



## **Evolução e perspectivas da inseminação artificial em bovinos**

*Evolution and perspectives of timed artificial insemination in cattle*

**Pietro Sampaio Baruselli<sup>‡</sup>, Bruna Lima Chechin Catussi, Laís Ângelo de Abreu, Flavia Morag Elliff, Laísa Garcia da Silva, Emiliana Santana Batista, Gabriel Armond Crepaldi**

Departamento de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

### **Resumo**

A inseminação artificial (IA) em bovinos tem sido aplicada em todo o mundo com o intuito de melhorar o ganho genético e a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Com o objetivo de facilitar a utilização da IA foram desenvolvidos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) que promovem o controle do crescimento folicular e da ovulação e permitem a aplicação da IA em dias predeterminados, sem a necessidade de detecção de estro e com elevadas taxas de prenhez. Nos últimos 20 anos, vários protocolos de sincronização para IATF foram estudados para atender diferentes realidades de manejo, raças e categorias de animais. Atualmente, 86% das inseminações no Brasil estão sendo realizadas por IATF (13,6 milhões de IATF de um total de 15,4 milhões de doses de sêmen comercializadas em 2018). Com a colaboração dessa tecnologia, verificou-se que o percentual de fêmeas em idade reprodutiva inseminadas artificialmente passou de 5,8% em 2002 para 13,1% em 2018. O aumento de uso da IATF representa considerável incremento de produtividade quando comparado com a monta natural, maximizando o retorno econômico para as fazendas de corte e de leite.

**Palavras-chave:** IATF, reprodução, sincronização, eficiência reprodutiva, retorno econômico.

### **Abstract**

*Artificial insemination in cattle has been used worldwide to improve the genetic gain and reproductive efficiency of the herds. In order to facilitate the use of AI, several protocols for timed artificial insemination (TAI) have been developed, which promote the control of follicular growth and ovulation, allowing the use of AI in predetermined days, without the necessity of estrus detection and with satisfactory pregnancy rates. In the last 20 years, a wide variety of protocols have been studied to address different management realities, breeds and animal categories. Currently, 86% of artificial inseminations in Brazil are performed using TAI (13.6 million TAI of 15.4 million batches of semen commercialized in 2018). The percentage of females in reproductive age inseminated in Brazil went from 5.8% in 2002 to 13.1% in 2018. Reproductive programs that use TAI present increase in productivity when compared to natural breeding, maximizing the economic gain for beef and dairy properties.*

**Keywords:** FTAI, reproduction, synchronization, reproductive efficiency, economic gain.

### **Introdução**

O acelerado crescimento da população mundial está gerando significativo aumento da demanda por alimentos, originando preocupação com a produção de proteínas de origem animal para atender o crescente número de habitantes no planeta (FAO, 2017). Neste contexto, o Brasil apresenta relevância pelo fato de ser o quinto maior país em extensão territorial e possuir o maior rebanho bovino comercial do mundo com 221,81 milhões de cabeças (IBGE, 2018).

Em 2017, o número de abates no Brasil foi de 39,2 milhões de cabeças, com produção estimada de 9,71 milhões de toneladas equivalente carcaça, representando 14,4% da produção mundial de carne (ABIEC, 2018). Apesar disso, a pecuária de corte brasileira ainda apresenta baixa eficiência produtiva e ocupa o segundo lugar no ranking mundial de produção de carne, liderado pelos Estados Unidos, que produzem 17,9% da carne mundial (ABIEC, 2018).

A produção nacional de leite fluido foi de 33,5 bilhões de litros, de um total de 17 milhões de vacas ordenhadas, correspondendo à produtividade de 1.943 litros de leite por vaca por ano (IBGE, 2017). Nesse contexto, cada animal contribuiu com apenas 5,4 litros de leite produzido por dia, evidenciando a baixa eficiência dessa atividade em nosso país (IBGE, 2017). Esses números, classificam o Brasil como o quarto maior produtor de leite (atrás dos Estados Unidos, Índia e China), apesar de possuir o maior rebanho bovino do mundo. Ainda, o Brasil não é autossuficiente na produção de leite bovino, sendo necessária a importação para abastecer o mercado interno (IBGE, 2017).

Desta forma, torna-se imprescindível desenvolver e aprimorar tecnologias que colaboram com o aumento da produtividade nas propriedades, otimizando os sistemas de criação e a rentabilidade dos rebanhos. Entre as tecnologias desenvolvidas, as biotecnologias da reprodução merecem destaque. A inseminação artificial (IA) é a

<sup>‡</sup>Correspondência: barusell@usp.br

Recebido: 8 de abril de 2019

Aceito: 26 de abril 2019

biotecnologia reprodutiva mais empregada em todo o mundo e sua aplicação traz grandes vantagens para os rebanhos, quando comparada com a utilização da monta natural (Lima et al., 2010; Lamb e Mercadante, 2016; Baruselli et al., 2018).

