eficiência reprodutiva. Na tabela 1 estão apresentadas principais diferenças na fisiologia reprodutiva entre *Bos indicus* e *Bos taurus*.

Tabela 1. Principais diferenças na fisiologia reprodutiva de fêmeas *Bos taurus* e *Bos indicus*

	<i>Bos indicus</i>	Referências	<i>Bos taurus</i>	Referências
Duração do estro (horas)	12,9±2,9	Mizuta (2003)	16,3±4,8	Mizuta (2003)
Intervalo início do estro-ovulação (horas)	27,1±3,3	Mizuta (2003)	26,1±6,3	Mizuta (2003)
Número de ondas de crescimento folicular	2 a 4	Rhodes <i>et al.</i> (1995) Figueiredo <i>et al.</i> (1997) Sirois e Fortune (1988)	2 a 3	Savio <i>et al.</i> (1998) Sirois e Fortune (1988) Wolfenson <i>et al.</i> (2004)
Número de folículos recrutados por onda de crescimento folicular	33,4 ± 3,2	Carvalho <i>et al.</i> (2007)	25,4 ± 2,5	Carvalho <i>et al.</i> (2007)
Dia da divergência folicular	2,5 a 2,7 d pós-ovulação	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	2,8 d após a emergência	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro do folículo dominante na divergência (mm)	5,4/ 5,9/ 6,2	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	8,5	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro do maior folículo subordinado na divergência (mm)	5,3/ 5,9	Sartorelli <i>et al.</i> (2005) Castilho <i>et al.</i> (2006) Gimenes <i>et al.</i> (2005b)	7,2	Ginther <i>et al.</i> (1996)
Diâmetro que adquire a capacidade ovulatória (mm)	7,0 a 8,5	Gimenes <i>et al.</i> (2005a)	10,0	Sartori <i>et al.</i> (2001)
Diâmetro do folículo ovulatório (mm)	11,6 a 12,1	Figueiredo <i>et al.</i> (1997)	13,9 a 16,5	Ginther <i>et al.</i> (1989)
Diâmetro do corpo lúteo (mm)	17 a 21	Rhodes <i>et al.</i> (1995) Figueiredo <i>et al.</i> (1997)	20 a 30	Ginther <i>et al.</i> (1989) Kastelic <i>et al.</i> (1990)

INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)

Algumas questões são importantes de serem esclarecidas antes do estabelecimento de um programa de IA: existe a possibilidade de produzir 1 bezerro por vaca por ano utilizando a inseminação artificial? Ou seja, obter intervalo entre partos próximo a 12 meses, período de serviço entre 70 e 80 dias e concepção no início da estação de monta? É possível obter alta eficiência reprodutiva associada a programas de melhoramento genético que empregam a inseminação artificial para multiplicação de indivíduos superiores zootecnicamente? Na atualidade existe tecnologia disponível para que essas questões sejam respondidas positivamente, empregando métodos de sincronização da ovulação que permitem a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), sem a necessidade de detecção de cio.

Os protocolos de sincronização para IATF objetivam induzir a emergência de uma nova onda de crescimento folicular, controlar a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a inserção e a retirada da fonte de progesterona exógena (implante auricular ou dispositivo intravaginal) e endógena (prostaglandina F_{2α}) e induzir a ovulação sincronizada em todos os animais simultaneamente.

SINCRONIZAÇÃO DA OVULAÇÃO PARA IATF E SEU IMPACTO NA EFICIÊNCIA REPRODUTIVA

Em experimento utilizando 397 vacas Brangus, paridas há $69,7 \pm 22,1$ dias, e mantidas a pasto, foi comparada a eficiência da IA convencional com observação do cio com os protocolos que empregam progesterona, progestágenos e GnRH/PGF_{2α}/GnRH para a IATF (Baruselli et al., 2002). No grupo Controle (G-C; n=94) as vacas foram submetidas à estação de monta (EM) de 90 dias, com 45 dias de detecção de estro e inseminação artificial (2 detecções de estro/dia e IA 12 horas após início do estro) e 45 dias de repasse com touro Brangus. Os outros três grupos foram submetidos à estação de monta semelhante, porém, no primeiro dia da EM todas as vacas foram inseminadas em tempo fixo após o tratamento de sincronização da ovulação.

Verificou-se que os tratamentos com progesterona e progestágenos possibilitam emprenhar cerca de 50% do rebanho por inseminação artificial no início da estação de monta, além de induzir ciclicidade e aumentar a taxa de serviço no período pós-parto em vacas de corte lactantes. Nesse estudo, foi observada a antecipação da concepção (39,3 dias, $P < 0,01$) em animais que receberam tratamentos para IATF a base de progesterona e progestágenos em relação aos animais submetidos a observação do cio seguidos pela IA. Essa antecipação possibilita alcançar melhores índices de fertilidade por diminuir o intervalo entre partos e devido aos animais iniciarem a estação de monta do próximo ano paridos há mais tempo. Entretanto, o protocolo "Ovsynch" apresentou baixa eficiência, não sendo indicado para IATF em vacas Zebuínas lactantes nas condições brasileiras de manejo.

Em estudo recente, Penteado et al. (2005) avaliaram o efeito de diferentes tipos de manejo durante a estação de monta (EM) sobre o desempenho reprodutivo de vacas Nelore. Um total de 594 vacas lactantes, com intervalo entre partições de apenas 15 dias (55 a 70 dias de paridas no início da estação de monta), foi subdivididas em 4 grupos: 1) somente touro durante toda a EM (Grupo controle); 2) IA 12 horas após a detecção do cio por 45 dias seguido touro até o final da EM (Grupo IA-convencional); 3) IATF no início da EM seguido touro até o final da EM; 4) IATF no início da EM, seguido de IA 12 horas após a detecção do cio por 45 dias e seguido de touro até o final da EM. Os dados estão apresentados na Figura 1. Verificou-se que os animais sincronizados e inseminados em tempo fixo apresentaram aproximadamente 53% de prenhez no início da estação de monta. Os grupos que receberam

a IATF apresentaram maior taxa de prenhez (69,5% vs 33,8%) no meio (45 dias) e no final (92,3% vs 84,1%) da estação de monta (90 dias). Ainda, os grupos submetidos à observação de cio para IA apresentaram menor taxa de prenhez que os grupos submetidos à monta natural, tanto nos sincronizados [Grupo IATF touro = 75,3% (113/150) vs Grupo IATF + observação de cio + IA = 63,5% (94/148)] quanto nos não sincronizados [Grupo touro = 44,3% (66/149) vs observação de cio + IA = 23,3% (35/150)], demonstrando que o sistema tradicional de observação de cio compromete a eficiência reprodutiva dos rebanhos de corte inseminados artificialmente. Observou-se, também, que as vacas sincronizadas apresentaram antecipação de 22 dias entre o início da estação de monta e a prenhez.

