

IATF em números: evolução e projeção futura

FTAI in numbers: evolution and future projection

Pietro Sampaio Baruselli^{1*}, Guilherme Felipe Ferreira dos Santos¹, Gabriel Armond Crepaldi¹,
Bruna Lima Chechin Catussi¹, Ana Carolina dos Santos Oliveira¹

¹Departamento de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia,
Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

Resumo

Estudos realizados pelo Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP) apontam que a IATF (inseminação artificial em tempo fixo) atingiu mais um recorde em 2021 e superou 26 milhões de procedimentos de sincronização. O mercado de IATF cresceu 25% entre 2020 e 2021 e representou 93% das inseminações efetuadas no Brasil. A tecnologia de IATF proporciona uma abordagem organizada e prática para o uso da inseminação artificial (IA), além de melhorar a eficiência reprodutiva, genética e produtiva dos rebanhos. Segundo dados da ASBIA (Associação Brasileira de Inseminação Artificial), em 2002 o mercado nacional de IA comercializou 7,1 milhões de doses de sêmen, para um rebanho estimado de 74,9 milhões de matrizes (vacas e novilhas; ANUALPEC). Em 2021, com rebanho semelhante de matrizes, o mercado atingiu 28,4 milhões de doses de sêmen comercializadas, com crescimento de 400% nesse período. Em 2002, apenas 5,8% das matrizes de leite e de corte do rebanho brasileiro eram inseminadas artificialmente. Em 2021, foram inseminadas 23,4% das fêmeas do total das matrizes do rebanho nacional. No início das avaliações (2002), 4,4 milhões de matrizes bovinas eram inseminadas artificialmente no Brasil, atingindo 17,5 milhões de matrizes em 2021. Entre 2002 e 2021, a taxa de crescimento anual composta (CAGR: Compound Annual Growth Rate) do número de protocolos de sincronização comercializados para IATF foi de 34,1%. Essas informações demonstram a significativa evolução da utilização da IA e a consolidação da tecnologia pelo setor produtivo.

Palavras-chave: Inseminação artificial, sincronização da ovulação, eficiência reprodutiva, retorno econômico, genética

Abstract

Studies carried out by the Department of Animal Reproduction of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo (FMVZ/USP) indicate that FTAI (fixed-time artificial insemination) reached another record in 2021 and exceeded 26 million synchronization protocols. The FTAI market grew increased 25% between 2020 and 2021 and represented 93% of all inseminations performed in Brazil. FTAI technology provides an organized and practical approach to the use of artificial insemination (AI), in addition to improving the reproductive, genetic and productive efficiency of herds. According to data from ASBIA (Brazilian Association of Artificial Insemination), in 2002 the national AI market sold 7.1 million doses of semen to an estimated herd of 74.9 million females (cows and heifers; ANUALPEC). In 2021, with a similar number of females, the market reached 28.4 million doses of semen sold, with growth of 400% in this period. In 2002, only 5.8% of dairy and beef females in the Brazilian herd were artificially inseminated. In 2021, 23.4% of the females of the total number of females in the national herd were inseminated (4 times growth). At the beginning of the evaluations (2002), 4.4 million females were artificially inseminated in Brazil, reaching 17.5 million cows and heifers in 2021. Between 2002 and 2021, the Compound Annual Growth Rate (CAGR) of the number of synchronization protocols marketed was 34.1%. This information demonstrates the significant evolution of the use of AI and the consolidation of FTAI technology by the productive sector.

Keywords: Artificial insemination, synchronization of ovulation, reproductive efficiency, economics return, genetics

*Correspondência: barusell@usp.br

Recebido: 5 de maio de 2022

Aceito: 17 de maio de 2022

Introdução

A inseminação artificial (IA) é a biotecnologia reprodutiva mais utilizada no mundo e sua aplicação traz grandes benefícios aos rebanhos quando comparada ao uso da monta natural (Lima et al., 2010; Lamb e Mercadante, 2016; Baruselli et al. al., 2018). A IA está disponível como tecnologia para os produtores há mais de 70 anos, principalmente na pecuária leiteira.