A técnica permite a utilização do sêmen de touros geneticamente superiores, acelerando o ganho genético e resultando em bezerros mais produtivos que geram maior retorno econômico ao produtor de carne e de leite. Além disso, a IA evita a transmissão de doenças venéreas (Vishwanath, 2003) e permite o melhor controle do rebanho, aumentando a uniformidade dos bezerros produzidos (Rodgers et al., 2015; Baruselli et al., 2017a).

Com o objetivo de facilitar a utilização da IA nas propriedades rurais foi desenvolvida a tecnologia de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) que elimina a necessidade de detecção de estro, permite que vacas em anestro sejam inseminadas, aumentando a eficiência reprodutiva das matrizes (Rhodes et al., 2003; Baruselli et al., 2004; Bó et al., 2007). O uso da IATF antecipa e concentra a concepção no início da estação de monta, aumentando a eficiência reprodutiva e produtiva das fazendas (Baruselli et al., 2018).

### Evolução da inseminação artificial

O mercado nacional de inseminação artificial comercializou aproximadamente 7,0 milhões de doses de sêmen em 2002. Em 2018, esse mercado chegou a 15,4 milhões de doses de sêmen comercializadas (ASBIA, 2019), com crescimento de 220% nesse período. Ainda, em comparação com o ano anterior (2017), o mercado de comercialização de sêmen cresceu 13,7%. Para o cálculo do número de doses de sêmen comercializadas no Brasil, considerou-se os dados do INDEX ASBIA (que representa 90% do mercado de sêmen brasileiro), com ajustes para 100% do mercado. Esses dados demonstram claramente que a inseminação artificial ganhou espaço no Brasil com o passar dos anos.

O aumento do mercado de IA no Brasil ocorreu simultaneamente com introdução da tecnologia de IATF nas fazendas. Em 2002, conforme dados obtidos pelo Departamento de Reprodução Animal da FMVZ/USP (Baruselli et al., 2019a), o número de protocolos comercializados foi de 100.000, o que demonstra que apenas 1% das inseminações no Brasil foram realizadas por IATF naquele ano. Já em 2018, o número de IATF alcançou 13,3 milhões de procedimentos, indicando que 86% das inseminações foram realizadas por IATF no Brasil (Fig. 1). O crescimento do mercado no último ano também apresentou significativo aumento de 16,1 % quando comparado a 2017 (11,4 milhões de IATF). Constata-se que a IATF cresceu 130 vezes nos últimos 16 anos, trazendo grandes avanços e benefícios para toda a cadeia de produção de carne e de leite.

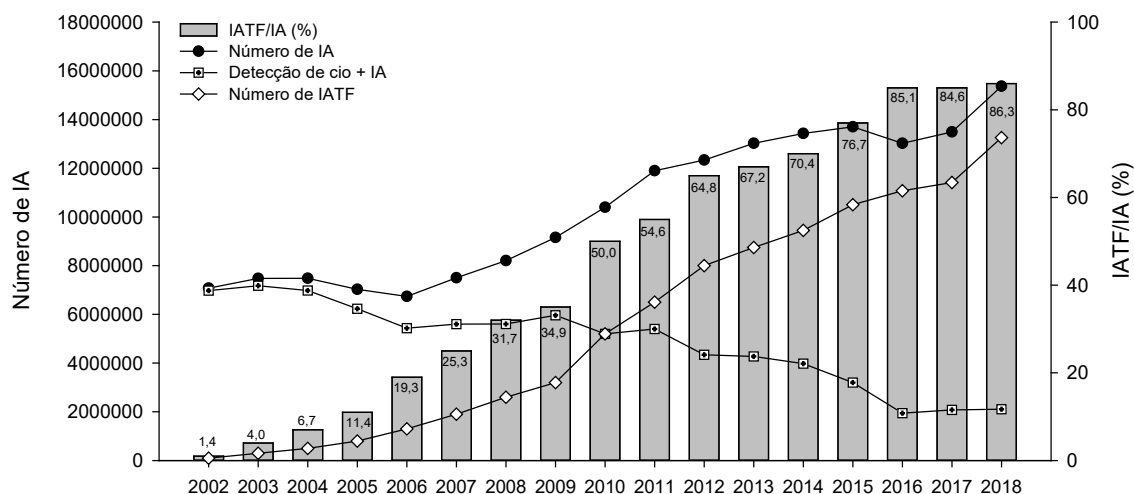


Figura 1. Evolução da inseminação artificial (IA) com detecção de cio ou em tempo fixo (IATF) em bovinos no Brasil.