Analisando a figura dos partos no ano subsequente a sincronização (Fig. 2), observa-se que 86% das vacas sincronizadas já tinham parido antes do início da estação de monta (20 de outubro), enquanto que no grupo com observação de cio apenas 59,0% tinham parido.

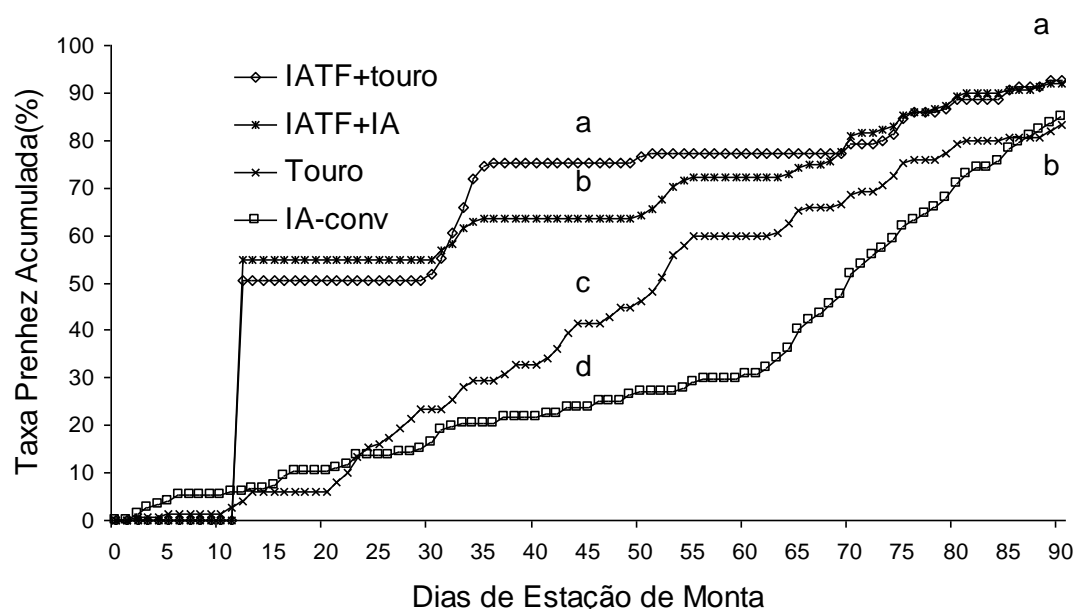


Figura 1 - Taxa de prenhez acumulada de vacas Nelore submetidas a diferentes manejos durante a estação de monta.

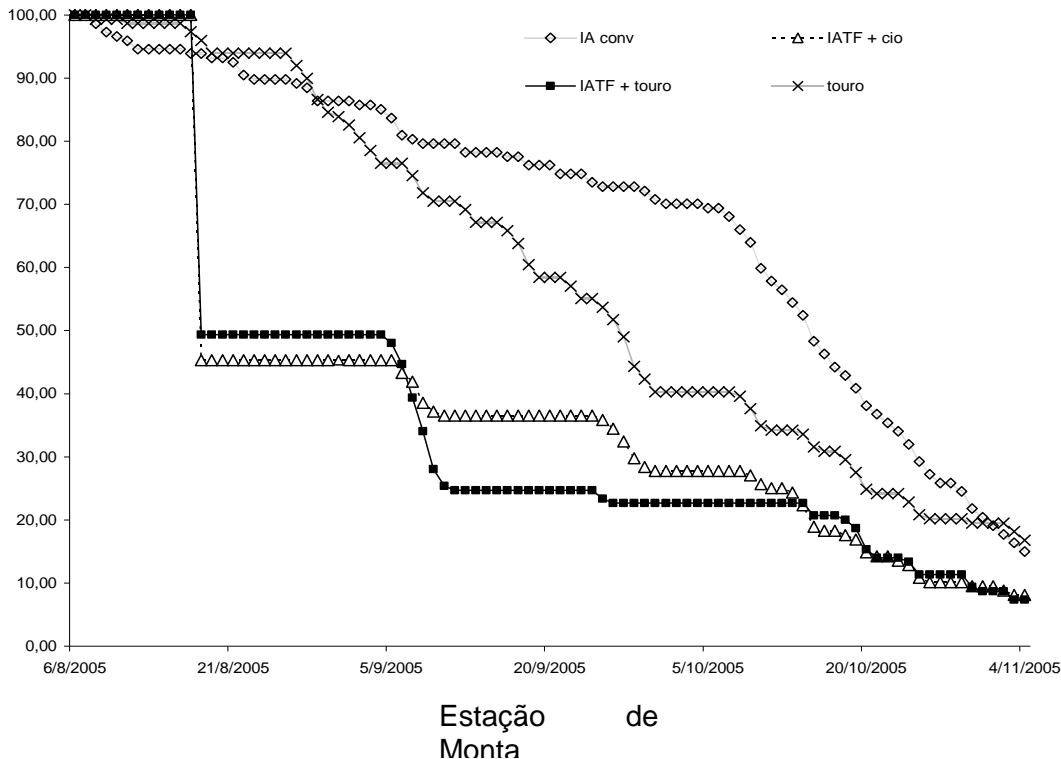


Figura 2 – Estimativa dos partos no ano subsequente de vacas Nelore submetidas a diferentes manejos durante a estação de monta.

Os resultados são indicativos de que o uso estratégico da IATF como ferramenta do melhoramento genético também promove melhora na eficiência reprodutiva, antecipando a concepção (aproximadamente 1 mês) e aumentando ao redor de 8% na taxa de prenhez ao final da EM, além de elevar o número de vacas prenhes por IA.

SINCRONIZAÇÃO DA OVULAÇÃO COM PROGESTERONA E PROGESTÁGENO

Existem atualmente no mercado produtos eficientes que liberam progesterona (dispositivos intravaginais) e progestágenos (implantes auriculares) para sincronização do estro e da ovulação. Esses produtos são utilizados por um período de 7 a 12 dias, dependendo do protocolo estabelecido. A finalidade desses tratamentos é manter altos os níveis de progesterona circulantes e suprimir a liberação endógena do pico de LH, simulando a fase luteínica do ciclo estral. A regressão luteínica é alcançada pela aplicação de estradiol no início do tratamento ou pela administração de prostaglandinas no momento da remoção do implante.