Estima-se que de 20 a 22% das matrizes bovinas de leite e de corte são inseminadas artificialmente ao redor do mundo (Thibier, Wagner; 2002). A aplicação da IA nos rebanhos pode variar conforme a atividade principal da propriedade rural (produção de carne ou produção de leite). Parish & Riley (2011) relataram que apenas 6% dos produtores de gado de corte nos EUA usavam IA e/ou inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em seus rebanhos durante a estação reprodutiva. Segundo estudo realizado no oeste do Canadá pelo *Beef Cattle Research Council* (BCRC, 2019), a adoção da IA em 2019 chegou a 18%, enquanto a IATF foi utilizada por apenas 11% dos produtores pesquisados. O Uruguai possui aproximadamente 3 milhões de fêmeas em reprodução e foram realizadas 300.000 IATF, demonstrando que cerca de 10% das matrizes foram inseminadas por IATF no ano de 2017 (Mapletoft et al., 2018).

Em estudo realizado nos últimos 5 anos no sudeste Europeu (Şen et al, 2021), especificamente na Turquia, aproximadamente 26,5 milhões de doses de doses de sêmen foram importadas, o que representa média de 0,70 doses por vaca ordenhada. Nesse estudo os autores reforçam a contribuição da IA para o aumento da produtividade do rebanho local, com redução significativa dos níveis de consanguinidade das vacas holandesas.

Na Índia, o *National Dairy Development Board* (NDDB, 2019) analisaram os dados disponíveis nos hospitais veterinários e centros de IA e concluíram que, entre 2013 e 2014, foram registradas 58.839.000 IA por ano. Esses dados foram significativamente superiores entre 2017 a 2018, quando foram registrados 70.062.000 de IA, o que representa aumento no período de 24,2%.

Nos últimos anos inúmeros estudos realizaram análises dos aspectos bioeconômicos, sociais e operacionais dos programas de IA em bovinos. Em países com pecuária estabelecida, como no Brasil, na Argentina e no Uruguai, a utilização da IA, associada a protocolos de sincronização, apresenta inúmeras vantagens relacionadas ao aumento da produtividade e do retorno econômico (Baruselli et al., 2012; Mapletoft et al., 2018). Ainda, dados de pesquisas realizadas em países em desenvolvimento, como a Tanzânia (Mwaipopo e Mbaga, 2022), Paquistão (Rana et al, 2021), Ruanda (Rugwiro et al., 2021), Nigéria (Kubkomawa et al., 2017), Etiópia (Belete e Mulugueta, 2021; Berhe al., 2020; Sisay et al., 2017), Malásia (Abdullah et al., 2018), Camboja (Tep et al., 2020), Indonésia (Sonjaya et al., 2021) e Filipinas (Ybañez et al., 2017) também apontam para os impactos positivos dos programas de IA para o melhoramento genético e produtivos dos rebanhos dos pequenos produtores.

O objetivo dessa revisão é de apresentar, analisar e discutir os dados de evolução do mercado da IA e da IATF no Brasil nos últimos 20 anos, e criar projeção futura da utilização dessas tecnologias.

Base de cálculo para estimar o número de IATF realizada no Brasil

O Departamento de Reprodução Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP) elabora, desde 2002, estudo para avaliar o desenvolvimento do mercado de protocolos de sincronização para o emprego da inseminação IATF em bovinos (Baruselli et al., 2021). Esses dados são comparados com as informações divulgadas pela ASBIA (Associação Brasileira de Inseminação Artificial), quanto ao número de doses de sêmen comercializadas (INDEX ASBIA), buscando estimar a evolução da IATF associada ao mercado de venda de sêmen no Brasil.

As informações são disponibilizadas anualmente pela indústria de produtos farmacêuticos veterinários que comercializam protocolos de sincronização para IATF. Para o cálculo do número de protocolos de IATF, considerou-se o número de dispositivos de progesterona comercializados, e respectivas reutilizações. Subtraiu-se desse número a quantidade de protocolos para sincronização de receptoras para transferência de embrião em tempo fixo (TETF).