Com base no número de vacas e novilhas em reprodução no Brasil (ANUALPEC, 2018) e o número de doses comercializadas (ASBIA, 2019) foi possível estimar a evolução do mercado de IA no Brasil do ano de 2002 a 2018 (Fig. 2). Em 2002, início da coleta de dados (Baruselli et al., 2012), apenas 5,8% das matrizes do rebanho brasileiro eram inseminadas, levando em consideração a utilização de 1,6 doses de sêmen por fêmea em reprodução. Entretanto, este número atingiu em 2018 o percentual de 13,1% do total de matrizes do rebanho nacional (Fig. 2), demonstrando significativo avanço na utilização dessa tecnologia. Esse aumento ocorreu principalmente devido ao emprego dos protocolos de IATF, que apresentam elevada eficiência e facilitam a disseminação da inseminação artificial. Em 2018, estima-se que aproximadamente 9,5 milhões de fêmeas foram inseminadas artificialmente, contribuindo para elevar os ganhos genéticos, produtivos e econômicos da pecuária.

Os dados estatísticos levantados no Brasil são semelhantes aos dos países vizinhos, conforme informações apresentadas pela Argentina e o Uruguai (estação de monta de 2016 /2017). O Uruguai possui aproximadamente 3

milhões de fêmeas em reprodução e foram realizadas 300.000 IATF, demonstrando que cerca de 10% das matrizes em reprodução são inseminadas. No total, mais de 15 milhões de fêmeas em reprodução foram inseminadas por IATF no Brasil, Argentina e Uruguai no ano de 2017 (Mapletoft et al., 2018). Todas estas informações evidenciam a consolidação da tecnologia no mercado, resultando em ganhos econômicos e perspectivas positivas para a pecuária.

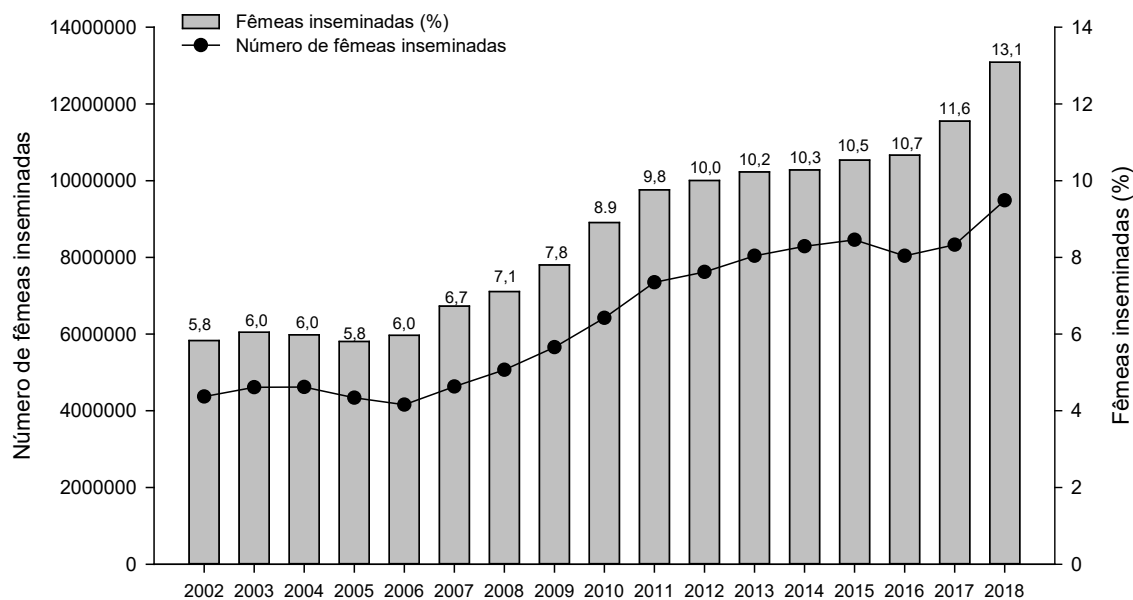


Figura 2. Evolução do número de fêmeas inseminadas no Brasil com base no número de vacas e novilhas de corte e leite em reprodução (ANUALPEC, 2018) e o número de doses de sêmen comercializadas (ASBIA, 2019). Foi considerada média de 1,6 inseminações por fêmea em reprodução.