O Crestar é um implante auricular subcutâneo, utilizado para sincronização do crescimento folicular e da ovulação por um período de aproximadamente nove dias. Os implantes auriculares de progestágenos contêm Norgestomet (17α -acetoxi- 11β -metil-19-norpreg-4-en-3,30-diona), que apresenta potência cerca de 200 vezes superior à da progesterona natural. Assim, o implante silástico de Crestar possui três miligramas de norgestomet. O implante de silicone provoca a liberação do progestágeno de forma homogênea e linear (Kesler *et al.*, 1995).

Bó *et al.* (1991) observaram que a administração 5 mg de VE no momento da inserção de um implante do norgestomet resultou na regressão dos folículos presentes no momento do tratamento e na emergência de uma nova onda de crescimento folicular. Além da

sincronização do crescimento folicular, o VE apresenta ação luteolítica (Wiltbank e Kasson, 1968), dispensando a administração de prostaglandina na retirada do implante em vacas de corte.

Assim como VE, o E-17 β e o BE, em doses apropriadas, induzem eficientemente a emergência de uma nova onda de crescimento folicular (Martínez et al., 2004). Entretanto, devido ao menor tempo de permanência desses fármacos na circulação, os mesmos possuem menor eficácia como agente luteolítico, necessitando dessa forma que seja administrado prostaglandina ao protocolo.

No entanto, existem trabalhos que relatam efeito negativo de elevadas concentrações de estradiol encontradas em animais tratados com norgestomet + valerato de estradiol (Wherman *et al.*, 1993; Cavalieri *et al.*, 1997), principalmente em novilhas *Bos indicus*. Verificou-se atraso e dispersão no início da onda de crescimento folicular quando novilhas Nelore foram tratadas com Valerato do que com Benzoato de estradiol (Sá Filho et al., 2006). Assim, pode-se supor que novilhas *Bos indicus* tratadas com 5 mg de valerato de estradiol podem estar apresentando comprometimento no protocolo de sincronização da ovulação.

No mercado, existem diversas marcas de dispositivos intravaginais que liberam eficientemente progesterona com finalidade de sincronização do estro e da ovulação. Estes produtos são inseridos na vagina da fêmea por um período variado de 7 a 12 dias. Os dispositivos intravaginais contêm progesterona natural e atingem níveis sanguíneos em torno de 4 a 5 ng/ml durante sua permanência. Estes níveis são suficientes para suprimir o pico de LH. No entanto, as quantidades de progesterona liberadas são adequadas para promover o crescimento de ondas foliculares durante o tratamento.

Alguns pesquisadores demonstraram que a associação de estrógenos aos tratamentos com progesterona provoca a atresia do folículo dominante e induz a emergência de uma nova onda de crescimento folicular 4,3 dias após sua aplicação (Bo *et al.*, 1995). A aplicação de estrógeno no início do tratamento com o dispositivo intravaginal de progesterona tem impedido a formação de folículos persistentes, que interferem negativamente na eficiência do tratamento.

Em vacas *Bos indicus* submetidas ao tratamento com progestágeno associado ao BE no início do protocolo, a administração de 1 mg de BE (24 horas após a retirada dos implantes) determinou aumento significativo na taxa de concepção (sem BE = 32,5% vs com BE = 51,2%; Moura et al, 2003) O resultado concorda com os de outros pesquisadores que sincronizaram vacas com dispositivos intravaginais de progesterona (Cutaia *et al.*, 2001; Colazo *et al.*, 1999; Macmillan *et al.*, 1993) e verificaram maiores taxas de concepção quando se administrou BE 24 horas após a retirada dos dispositivos.

REDUÇÃO DO NÚMERO DE TRATAMENTOS NECESSÁRIOS PARA IATF

Experimentos foram realizados com o objetivo de diminuir o número de manejos em protocolos de sincronização da ovulação para IATF em vacas de corte criadas em condições extensivas (Baruselli et al., 2003; Marques et al., 2003). Nesse sentido, foi realizado um estudo para substituir o tratamento com BE 24 horas após a remoção do dispositivo de progesterona (4 manejos) pelo tratamento com GnRH ou com hCG no momento da IATF (54 horas após a retirada do dispositivo; 3 manejos) em vacas Nelore (*Bos indicus*) e em vacas Brangus (*Bos indicus* x *Bos taurus*). Um grupo recebeu BE (1mg) no D9 e os outros GnRH (25 μ g) ou hCG (1500 UI) no momento da IATF (D10). Não foram observadas diferenças na taxa de prenhez entre os tratamentos, tanto em Nelore [59,9% (109/182) para o Grupo BE; 61,6% (125/203) para o Grupo GnRH e 58,5% (117/200) para o Grupo hCG] quanto em

Brangus [60,1% (113/188) para o Grupo BE; 59,0% (131/222) para o Grupo GnRH e 62,8% (147/234) para o Grupo hCG]. Esse resultado é indicativo de que é possível obter taxas semelhantes de prenhez tanto com o tratamento com BE (4 manejos) quanto com o tratamento com GnRH ou hCG (3 manejos). O inconveniente da utilização de GnRH ou de hCG como indutores de ovulação está relacionado ao maior custo desses fármacos quando comparados com os estrógenos.

Dando continuidade aos estudos que visam facilitar o manejo da IATF, Martins et al. (2005b) avaliaram a dinâmica folicular de vacas Nelore (*Bos indicus*) tratadas com implante intravaginal de progesterona (CIDR[®], Pfizer, Brasil) associado à administração de Benzoato de Estradiol ou Cipionato de estradiol no momento da retirada (dia 8) ou 24 horas após (dia 9). No momento da retirada dos dispositivos as fêmeas foram distribuídas em quatro grupos: Grupos BE8 (n=8) e CE8 (n=9), tratados com 1mg de Benzoato (BE, Estrogin[®], Farmavet, Brasil) ou 0,5mg de Cipionato de estradiol (CE, ECP[®], Pfizer, Brasil) no momento da retirada do dispositivo intravaginal, respectivamente; Grupos BE9 (n=8) e CE9 (n=8), tratados com 1 mg de BE ou 0,5mg de CE, 24 horas após a remoção do dispositivo intravaginal, respectivamente. Avaliou-se por ultra-sonografia a dinâmica folicular de 12/12 horas do Dia 8 até o momento da ovulação. Verificou-se que o intervalo entre a retirada do dispositivo e a ovulação foi semelhante entre o grupo tratado com BE 24 horas após a retirada do dispositivo (4 manejos) e o grupo tratado com CE no momento da retirada do dispositivo (3 manejos; $70,0 \pm 1,48$ vs $70,7 \pm 2,40$ h). Notou-se, apenas que a dispersão da ovulação foi maior no grupo tratado com Cipionato de estradiol.