Base de cálculo para o número de doses de sêmen comercializadas no Brasil

Para o cálculo do número de doses de sêmen comercializadas no Brasil (estimativa para o número de inseminações realizadas por ano) foi utilizado o INDEX ASBIA (Elaboração: Cepea – Esalq/USP) com correção para 100% do mercado. Para o ano de 2021, foi considerado que o INDEX ASBIA representou 98% do mercado de sêmen no Brasil. O número de doses de sêmen comercializadas no mercado interno (cliente final, menos doses exportadas, mais prestação de serviços, mais ajuste para

100% do mercado) foi de 28.378.992, crescimento de 20% na comparação com 2020 (23.670.906 doses).

Considerações sobre o mercado de IATF

Em 2021 foram comercializados 26.480.025 protocolos, comparados aos 21.255.375 em 2020. Estima-se, portanto, um crescimento de 24,6% do mercado de IATF em relação ao ano anterior (2020 vs. 2021). Esses dados são indicativos de que 93,3% das inseminações no Brasil em 2021 foram realizadas por IATF, e confirma a consolidação desta tecnologia no mercado de inseminação artificial. Os dados com a evolução do mercado, desde 2002, estão apresentados no Figura 1.

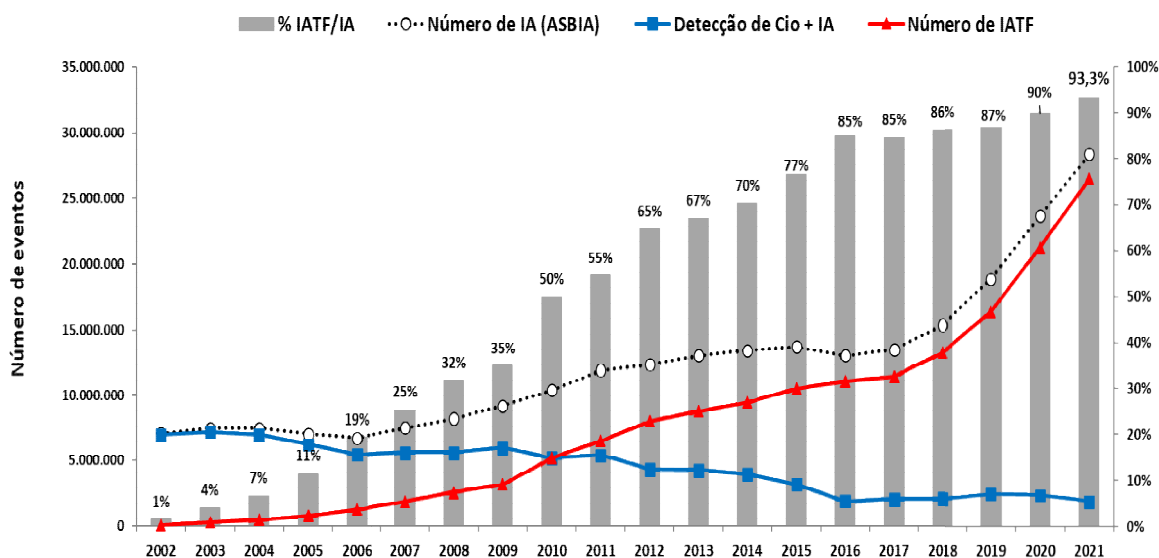


Figura 1. Número de inseminações artificiais efetuadas (IA; número doses de sêmen comercializado levando em consideração o Index ASBIA de 2002 a 2021, corrigido para 100% do mercado), número de IATF realizadas (informações disponibilizadas pela indústria de produtos farmacêuticos veterinários) e proporção de IATF em relação ao número de inseminações efetuadas no Brasil de 2002 a 2021. OBS: Em 2021, 93,3% das inseminações em bovinos foram realizadas por IATF e 6,7% por detecção de cio.