### O impacto econômico da IATF no Brasil

No ano de 2018, estima-se que a IATF gerou aproximadamente R\$3,5 bilhões de ganhos para a cadeia de produção de corte e de leite brasileira. Acredita-se que a atividade conta com 3.788 veterinários especialistas em reprodução animal atuando nas fazendas (considerando 3.500 IATF por profissional; Baruselli, 2019b). Com base nesses dados, calcula-se que a IATF movimentou R\$ 796 milhões para a sua execução no Brasil. A prestação de serviço médico veterinário corresponde a 33% do valor para execução da IATF (R\$265,2 milhões), considerando o custo de R\$20 por animal sincronizado. As empresas de venda de sêmen e fármacos representam 66% (R\$ 796 milhões) do valor total, considerando 13,3 milhões de IATF efetuadas no ano a preço médio de R\$20 para os fármacos de sincronização e R\$20 para dose de sêmen (Baruselli, 2019b).

Além destes impactos econômicos diretos, existem benefícios no aumento da produtividade que devem ser levados em consideração. Em rebanhos de corte, verifica-se acréscimo na quantidade e na qualidade dos bezerros produzidos com a introdução dessa tecnologia. Considerando que a IATF é utilizada em 10,2 milhões de matrizes de corte, estima-se aumento de 8% na produção de bezerros quando comparado com a monta natural (Sá Filho et al., 2013; Baruselli et al., 2018), com produção adicional de 816 mil bezerros por ano, com adição de R\$ 979 milhões na cadeia de produção de carne (preço do bezerro de IATF = R\$ 1.200,00). Ainda, por conta do elevado mérito genético e antecipação dos partos proporcionados pela utilização da IATF, esses estudos demonstraram ganho adicional de 20 Kg no peso ao desmame, ou seja, um ganho extra de R\$ 490 milhões (Preço Kg do bezerro = R\$6,00). Também, do desmame ao abate, os bezerros provenientes de IATF apresentam ganho adicional de uma arroba por animal (15 Kg), totalizando mais R\$ 600 milhões (aproximadamente 4 milhões de animais abatidos com R\$ 150,00 por arroba). Assim, a IATF gera para cadeia produtiva de bovinos de corte um impacto de R\$ 2,1 bilhões a mais por ano quando comparada a monta natural (Baruselli, 2019b).

Em rebanhos de leite, a IATF também tem grande impacto econômico. Estudos demonstraram que há redução de aproximadamente 1 mês no intervalo entre partos (IEP) de animais que recebem a IATF quando comparados com animais submetidos aos sistemas tradicionais de detecção de cio ou monta natural (Nebel, 2003; Caraviello et al., 2006; Teixeira, 2010; Baruselli et al., 2017a). Com esta redução do IEP, tem-se aumento de 10% da produção anual de leite da propriedade. Considerando que 3,1 milhões de vacas de leite são submetidas a IATF, com produção estimada de 3.000 litros por lactação, avalia-se um incremento de 917 milhões de litros de leite por ano, com faturamento adicional de 1,3 bilhões de renda adicional por ano. Adicionalmente, o uso de touros geneticamente superiores acrescentam 350 litros de leite por lactação, que corresponde a 131 milhões de litros por ano (R\$ 1,39 por litro; média 2018 CEPEA/USP) e um faturamento de R\$166 milhões por ano. Com isso, foi estimado que o impacto da IATF na pecuária leiteira é de R\$ 1,5 bilhões extras por ano quando comparado aos sistemas tradicionais de reprodução com detecção de cio ou monta natural.



A partir desses dados é possível calcular o retorno do investimento dessa biotecnologia. A cada R\$ 1,00 investido na tecnologia de IATF, verifica-se retorno de R\$ 4,50 para a cadeia de produção de carne e de leite no Brasil. (Baruselli, 2019b). Esses números demonstram de forma evidente que o investimento na tecnologia da IATF gera significativos ganhos para a pecuária brasileira.

### **Evolução dos protocolos de sincronização e de ressincronização para IATF**

Os primeiros protocolos de IATF para bovinos surgiram em meados dos anos 90 com o desenvolvimento do protocolo Ovsynch (GnRH - 7 dias/ PGF - 48 horas/ GnRH - 16 horas da IA; Pursley et al., 1995). Atualmente, os programas de IATF passaram por várias modificações com o objetivo de facilitar os manejos e de melhorar as taxas de prenhez. No Brasil, o protocolo a base de estradiol (E2) e progesterona (P4) é o mais utilizado para IATF (Baruselli et al., 2004; Sá Filho et al., 2009). Inúmeros protocolos foram desenvolvidos para diferentes raças, categorias de animais e para que o produtor possa adequar o melhor manejo reprodutivo ao seu sistema de produção.