Na seqüência, Penteadó et al. (2006a) realizaram um estudo para certificar se a substituição do Benzoato de estradiol (BE) no dia 9 pelo Cipionato de estradiol no dia 8 (momento da retirada do dispositivo) apresentava semelhante taxa de prenhez a IATF. Procurou-se, também, verificar a dose mais apropriada de Cipionato de estradiol no momento da retirada do dispositivo (0,5 ou 1,0mg). Os animais foram divididos em três grupos: Grupo 1mgBE, 1 mg de BE, 24 horas após a remoção do dispositivo intravaginal; Grupo 0,5mgCE e Grupo 1mgCE, 0,5 e 1mg de CE, (ECP[®], Pfizer, Brasil) no momento da retirada do CIDR. As fêmeas foram inseminadas em tempo fixo (IATF) 54 a 58 horas após a remoção do CIDR. As taxas de prenhez foram de 49,4% (82/166)^b para o Grupo 1mgCE, 39,2% (65/166)^a para o Grupo 0,5mgCE e de 41,4% (70/169)^{ab} para o Grupo 1mgBE. Não foram verificadas diferenças significativas entre os animais tratados com BE (4 manejos) e CE (3 manejos).

Em outro estudo realizado por Martins et al., (2007), foi avaliado o efeito de diferentes momentos de aplicação do BE (0 ou 24 horas após a retirada do implante) na resposta ao protocolo de sincronização da ovulação, com o intuito de diminuir o número de manejos para a IATF. Primeiramente, foi estudada a resposta folicular aos tratamentos. Verificou-se que os animais tratados com BE na retirada do dispositivo intravaginal de P4 (DIB[®], Syntex, Argentina) apresentaram redução do intervalo retirada/ovulação ($59,4 \pm 2,0$ h), comparado com os tratados com BE 24 horas depois ($69,3 \pm 1,6$ h). Na seqüência, foram sincronizadas 504 vacas Nelore lactantes, divididas em quatro tratamentos. No Grupo BED9-IA48H (n=126), os animais receberam 1mg de Benzoato de estradiol no dia 9 e foram inseminados em tempo fixo 48 a 52 horas após a retirada do implante. No Grupo BED9-54H (n=125), os animais receberam 1mg de Benzoato de estradiol no dia 9 e foram inseminados em tempo fixo 54 a 58 horas após a retirada do implante. No Grupo BED8-IA48H (n=126), os animais receberam 1mg de Benzoato de estradiol no dia 8 e foram inseminados em tempo fixo 48 a 52 horas após a retirada do implante e no Grupo BED8-54H (n=125), os animais receberam 1mg de Benzoato de estradiol no dia 8 e foram inseminados em tempo fixo 54 a 58 horas após a retirada do implante. Os resultados estão apresentados na tabela 4. Verificaram-se

semelhantes taxas de prenhez com a administração de BE na retirada do dispositivo, desde que a IATF seja realizada antecipadamente (48 a 52 horas), permitindo manejar somente 3 vezes os animais para a IATF.

Tabela 4 – Efeito do momento da administração do Benzoato de estradiol e da IATF na taxa de concepção em vacas Nelore (*Bos indicus*) lactantes.

	IATF	N	Taxa de concepção (%)
BE DIA 8*	48 h (manhã)	119	58,8 (70/119) ^a
	54 h (tarde)	134	34,3 (46/134) ^b
BE Dia 9	48 h (manhã)	126	58,7 (74/126) ^a
	54 h (tarde)	125	63,2 (79/125) ^a

*momento da retirada do dispositivo, a≠b, P < 0.05.

Os resultados acima mencionados são indicativos de que é possível facilitar o manejo da IATF prendendo no máximo três vezes o lote de fêmeas. Ainda, são sugestivos de que é possível utilizar estrógenos para a sincronização da ovulação, que apresentam custos inferiores quando comparados aos tratamentos com GnRH e hCG.

ADEQUAÇÃO DO MOMENTO DA IATF DE ACORDO COM O NÚMERO DE USOS DOS IMPLANTES AURICULARES OU DOS DISPOSITIVOS INTRAVAGINAIS

A utilização de dispositivos previamente usados tem sido uma alternativa para viabilizar economicamente a IATF em larga escala para rebanhos comerciais. Diferentes respostas das fêmeas tratadas com implantes auriculares ou dispositivos intravaginais previamente utilizados têm sido descrito na literatura (Castro Junior et al. 2008, Crepaldi 2009). O momento de ovulação e a taxa de concepção destas fêmeas parecem estar associados ao tipo de implante ou dispositivo utilizado (novos ou usados) e ao momento em que as fêmeas são inseminadas em tempo fixo.

Estudos prévios relatam a existência de momentos mais adequados para se realizar a IA em relação ocorrência da ovulação da fêmea. Este momento é depende da viabilidade do oócito e da sobrevivência dos espermatozóides no trato genital feminino (Hunter, 1994). Dransfield et al. (1998) demonstraram que a probabilidade de ocorrer concepção diminui à medida que a IA se aproxima muito ao momento da ovulação. Além disso, relataram diminuição da concepção quando a IA é realizada em animais já ovulados. Entretanto, para maximizar disponibilidade de espermatozóides para fecundação do ovócito, a inseminação artificial deve ocorrer próximo ao momento da ovulação, porém não tão tardiamente de modo que o ovócito envelheça (Dalton e Saacke, 2007). Roelofs et al., (2006) relataram que a ovulação ocorre aproximadamente 30 horas após o início do cio. Dessa maneira, o melhor momento para se realizar a IATF seria entre 12 a 26 horas antes a ovulação (Crepaldi, 2009).

Em vacas paridas, a ocorrência das ovulações após os tratamentos a base de progesterona ou progestágeno associado a estradiol parece ser influenciada pelo número de usos das fontes de progesterona. Em um estudo recente, Crepaldi (2009) descreve que vacas *Bos indicus* paridas tratadas com dispositivos intravaginais previamente utilizados por oito (72,0±0,0h^{ab}) ou por 16 (68,0±2,0h^b) dias apresentam menor intervalo entre a retirada do dispositivo e a ovulação em relação às fêmeas tratadas com dispositivos novos (74,4±1,6h^a).