Crescimento anual da IATF de 2002 a 2021

Nos últimos 20 anos, houve significativo crescimento do emprego da IATF pelos produtores, com taxa de crescimento anual composta (CAGR: *Compound Annual Growth Rate*) do número de protocolos de sincronização comercializados para IATF de 34,1%. Nesse mesmo período, o CAGR para venda de doses de sêmen no Brasil foi de 7,6%. Na figura 2 estão apresentadas as taxas anuais individualizadas de crescimento da IATF entre os anos de 2002 e 2021. Nos primeiros anos de avaliação (2002 a 2006) foram verificadas expressivas taxas de crescimento (> 50% de taxa anual de crescimento). Contudo, em números absolutos o número de procedimentos não foi tão expressivo pois, essa elevada expansão de mercado foi associada ao reduzido número de procedimentos de IATF realizados no Brasil nesse período (em 2002 foram comercializados apenas 100.000 protocolos para IATF). Após 2007, quando o mercado atingiu 2 milhões de procedimentos ao ano, as taxas anuais de crescimento apresentaram redução, porém o número absoluto foi expressivo. O menor CAGR foi em 2017 (3% de crescimento em relação ao ano anterior), período no qual também houve estagnação no crescimento do número de inseminações totais. Entretanto, a partir de 2018 o mercado de IATF se recuperou com forte crescimento, apresentando taxas acima de 15% ao ano, mesmo tendo atingido expressivo número de procedimentos (em 2018 o mercado superou 13 milhões de protocolos de IATF comercializados).

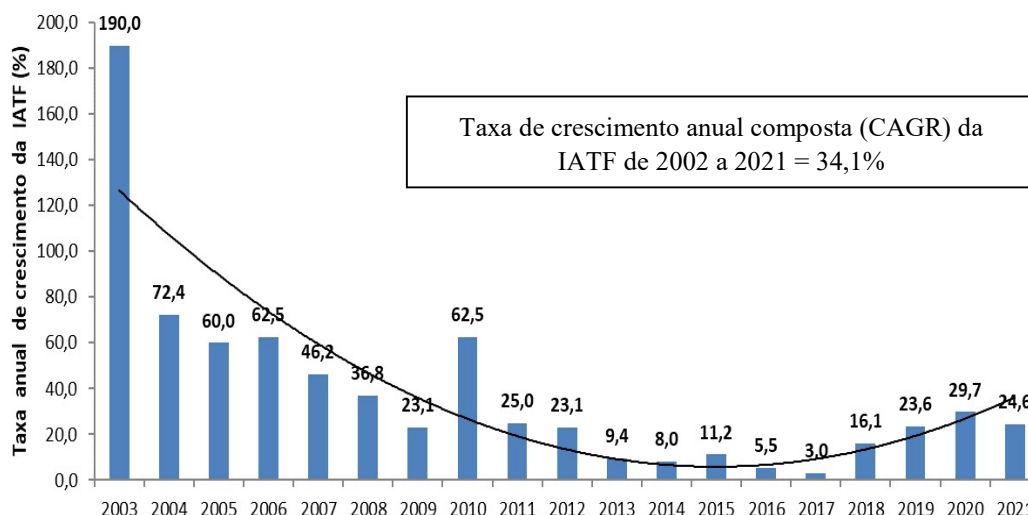


Figura 2. Taxa anual de crescimento (%) da IATF (considerando o ano anterior como referência) no período de 2002 a 2021. OBS: O número de IATF realizadas no Brasil foi calculado com informações disponibilizadas pela indústria de produtos farmacêuticos veterinários.