O tempo de permanência do dispositivo de P4 pode variar de 5 a 9 dias (Bó et al., 2002; Baruselli et al., 2012; Whittier et al., 2013; Elliff et al., 2017; Baruselli et al., 2017a). Quanto ao número de manejos necessários para realizar a sincronização para IATF, existem estudos que desenvolveram sistemas com 3 ou 4 manejos. De forma geral, o objetivo do manejo adicional é administrar prostaglandina (PGF), antecipando a luteólise, e reduzindo as concentrações séricas de P4 ao final do protocolo em vacas cíclicas e aumentando a taxa de crescimento do folículo dominante (Mantovani et al., 2005; 2010). Contudo, alguns estudos demonstraram que existe a possibilidade de realizar o tratamento com PGF no dia zero (D0) do protocolo, causando a luteólise nos animais com presença de corpo lúteo (CL) no início da sincronização, reduzindo a P4 sanguínea durante o protocolo e facilitando o manejo da IATF (Carvalho et al., 2008).

Para alcançar melhores ganhos genéticos e de produção, as estratégias reprodutivas devem focar na melhoria das taxas de serviço e redução do intervalo entre inseminações, sem comprometer a viabilidade da gestação estabelecida (Sá Filho et al., 2014). Com base nesse conceito, foram desenvolvidos protocolos de ressincronização da ovulação das fêmeas que não se tornaram gestantes. Nesses programas reprodutivos se identifica o mais rapidamente possível as fêmeas não gestantes na IATF anterior, inseminando-as novamente e aumentando a proporção de vacas gestantes por IA (Baruselli et al., 2017a). Esse procedimento promove a antecipação da concepção na estação de monta; concentrando os partos na melhor época de nascimento e aumentando a eficiência reprodutiva na estação de monta subsequente (Sá Filho et al., 2013).

A ressincronização convencional é iniciada no momento do diagnóstico de gestação (28 a 32 dias após a IATF; Marques et al, 2012; Stevenson et al., 2003). Com esse método é possível realizar três inseminações com intervalo de 80 dias. Posteriormente, foi desenvolvida a ressincronização precoce, a qual é iniciada em todas as fêmeas (independentemente do diagnóstico de gestação) 22 dias após a IATF. No dia 30 todas as fêmeas são submetidas a diagnóstico de gestação e somente as vazias seguem no protocolo de IATF, sendo inseminadas no dia 32 (Sá Filho et al., 2014). Com este método é possível realizar três inseminações com intervalo de 64 dias. Recentemente foi desenvolvida a ressincronização superprecoce, na qual é possível realizar três inseminações em 48 dias. Esta ressincronização tem início em todas as fêmeas 14 dias após a IATF. No dia 22, todas as fêmeas vazias são diagnosticadas através da ultrassonografia Doppler (Vieira et al., 2014), analisando-se a presença e o fluxo vascular do CL (Pugliesi et al., 2017; Siqueira et al., 2013).

Conforme Vieira et al. (2014), a aplicação de 1,5 mg de benzoato de estradiol nos dias 13 a 14 após prévia IATF provocou luteólise e reduziu a taxa de concepção da primeira inseminação, diferentemente de fêmeas ressincronizadas aos 22 dias após a IATF (Sá Filho et al., 2014). Desta forma, a ressincronização superprecoce se baseia no uso de P4 injetável no momento da colocação do dispositivo de P4 (14 após a IATF) para induzir a emergência de uma nova onda de crescimento folicular sem prejudicar a gestação estabelecida na IA anterior (Rezende et al., 2016; Guerreiro et al., 2018; Gonçalves-Junior et al., 2018). Entretanto, recentemente Motta et al. (2018) relataram que novilhas Nelore de 16 a 18 meses submetidas à ressincronização superprecoce com 1 mg de BE no dia 14 apresentaram antecipação da luteólise, mas não se verificou redução na taxa de concepção da primeira IATF. Essa informação é indicativa de que existem resultados científicos conflitantes e justificam que novos estudos devem ser realizados para avaliar o efeito do tratamento com estradiol no início do protocolo de ressincronização superprecoce (Dia 14).

### **Perspectivas para inseminação artificial**

Após 24 anos de estudos em todo o mundo os programas de IATF atingiram um nível satisfatório de eficiência. Os avanços buscaram facilitar o manejo reprodutivo e melhorar os índices zootécnicos nas fazendas comerciais. Com o progresso dessa tecnologia, projetam-se perspectivas positivas para os próximos anos. Considerando os dados de mercado no ano de 2018 e estabelecendo um cenário com taxa anual de crescimento de 5% para doses de sêmen comercializadas e de 6% para IATF, estima-se que o percentual de matrizes inseminadas passem dos atuais 13% para 20% nos próximos 10 anos. Com isso, o Brasil alcançaria a média mundial de fêmeas



inseminadas que é de 20 a 22% (Thibier, Wagner; 2002). Com essa expectativa na taxa de crescimento, o mercado de sêmen passaria de 15,4 milhões de doses de sêmen comercializadas em 2018 para 26,3 milhões de doses em 2028. Além disso, a proporção de IATF em relação ao número de inseminações realizadas passaria de 86,3% para 95,8% (Fig. 3). Essas projeções dependem do mercado futuro e estão sujeitas a alterações.