Resultados semelhantes foram descritos por Sales et al., (2009; dados não publicados), que verificaram antecipação das ovulações conforme o número de usos do dispositivo (novo = 77,1 horas; previamente usado 8 dias = 73,3 horas e previamente usado por 16 dias = 71,8 horas). Esse efeito do número de reutilizações dos dispositivos intravaginais sobre momento da ovulação sincronizada poderia influenciar a fertilidade das fêmeas após IATF.

Para testar esta hipótese alguns estudos foram conduzidos para verificar a fertilidade de fêmeas tratadas com implantes auriculares ou dispositivos intravaginais novos e previamente utilizados com diferentes momentos de inseminação. Em um primeiro estudo Castro Junior et al. (2008) encontraram menor taxa de prenhez em vacas Nelore lactantes sincronizadas com implantes auriculares contendo Norgestomet previamente utilizados e Cipionato de estradiol como indutor de ovulação quando a inseminação foi realizada 54 horas após a remoção (38,5%; 35/91) quando comparado à IATF 48 horas (49,5%; 45/91). Em novilhas *Bos indicus*, Sá Filho et al., (2010, dados ainda não publicados) avaliaram o efeito do momento da realização da IATF (48 vs. 54 horas após a remoção do implante auricular) de acordo com o tipo do implante auricular (novo ou previamente utilizado). Foi observada interação entre o número de usos do implante e o momento da IATF ($P=0.02$), ou seja, o efeito do momento da inseminação sobre a taxa de prenhez depende do número de utilizações do implante. As novilhas inseminadas 54 horas após tratamento com implante auricular reutilizado apresentaram menor taxa de concepção (40,0%, 42/105) do que novilhas tratadas com implante usado e inseminadas 48 horas (56,6%, 56/99) ou aquelas tratadas com implantes novos e inseminadas 48 horas (47,6%, 50/105) ou 54 horas (53,3%, 57/107) após a retirada da fonte de progesterona.

Em vacas Nelore lactantes efeito semelhante foi observado após o tratamento com dispositivos intravaginais de progesterona. Sá Filho et al. (2009; dados não publicados) observaram redução ($P=0.07$) da taxa de concepção conforme o número de usos do dispositivo contendo 1,9 gramas de progesterona (CIDR) e inseminação 54 horas após a retirada [novo = 58,1% (79/136) vs. previamente usado 8 dias 51,2% (66/129) e previamente utilizado por 16 dias 46,7% (56/120); $P=0,07$]. No entanto, em outro experimento do mesmo autor (2009; dados não publicados) não foi verificada diferenças entre os diferentes usos do CIDR quando a IATF foi realizada 48 horas após a retirada [novo = 48,4% (77/159); previamente usado 8 dias 54,0% (68/126) e previamente utilizado por 16 dias 55,0% (72/131); $p>0,10$]. Sendo assim, devido à alteração do momento da ocorrência das ovulações após o protocolo de sincronização e da redução na taxa de concepção verificada nos experimentos quando do emprego de dispositivos previamente utilizados, indica-se que a IATF seja realizada às 48 horas após a remoção dos implantes ou dispositivos reutilizados.

Conclusão

Inúmeras vantagens são obtidas com a adoção da inseminação artificial em rebanhos bovino de corte. No entanto, a baixa taxa de serviço, seja pela ineficiência na detecção do cio ou pelo alto grau de anestro no período pós parto são os principais fatores que comprometem a eficiência dos programas para o emprego dessa biotecnologia. Dessa forma, a inseminação artificial em tempo fixo apresenta-se como alternativa para superar esses entraves. Existem inúmeros protocolos de sincronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo. A escolha do protocolo mais apropriado depende da avaliação técnica das condições da propriedade e dos animais a serem inseminados. Na atualidade, existem protocolos que manejam apenas 3 vezes os animais e permitem a IATF tanto pela manhã quanto pela tarde, facilitando consideravelmente o manejo. Quando a IATF é utilizada adequadamente, aproximadamente 50% das fêmeas sincronizadas emprenham com apenas uma inseminação realizada no período pós-parto recente (<60 dias). Os animais

que não conceberam podem ser novamente sincronizados ou colocados com touros para repasse. Além disso, as vacas tratadas com progesterona/progestágenos que não se tornaram gestantes apresentam maior taxa de serviço (aumenta o número de vacas que manifestam cio) e de prenhez durante a estação de monta que vacas não tratadas, antecipando a concepção e aumentando a eficiência reprodutiva do rebanho.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ P, SPICER LJ, CHASE JR, PAYTON ME, HAMILTON TD, STEWART CC, HAMMOND RE, OLSONTA AC, WETTEMAN RP. Ovarian and endocrine characteristics during the estrous cycle in Angus, Brahman and Senepol cows in a subtropical environment. *Journal Animal Science*, v.78, p.1291-1302, 2000.
- ANUÁRIO DA PECUÁRIA BRASILEIRA (ANUALPEC), 2004.
- AYRES H, TORRES-JÚNIOR JRS, PENTEADO L, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Efeito do momento da inseminação e do tratamento com GnRH na IATF sobre a taxa de concepção de vacas de corte lactantes sincronizadas com Norgestomet e Valerato de estradiol. *Acta Scientiae Veterinariae* 34 p.408, 2006a.
- AYRES H, TORRES-JÚNIOR JRS, PENTEADO L, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Efeito do momento da inseminação e do tratamento com GnRH na IATF sobre a taxa de concepção de vacas de corte lactantes sincronizadas com Norgestomet e Benzoato de estradiol. *Acta Scientiae Veterinariae* 34 p.409, 2006b.
- AYRES H, TORRES-JÚNIOR JRS, PENTEADO L, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Taxa de concepção de vacas Nelore lactantes sincronizadas com implante auricular de progestágeno associado ao Benzoato ou ao Cipionato de estradiol. *Acta Scientiae Veterinariae* 34 p.410, 2006c.
- AYRES H, MARQUES MO, SILVA RCP, RODRIGUES CA, FERREIRA RM, BARUSELLI PS. Influência do uso de eCG em diferentes períodos pós parto e do escore de condição corporal na taxa de prenhez de vacas nelore inseminadas em tempo fixo. *Acta Scientiae Veterinária*. 2007. (submetido para publicação).
- BARROS CM, NOGUEIRA MFG. Embryo transfer in *Bos indicus* cattle. *Theriogenology*, v.56, p.1483-1496, 2001.
- BARUSELLI PS, AYRES H, SOUZA AH, MARTINS CM, GIMENES LU, TORRES-JÚNIOR JRS. Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte. In: Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, 2, 2006, Londrina, PR. *Anais do 2º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada*: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2006a. v.1, p.113-132.
- BARUSELLI PS, MARQUES MO, REIS EL, NASSER LFT, SILVA RCP, MENEGATTI JA, VALENTIN R, SANTOS ICC. Adequação da dose de FSH (Folotropin-v) em protocolos de superovulação de vacas nelore (*Bos taurus indicus*) com inseminação artificial em tempo fixo (SOTF). *Acta Scientiae Veterinariae*, v.31, p.244-245, 2003.
- BARUSELLI PS, REIS,EL, MARQUES MO, NASSER LF, BO GA. The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Animal Reproduction Science*, v.82-83, p.479-486, 2004
- BARUSELLI PS, SÁ FILHO MF, MARTINS CM, NASSER LFT, NOGUEIRA MFG, BARROS CM, BO GA. Superovulation and embryo transfer in *Bos indicus* cattle *Theriogenology*, v.65, p.77-88, 2006b.
- BARUSELLI PS, MARQUES MO, CARVALHO NAT, MADUREIRA EH, CAMPOS FILHO EP. 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, n. 3, p. 218-221, 2002.
- BARUSELLI PS, MARQUES MO; REIS EL; MELLO JE; CAMPOS FILHO EP. Taxa de concepção de diferentes protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em vacas *Bos taurus taurus x Bos taurus indicus* durante o período pós-parto. In: Simposio Internacional de Reproducción Animal, 5., Proceedings, v.1, p.380, 2003.