O impacto econômico da IATF no Brasil

No ano de 2021, calcula-se que a IATF gerou consideráveis ganhos para a cadeia de produção de corte e de leite brasileira. Estima-se que a atividade conta com 7.566 veterinários especialistas em reprodução animal atuando nas fazendas (considerando 3.500 IATF por profissional; Baruselli, 2022). Os dados de evolução da quantidade de especialistas que prestam serviço no setor de IATF estão apresentados na figura 3. Com base nesses dados, calcula-se que a IATF movimentou R\$ 1,7 bilhões para a sua execução no Brasil. A prestação de serviço médico veterinário corresponde a 32% do valor para execução da IATF (R\$529,6 milhões), considerando o custo de R\$20 por animal sincronizado. As empresas de venda de sêmen e fármacos representam 68% (R\$ 1,1 bilhões) do valor total, considerando 26,5 milhões de IATF efetuadas no ano a preço médio de R\$23 para os fármacos de sincronização e R\$20 para dose de sêmen.

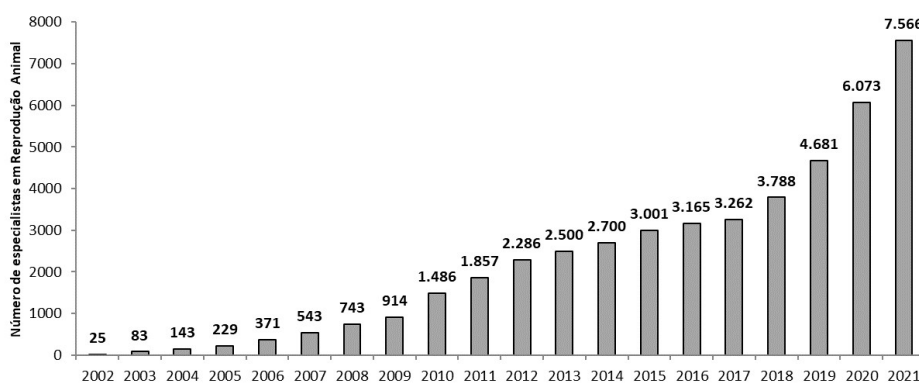


Figura 3. Número de profissionais (especialistas em reprodução animal) que prestam serviços de IATF no Brasil.

Percentual de fêmeas inseminadas artificialmente no Brasil

Para análise do percentual de fêmeas inseminadas no Brasil foram utilizadas informações disponibilizadas pela Associação Brasileira de Inseminação Artificial – ASBIA (INDEX ASBIA) que apresentam anualmente o número de doses de sêmen comercializadas no mercado nacional, as quais foram comparadas com os dados de evolução do rebanho publicados pelo ANUALPEC no período de

2002 a 2021. Realizou-se ajuste do número de doses de sêmen divulgadas pela ASBIA para 100% das doses comercializadas por ano no Brasil (o INDEX ASBIA representa de 90 a 98% do mercado de sêmen, dependendo do ano analisado). Para o cálculo do número de fêmeas em idade reprodutiva (novilhas com mais de 24 meses e vacas) presentes no rebanho brasileiro, foi utilizada informação divulgada anualmente pela base de dados do ANUALPEC. O número de fêmeas de leite e de corte também foi calculado levando em consideração informações presentes na base e dados do ANUALPEC. Estimou-se 1,4 doses de sêmen utilizada por fêmea de corte em idade reprodutiva e 2,4 doses de sêmen para fêmeas de leite em idade reprodutiva. Para o cálculo do percentual de IA do rebanho brasileiro (corte e leite), foi utilizada a estimativa de 1,6 doses de sêmen por fêmea em idade reprodutiva.

Segundo os últimos dados divulgados pela ASBIA (INDEX CEPEA/ASBIA 2021) foram comercializadas 28,7 milhões de doses de sêmen, número 21% superior em relação ao ano anterior. Ao comparar os dados de 2021 com os obtidos em 2002, o crescimento foi de 410%. Essas informações comprovam que a inseminação artificial tem sido incorporada de forma crescente ao longo das últimas duas décadas no rebanho bovino brasileiro.