Com esse aumento de demanda, estima-se que a quantidade necessária de médicos veterinários especializados em reprodução de bovinos passaria dos atuais 3.800 para 7.200 (considerando 3.500 IATF por profissional; Baruselli, 2019b). Nesse cenário, verifica-se consistente aumento do número de bezerros provenientes de touros com alto mérito genético, colaborando para melhorar quantidade e a qualidade de carne e leite produzida no mercado brasileiro.

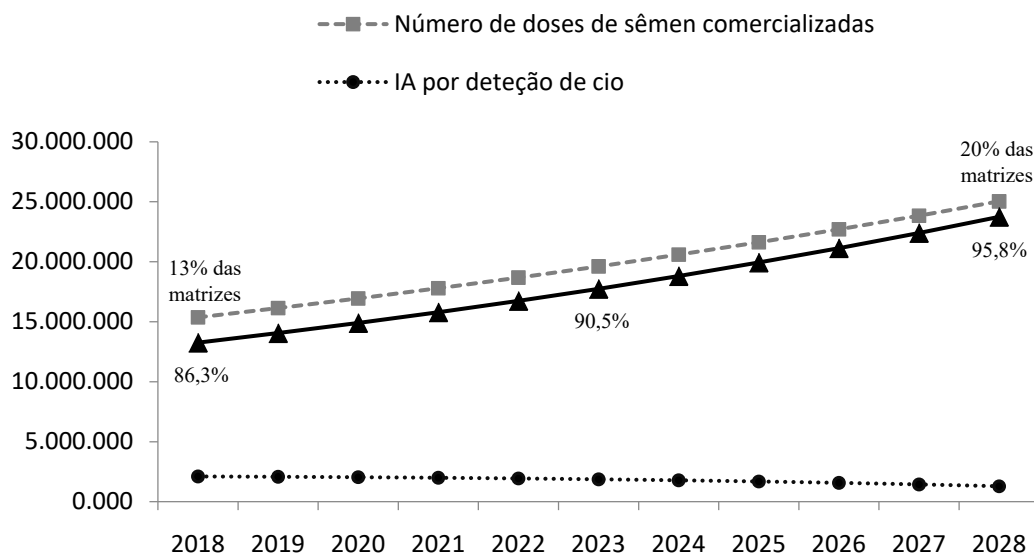


Figura 3. Perspectiva de crescimento do número de doses de sêmen comercializadas e de IATF de 2018 a 2028. Considerou-se para este cálculo taxa de crescimento anual de 5% para doses de sêmen comercializadas e de 6% para IATF.

### Considerações finais

Apesar de todos os avanços científicos e tecnológicos ocorridos nos últimos anos somente 13% das matrizes brasileiras são inseminadas artificialmente. Ainda, 87% das fêmeas em idade reprodutiva são submetidas a monta natural e estima-se que apenas 8% dos touros utilizados para monta natural apresentam avaliação genética para produtividade. Sendo assim, o setor pecuário brasileiro ainda se utiliza pouco a tecnologia para o melhoramento genético e produtivo do rebanho. Entretanto, na atualidade o setor conta com pacotes tecnológicos bem estabelecidos para aumentar a utilização da inseminação artificial nas fazendas, com avaliação positiva do retorno econômico, gerando valor para o produtor e para a cadeia de produção de carne e de leite.

### Referências

- Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC).** Rebanho bovino brasileiro. São Paulo: FNP, 2018.
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC).** Sumário 2018. Disponível em: <http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>. Acesso em: 08/04/2019.
- Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA).** Index ASBIA Mercado, 2019. Disponível em: <https://www.lancerural.com.br/vendas-de-semen-bovino-crescem-no-1o-semester-de-2018/presidente-da-asbia-sergio-saud-anuncia-aumento-nas-vendas-de-semen/>. Acesso em: 20/03/2019.
- Baruselli PS, Reis EL, Marques MO, Nasser LF, Bó GA.** The use of hormonal treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci*, v.82, p.479-486, 2004.
- Baruselli PS, Sales JNS, Sala RV, Vieira LM, Sá Filho MF.** History evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Anim Reprod*, v.9, p.139-152, 2012.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Colli MHA; Elliff FM; Freitas BG.** Timed artificial insemination: current challenges and recent conquests for improving the efficiency in the field. *Anim Reprod*, v.14, n.3, p.558-571, 2017a.
- Baruselli PS, Marques MO, Borges A, Penteadó L.** Impactos econômicos do uso de tecnologia reprodutiva na fazenda. In: Encontro dos Encontros da Scot Consultoria. 4. ed. Ribeirão Preto: Suprema Gráfica e Editora, p.45-56, 2017b.
- Baruselli PS, Ferreira RM, Sá Filho MF, Bó GA.** Review: Using artificial insemination v. natural service in beef herds. *Animal*, v.12, p.45-52, 2018.