- BARUSELLI PS, SOUZA AH, MARTINS CM, GIMENES LU, SALES, JNS, AYRES H, ANDRADE AFC, RAPHAEL CF, ARRUDA, RP. Sêmen sexado: inseminação artificial e transferência de embriões. *Rev Bras Reprod Anim*, v.31, n.2, abril/jun. 2007.
- BINELLI M, THATCHER WW, MATTOS R, BARUSELLI PS. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology*, v.56, p.1451-1463, 2001.
- BO GA, ADAMS GP, CACCIA M, MARTINEZ M, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progesterone and estradiol in cattle. *Animal Reproduction Science*, v.39, p.193-204, 1995.
- BO GA, BARUSELLI PS, MARTINEZ MF. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, v.78, p.307-326, 2003.
- BÓ GA, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. The effect of estradiol valerate on follicular dynamics and superovulatory response in cows with Syncro-Mate-B implants. *Theriogenology*, v. 36, n. 2, p. 169-183, 1991.
- BONI R, ROELOFSEN MWM, PIETERSE MC, KOGUT J, KRUIP THAM. Follicular dynamics, repeatability and predictability of follicular recruitment in cows undergoing repeated follicular puncture. *Theriogenology*, v.48, p.277-289, 1997.
- CARVALHO, J.B., CARVALHO, N.A., REIS, E.L., NICHII, M., SOUZA, A.H., BARUSELLI, P.S. Effect of early luteolysis in progesterone based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology* 69, 167-75, 2008.
- CASTRO JÚNIOR, J. D.; SALES, J. N. S.; CREPALDI, G. A.; AYRES, H.; FERREIRA, R. M.; BARUSELLI, P. S. Efeito do tratamento com diferentes indutores da ovulação (cipionato e benzoato de estradiol) e do momento da inseminação artificial (48 e 54h após a retirada do implante de norgestomet) na taxa de prenhez de vacas nelore (*Bos indicus*) inseminadas em tempo fixo. In: XXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE EMBRIÕES, 2008, Guarujá. **Acta Scientiae Veterinariae...** 2008. v. 36 supl. p. 617.
- CASTILHO C, GARCIA JM, RENESTO A, NOGUEIRA GP, BRITO LFC. Follicular dynamics and plasma FSH and progesterone concentrations during follicular deviation in the first post-ovulatory wave in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Animal Reproduction Science*, v.98, p.189-96, 2006.
- CAVALIERI J, RUBIO I, KINDER JE, ENTWISTLE KW, FITZPATRICK LA. Synchronization of estrus and ovulation and associated endocrine changes in *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, v. 47, p. 801-814, 1997.
- COLAZO MG, BÓ GA, ILLUMINANTI H, MEGLIA G, SCHMIDT, EE, BARTOLOMÉ J. Fixed-time artificial insemination in beef cattle using CIDR-B devices, progesterone and estradiol benzoate. *Theriogenology*, v. 51, p. 404, abstr., 1999.
- CREPALDI GA. Eficácia de diferentes protocolos de indução da ovulação e de intervalos de inseminação em vacas de corte submetidas à IATF. Dissertação de Mestrado, Departamento de Reprodução Animal- FMVZ-USP, 2009.
- CUTAIA L, MORENO D, VILLATA ML, BÓ GA. Synchrony of ovulation in beef cows treated with progesterone vaginal devices and estradiol benzoate administered at device removal or 24 hours later. *Theriogenology*, v. 55, p. 408, abstr., 2001
- DALTON, J. C.; SAACKE, R. G. Parâmetros da Qualidade do Sêmen para Programas de Sincronização. In: curso novos enfoques na produção e reprodução de bovinos, 11., 2007, Uberlândia. **Anais...** p. 154 – 161, 2007.
- D'OCCHIO MJ, NEISH A, BROADHURST L. Differences in gonadotrophin secretion post-partum between zebu and European breed cattle. *Animal Reproduction Science.*, v. 22, p. 311-317, 1990.