É importante destacar que o crescimento expressivo da inseminação artificial no Brasil se deu concomitantemente à adoção de protocolos de sincronização para IATF. Em 2002, quando o rebanho de novilhas e vacas era estimado em 74.913.441, apenas 5,9% das matrizes de leite e de corte eram inseminadas artificialmente, enquanto que em 2021, com 74.904.457 de fêmeas em idade reprodutiva, a porcentagem de animais submetidos à IA foi de 23,4% (ASBIA, 2021). Nesse contexto, o Brasil alcançou a média mundial de fêmeas inseminadas que é de 20 a 22% (Thibier, Wagner; 2002). No início das avaliações realizadas pelo estudo (2002), eram inseminadas 4.412.371 de matrizes bovinas. Em 2021, atingiu-se a marca de 17.517.896, o que contribuiu para elevar a quantidade e a qualidade de carne e de leite produzida pelo rebanho brasileiro.

O emprego da inseminação artificial no Brasil, conforme a atividade de produção pecuária (corte ou leite), diverge do que é observado em outros países que também apresentam vocação pecuária. Frequentemente se observa que maior proporção de matrizes de leite recebe IA quando comparada com matrizes de corte (Zuidema et al., 2021). No Brasil, verificou-se nos últimos 20 anos que a IA foi aplicada em maior porcentagem nos rebanhos de corte quando comparado ao de leite (Figuras 4, 5 e 6). Os dados de 2021 apontam para taxas de IA de 25,9% para matrizes de corte (Figura 5) e de 12,0% para matrizes de leite (Figura 6).

Ainda, os estudos do Departamento de Reprodução Animal da FMVZ/USP apontam que o emprego da IA nos rebanhos com aptidão para corte avançou de 5,9% em 2002 para 26% em 2021 (Figura 5). Em 2002 foram inseminadas 3.394.001 de matrizes e no último ano foram 14.498.440. Quanto ao rebanho leiteiro, observou-se aumento da porcentagem de fêmeas inseminadas de 2002 (5,3%) a 2013 (12,7%; Baruselli, 2020). Em 2002 foram submetidas a IA 998.517 matrizes de 18.728.360 fêmeas em idade reprodutiva e em 2013, 2.484.966 de 19.584.423 (crescimento de 250%; Baruselli, 2020). Todavia, verificou-se queda a partir de 2014, chegando a 9,0% em 2016 (1.712.526 fêmeas inseminadas de 18.978.129 matrizes). A partir de 2017, nota-se recuperação do percentual de matrizes de inseminadas, chegando a 11,9% em 2021, somando 2.261.571 de fêmeas inseminadas de um rebanho de 18.826.341 de matrizes.

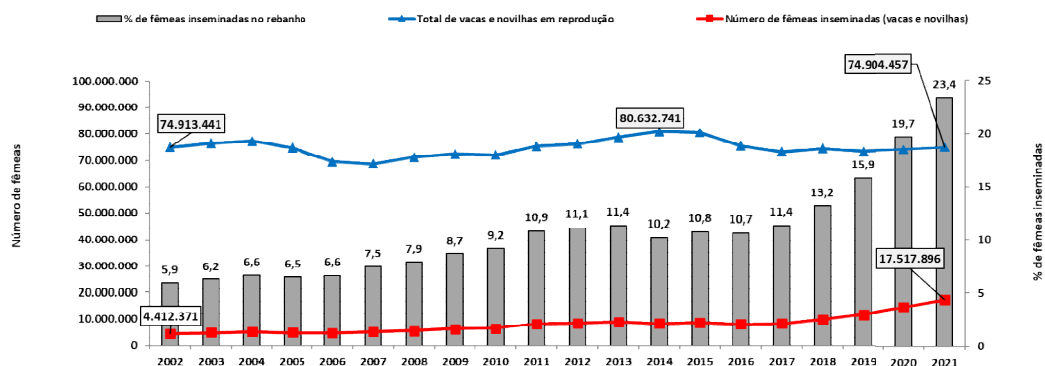


Figura 4. Número e percentual de fêmeas bovinas inseminadas (CORTE E LEITE) de acordo com a quantidade de doses de sêmen comercializadas (dados ASBIA) e de novilhas e vacas (dados ANUALPEC) presentes no rebanho bovino brasileiro de 2002 a 2021.