- Baruselli PS.** Avaliação do mercado de IATF no Brasil. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 1. ed., 2019a. Disponível em: <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>.
- Baruselli PS.** IATF gera ganhos que superam R\$ 3,5 bilhões nas cadeias de produção de carne e de leite. Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP, 2.ed., 2019b. Disponível em: <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>.
- Bó GA, Baruselli PS, Moreno D, Cutaia L, Caccia M, Tribulo R, Tribulo H, Mapletoft RJ.** The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*, v.57, p.53-72, 2002.
- Bó GA, Cutaia L, Peres LC, Pincinato D, Maraña D, Baruselli PS.** Technologies for fixed-time artificial insemination and their influence on reproductive performance of *Bos indicus* cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl*, v.64, p.223-236, 2007.
- Caraviello DZ, Weigel KA, Fricke PM, Wiltbank MC, Florent MJ, Cook NB, Nordlund KV, Zwald NR, Rawson CL.** Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. *J Dairy Sci*, v.89, n.1, p.4723-35, 2006.
- Carvalho JBP, Carvalho NAT, Reis EL, Nichi M, Souza AH, Baruselli PS.** Effect of early luteolysis 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.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA).** Boletim do leite. São Paulo, Ano 25, n.286, abril, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/revista/pdf/0088418001555611860.pdf>.
- Elliff FM, Rezende RG, Carneiro TO, Barreto AENP, Reis EL, Consentini, CEC, Mingoti RD, Belli RS, Baruselli PS.** Effect of time of permanence (7 vs. 8) of different intravaginal progesterone devices (PRIMER® Multidose or Monodose) on conception rate of dairy cows. *Anim Reprod*, v.14, n.3, p.693, 2017. (Resumo)
- Food and Agriculture Organization (FAO).** Cenário da demanda por alimentos no Brasil, 2017. Rome: FAO, 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acesso em: 06/04/2019.
- Guerreiro BM, Freitas BG, Colli MHA, Rezende RG, Penteadó L, Gonçalves-Junior WA, Baruselli PS.** P4 serum concentration at the time of TAI in Nelore females treated with 50 vs. 100 mg of injectable P4 (short or long action) in the super precocious resynchronization protocol. *Anim Reprod*, v.15, n.3, p.317, 2018. (Resumo).
- Gonçalves-Junior WA, Colli MHA, Catussi BLC, Rezende RG, Andrea DL, Castro MW, Freitas BG, Guerreiro BM, Baruselli PS.** Effect of treatment with injectable progesterone at the onset of super precocious TAI resynchronization protocol on TAI pregnancy rates of Nelore heifers. *Anim Reprod*, v.15, n.3, p.337, 2018. (Resumo).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Efetivo do rebanho brasileiro, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2017>. Acesso em: 05/04/2019.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).** Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Efetivo do rebanho brasileiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>. Acesso em: 02/04/2019.
- Lamb GC, Mercadante VRG.** Synchronization and artificial insemination strategies in beef cattle. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, v.32, p.335-334, 2016.
- Lima FS, Vries ADE, Risco CA, Santos JEP, Thatcher WW.** Economic comparison of natural service and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. *J Dairy Sci*, v.93, p.4404-4413, 2010.
- Mantovani AP, Nichi M, Sá Filho MF, Ayres H, Vettorato LF, Bó GA.** Follicular growth and plasma progesterone patterns in *Bos indicus* x *Bos taurus* heifers submitted to different PGF2 $\alpha$  / progesterone-based synchronization protocols. *Anim Reprod*, v.7, p.91-96, 2010.
- Mantovani AP, Reis EL, Gacek F, Bó GA, Binelli M, Baruselli PS.** Prolonged use of a progesterone-releasing intravaginal device (CIDR®) for induction of persistent follicles in bovine embryo recipients. *Anim Reprod*, v.2, p.272-277, 2005.
- Mapletoft RJ, Bó GA, Baruselli PS, Menchaca A, Sartori R.** Evolution of knowledge on ovarian physiology and its contribution to the widespread application of reproductive biotechnologies in South American cattle. *Anim. Reprod*, v.15, (Suppl.1), p.1003-1014, 2018.
- Marques MO, Ribeiro Júnior M, Silva RCP, Sá Filho MF, Vieira LM, Baruselli PS.** Ressincronização em bovinos de corte. In: 5o Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada (SIRAA), 2012, Londrina, PR, Brazil. Londrina: UEL. p.82-92, 2012.
- Motta IG, Rocha CC, Bissinoto DZ, Arantes G, Junior A, Melo GD, Lafuente BS, Bastos MR, Kleber ML, Madureira EH, Pugliesi G.** A novel and safe strategy for resynchronization using estradiol 14 days after timed-AI in beef heifers. *Anim Reprod*, v.15, n.3, p.323, 2018. (Resumo).
- Nebel RL.** The key to a successful reproductive management program. *Advances in Dairy Technology*, v.15, p.1-16, 2003.
- Pugliesi G, Rezende RG, Da Silva JCB, Lopes E, Nishimura TK, Baruselli PS, Madureira EH, Binelli M.** Uso da ultrassonografia Doppler em programas de IATF e TETF em bovinos. *Rev Bras Reprod Anim*, v.41, n.1, p.140-150, 2017.
- Pursley JR, Mee MO, Wiltbank MC.** Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 $\alpha$  and GnRH. *Theriogenology*, v.44, p.915-923, 1995.