- DE SILVA AWMV, ANDERSON GW, GWAZDAUSKAS FC, MCGILLIARD ML, LINEWEAVER JA. Correlations with estrous behavior and conception in dairy cattle. *Journal Dairy Science*, v.64, p.2409-2418, 1981.
- DOYLE SP, SEIDEL JR GE, SCHENK JL, HERICKHO LA, CRAN DG, GREEN RD. Artificial insemination of lactating Angus cows with sexed semen. Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science, v.50, p.203-205, 1999.
- DRANSFIELD MB, NEBEL RL, PEARSON RE, WARNICK LD. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J Dairy Sci* 1998;81:1874-1882.
- FIGUEIREDO RA, BARROS CM, PINHEIRO OL, SOLE JMP. Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos indicus*) cattle. *Theriogenology*, v.47, p.1489-1505, 1997.
- FORTUNE JE, RIVERA GM, YANG MY. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Animal Reproduction Science*, v.82-83, p.109-126, 2004.
- GIMENES LU, CARVALHO NAT, SÁ FILHO MF, SANTIAGO LL, CARVALHO JBP, MAPLETOFT RJ, BARROS CM, BARUSELLI PS. Capacidade ovulatória em novilhas *Bos indicus*. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, supl.1, p.209, 2005a [Resumo].
- GIMENES LU, SÁ FILHO MF, MADUREIRA EH, TRINCA LA, BARROS CM, BARUSELLI PS. Estudo ultra-sonográfico da divergência folicular em novilhas Nelore (*Bos indicus*). *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, supl.1, p.210, 2005b [Resumo].
- GINTHER OJ, BEG MA, DONADEU FX, BERGFELT DR. Mechanism of follicle deviation in monovular farm species. *Animal Reproduction Science*, v.78, p.239-257, 2003.
- GINTHER OJ, BERGFELT DR, BEG MA, KOT K. Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. *Biological Reproduction*, v.64, p.197-205, 2001.
- GINTHER OJ, KNOPF L, KASTELIC JP. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two or three follicular waves. *Journal Reproduction and Fertility*, v.87, p.223-230, 1989.
- GINTHER OJ, WILTBANK MC, FRICKE PM, GIBBONS JR, KOT K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biological Reproduction*, v.55, p.1187-1194, 1996.
- HUNTER, R. H. F. Causes for failure of fertilization in domestic species. In: *Embryonic Mortality in Domestic Species*. CRC Press, Boca Raton, FL, VS, p. 1–22. 1994.
- KASTELIC JP, BERGFELT DR, GINTHER OJ. Relationship between ultrasonic assessment of the corpus luteum and plasma progesterone concentration in heifers. *Theriogenology*, v.33, p.1269-1278, 1990.
- KESLER; D.J.; FAVERO, R.J. Estrus synchronization in beef females with norgestomet and estradiol valerate. Part 1: Mechanism of action. *Agriculture Practice*, v. 16, p. 6-11, 1995.
- LANDAETA-HERNÁNDEZ AJ, PALOMARES-NAVEDA R, SOTO-CASTILLO G, ATENCIO A, CHASE JR CC, CHENOWETH PJ. Social and breed effects on the expression of a PGF2 α induced oestrus in beef cows. *Reproduction Domestic Animal*, v.39, p.315-320, 2004.
- LU KH, SEIDEL JR GE. Effects of heparin and sperm concentration on cleavage rates of bovine oocytes inseminate with flow-cytometrically-sorted bovine sperm. *Theriogenology*, v.62, p.819-830. 2004;
- LUCY MC, SAVIO JD, BADINGA L, DE LA SOTA RL, THATCHER WW. Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle. *Journal Animal Science*, v.70, p.3615-3626, 1992.
- MACMILLAN KL, PETERSON AJ. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR-B) for estrous synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of post-partum anoestrus. *Animal Reproduction Science*. V. 33, p. 1-25, 1993.

- MARTINEZ MF, ADAMS GP, KASTELIC JP, BERGFELT DR, MAPLETOFT RJ. Induction of follicular wave emergence for estrus synchronization and artificial insemination in heifers. *Theriogenology*, v. 54, n. 5, p. 757-769, 2000.
- MARTINS CM, CASTRICINI ESC, REIS EL, TORRES-JÚNIOR JRS, GIMENES LU, SÁ FILHO MF, BARUSELLI PS. Produção embrionária de vacas Holandesas a diferentes protocolos de superovulação com inseminação artificial em tempo fixo. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, p.227, 2005a [Resumo].
- 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* 33. p.285. 2005b[Resumo].
- MARTINS CM, AYRES H, MELLO JE, DOMINGUEZ JH, SOUZA AH, FERREIRA RM, VALENTIN R, SANTOS ICC, BARUSELLI PS. Impact of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device. *Animal Reproduction*. 2007. (submetido para publicação).
- MEMBRIVE CMB. Estudo da sincronização das ondas foliculares e das características de estros, por radiotelemetria, em novilhas cruzadas (*Bos indicus* x *Bos taurus*) tratadas com acetato de melengestrol e prostaglandina associados a hCG, GnRH ou 17b estradiol + progesterona. São Paulo, 2000. 156f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Disponível no site www.agricultura.gov.br. Acessado em 10 de maio de 2007.
- MIZUTA K. Estudo comparativo dos aspectos comportamentais do estro e dos teores plasmáticos de LH, FSH, progesterona e estradiol que precedem a ovulação em fêmeas bovinas Nelore (*Bos taurus indicus*), Angus (*Bos taurus taurus*) e Nelore x Angus (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*). 2003. 98 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade e São Paulo, São Paulo, 2003.
- MONTIEL F, AHUJA C. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*, v.85, p.1-26, 2005.
- MOURA MT, MARQUES MO, BARUSELLI PS. Efeito do benzoato de estradiol na sincronização com Crestar e eCG para inseminação artificial em tempo fixo em vacas de corte lactantes. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 27, n. 3, p. 432-434, 2003.
- PASCHAL JC, SANDERS JO, KERR JL. Calving and weaning characteristics of Angus-gray, Brahman, Gir, Indu-Brazil, Nellore and Red Brahman-Sired F1 calves. *Journal Animal. Scencei*. V.69, P. 2395-2402, 1991.
- PENTEADO L, SÁ FILHO MF, REIS EL, TORRES-JÚNIOR JR, MADUREIRA EH, BARUSELLI PS. Eficiência reprodutiva em vacas Nelore (*Bos indicus*) lactantes submetidas a diferentes manejos durante a estação de monta. *Anais XVI Reunião do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal*, 2005.
- PENTEADO L, AYRES H, TORRES-JÚNIOR JR, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Taxa de concepção de vacas nelore lactantes sincronizadas com dispositivo intravaginal de progesterona associado ao benzoato ou ao cipionato de estradiol. *Acta Scientiae Veterinariae* 34 p.401, 2006a[Resumo].
- PENTEADO L, MARQUES MO, SILVA RCP, AYRES H, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Taxa de prenhez em vacas Nelore inseminadas em tempo fixo em diferentes períodos pós parto. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2006. v. 34. p. 402[Resumo].
- PINHEIRO OL, BARROS CM, FIGUEREDO RA, DO VALLE ER, ENCARNAÇÃO RO, PADOVANI CR. Estrous behavior and the estrus-to-ovulation interval in Nelore cattle (*Bos indicus*) with natural estrus or estrus induced with prostaglandin F2alpha or norgestomet and estradiol valerate. *Theriogenology*, v.49, p.667-81, 1998.