- Rezende RG; Freitas BG; Mingoti RD; Colli MHA; Carvalho JBP; Sá Filho MF; Motta JCL; Macedo GG; Baruselli PS.** Follicular dynamics of nelore cows submitted to resynchronization 14 days after tai using injectable p4 for synchronization of follicular wave. *Anim Reprod*, v.13, p.233, 2016. (Resumo).
- Rhodes FM, McDougall S, Burke CR, Verkerk GA and Macmillan KL.** Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. *J Dairy Sci*, 86, p.1876-1894, 2003.
- Rodgers JC, Bird SL, Larson JE, DiLorenzo N, Dahlen CR, DiCostanzo A, Lam GC.** An economic evaluation of estrous synchronization and timed artificial insemination in suckled beef cows. *J Anim Sci*, v.10, p.1297-1308, 2015.
- Sá Filho MF, Marques MO, Girotto R, Santos FA, Sala RV, Barbuio JP, Baruselli PS.** Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. *Theriogenology*, v.81, p.284-290, 2014.
- Sá Filho MF; Penteadó L; Reis EL; Reis TANPS; Galvão KN; Baruselli PS.** Timed artificial insemination early in the breeding season improves the reproductive performance of suckled beef cows. *Theriogenology*, v.79, n.4, p.625-632, 2013.
- Sá Filho OG, Meneghetti, M; Peres RFG, Lamb, GC; Vasconcelos, JLM.** Fixed-time artificial insemination with estradiol and progesterone for *Bos indicus* cows II: Strategies and factors affecting fertility. *Theriogenology*, v.72, p.210-218, 2009.
- Siqueira LG, Areas VS, Ghetti AM, Fonseca JF, Palhao MP, Fernandes CA, Viana JH.** Color Doppler flow imaging for the early detection of nonpregnant cattle at 20 days after timed artificial insemination. *J Dairy Sci*, v.96, p.6461-6472, 2013.
- Stevenson JS, Cartmill JA, Hensley BA, El-Zarkouny SZ.** Conception rates of dairy cows following early not-pregnant diagnosis by ultrasonography and subsequent treatments with shortened Ovsynch protocol. *Theriogenology*, v.60, p.475-483, 2003.
- Teixeira AA.** Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção. 2010, 60f. Dissertação (Mestrado). USP, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Reprodução, São Paulo, SP, 2010.
- Thibier M, Wagner HG.** World Statistics for artificial insemination in cattle. *Livest Prod Sci*, v.74, n.2, p.203-202, 2002.
- Vieira LM, Sá Filho MF, Pugliesi G, Guerreiro BM, Cristaldo MA, Batista EOS, Freitas BG, Carvalho FJ, Guimaraes LHC, Baruselli PS.** Resynchronization in dairy cows 13 days after TAI followed by pregnancy diagnosis based on corpus luteum vascularization by color doppler. *Anim Reprod*, v.11, p.378, 2014. (Resumo).
- Vishwanath R.** Artificial insemination: the state of the art. *Theriogenology*, v.59, p.571-584, 2003.
- Whittier WD, Currin JF, Schramm H, Holland S, Kasimanickam RK.** Fertility in Angus cross beef cows following 5-day CO-Synch + CIDR or 7-day CO-Synch + CIDR estrus synchronization and timed artificial insemination. *Theriogenology*, v.80, p.963-969, 2013.
-