- RAE DO, CHENOWETH PJ, GIANGRECO MA, DIXON PW, BENNET FL. Assessment of estrus detection by visual observation and electronic detection methods and characterization of factors associated with estrus and pregnancy in beef heifers. *Theriogenology*, v.51, p.1121-1132, 1999.
- RANDEL RD. LH and ovulation in Brahman, Brahman x Hereford and Hereford heifers. *Journal Animal Science*, v.43, p.300, 1976 [Resumo].
- RHODES FM, DE'ATH G, ENTWISTLE KW. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Animal Reproduction Science*, v.38, p.265-277, 1995.
- RHODES FM, MCDUGALL S, BURKE CR, VERKERK GA, MACMILLAN KL. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *Journal Dairy Science*, v.86, p.1876-1894, 2003.
- ROELOFS JB, GRAAT EAM, MULLAART E, SOEDE NM, VOSKAMP-HARKEMA W, KEMP B,. Effects of insemination/ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology* 66, 2173–2181, 2006.
- RODRIGUES CA, MANCILHA RF, REIS EL, AYRES H, GIMENES LU, SÁ FILHO MF, BARUSELLI PS. Efeito do número de implantes de norgestomet e do momento da administração do indutor de ovulação em vacas holandesas superovuladas. *Acta Scientiae Veterinariae*, v.33, p.229, 2005 [Resumo].
- RUIZ-CORTES ZT, OLIVERA-ANGEL M. Ovarian follicular dynamics in suckled zebu (*Bos indicus*) cows monitored by real time ultrasonography. *Animal Reproduction Science*, v.54, p.211-220, 1999.
- SÁ FILHO, M. F. ; REIS, E.L. ; AYRES, H.; GIMENES, L.U.; PERES, A.A.P.; CARVALHO, C.A.B. ; CARVALHO, J.B.; ARAUJO, C.A.S.C.; BARUSELLI, P.S. Effect of oestradiol valerate or benzoate on induction of a new follicular wave emergence in *Bos indicus* cows and heifers treated with norgestomet auricular implant. **Reproduction Fertility and Development**, v. 18, p. 289, 2006.
- SARTORELLI ES, CARVALHO LM, BERGFELT DR, GINTHER OJ, BARROS CM. Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology*, v.63, p.2382-2394, 2005.
- SARTORI R, FRICKE PM, FERREIRA JCP, GINTHER OJ, WILTBANK MC. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biologic Reproduction*, v.65, p.1403-1409, 2001.
- SAVIO JD, KEENAN L, BOLAND MP, ROCHE JF. Pattern of growth of dominant follicles during the oestrous cycle of heifers. *Journal Reproduction and Fertility*, v.83, p.663-671, 1988.
- SCHENK JL, SUH TK, SEIDEL JR. Embryo production from superovulated cattle following insemination of sexed sperm. *Theriogenology*, v.65, p.299-307, 2006.
- SCHILLO KK. Effects of dietary energy on control of luteinizing hormone secretion in cattle and sheep. *Journal Animal Science*, v.70, p.1271-1282, 1992.
- SEGERSON EC, HANSEN TR, LIBBY DW, RANDEL RD, GETZ WR. Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. *Journal Animal Science*, v.59, p.1026-1046, 1984.
- SEIDEL GE, SCHENK JL, HERICKHOFF LA, DOYLE SP, BRINK Z, GREEN RD, CRAN DG. Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology*, v.52, p.1407-1420, 1999.
- SIMPSON RB, CHASE JR CC, SPICER LJ, VERNON RK, HAMOND AC, RAE DO, Effect of exogenous insulin on plasma and follicular insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding protein activity, follicular estradiol and progesterone, and follicular growth in superovulated Angus and Brahman cows. *Journal Reproduction and Fertility*, v.102, p.483-492, 1994.
- SIROIS J, FORTUNE JE. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biologic Reproduction*, v.39, p.308-317, 1988.
- TRENKLE, A.; WILHAM, R.L. Beef production efficiency. *Science* 198. p.1009. 1977.
- VAN VLIET JH, VAN EERDENBURG FJCM. Sexual activities and oestrus detection in lactating Holstein cows. *Applied Animal Behavior Science*, v.50, p.57-69, 1996.

- VIANA JHM, FERREIRA AM, SÁ WF, CAMARGO LSA. Follicular dynamics in zebu cattle. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.2501-2509, 2000.
- WEBB R, GOSDEN RG, TELFER EE, MOOR RM. Factors affecting folliculogenesis in ruminants. *Animal Science*, v.68, p.257-284, 1999.
- WEHRMAN ME, ROBERSON MS, CUPP AS, STUMPF TT, WERTH LA, WOLFE MW, KITTO RJ, KINDER JE. Increasing exogenous progesterone during synchronization of estrus decrease endogenous 17 β -estradiol and increase conception in cow. *Biologic. Reproduction.*, v. 49, p. 214-220, 1993.
- WHITE FJ, WETTEMANN RP, LOOPER ML, PRADO TM, MORGAN GL. Seasonal effects on estrous behavior and time of ovulation in non-lactating beef cows. *Journal Animal Science*, v.80, p.3053-3059, 2002.
- WILLIAMS GL, GAZAL OS, GUZMÁN VEGA GA, STANKO RL. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Animal Reproduction Science*, v.42, p.289-297, 1996.
- WILLIAMS GL. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *Journal Animal Science*, v.68, p.8331-852, 1990.
- WILTBANK JN, KASSON CW. Synchronization of estrus in cattle with an oral progestational agent and an injection of an estrogen. *Journal Animal Science* v.27 p.113-116. 1968.
- WILTBANK MC, GÜMEN A, SARTORI R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, v.57, p.21-52, 2002.
- WILTBANK MC, LOPEZ H, SARTORI R, SANGSRITAVONG S, GÜMEN A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, v.65, p.17-29, 2006.
- WOLFENSON D, INBARA G, ROTH Z, KAUMB M, BLOCHA A, BRAW-TAL R. Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. *Theriogenology*, v.62, p.1042-1055, 2004.
- YAVAS Y, WALTON JS. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, v.54, p.25-55, 2000.