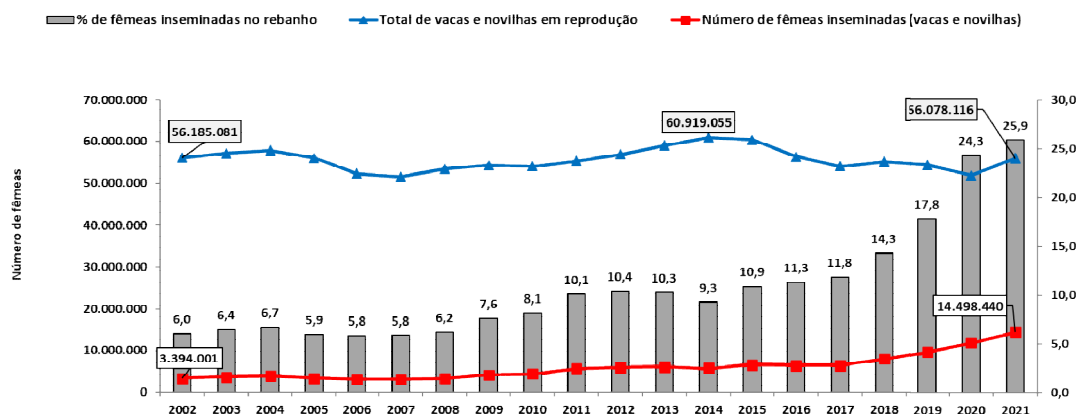


Figura 5. Número e percentual de fêmeas bovinas de CORTE inseminadas de acordo com a quantidade de doses de sêmen comercializadas (dados ASBIA) e de novilhas e vacas (dados ANUALPEC) presentes no rebanho bovino brasileiro de 2002 a 2021.

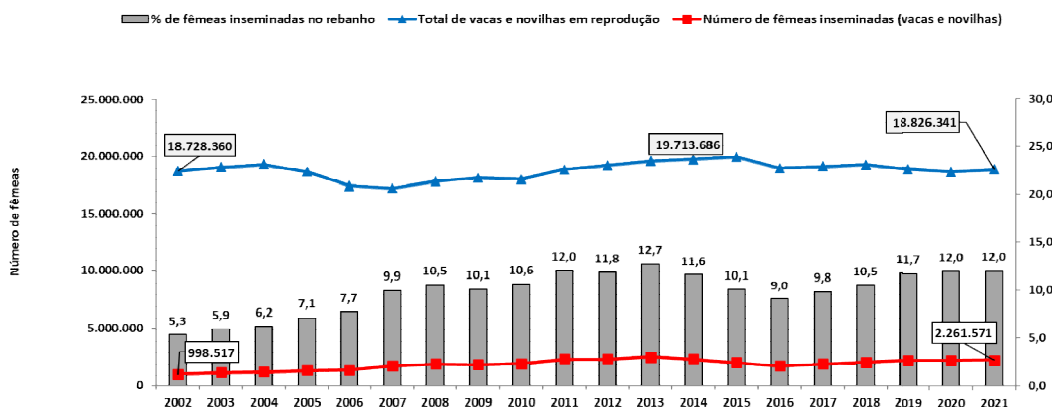


Figura 6. Número e percentual de fêmeas bovinas de LEITE inseminadas de acordo com a quantidade de doses de sêmen comercializadas (dados ASBIA) e de novilhas (> 24 meses) e vacas (dados ANUALPEC) presentes no rebanho bovino brasileiro de 2002 a 2021.

Projeções futuras da inseminação artificial

Com anos de desenvolvimento e estudo no mundo todo, os programas de reprodução assistida que utilizam a IATF atingiram um estágio satisfatório de evolução tecnológica. As pesquisas realizadas buscaram facilitar o manejo reprodutivo dos programas de inseminação artificial e melhorar os índices zootécnicos e produtivos nas fazendas comerciais. Depois de vários anos de crescimento do número de matrizes inseminadas, o Brasil alcançou a média mundial (20 a 22% de taxa de inseminação; Thibier, Wagner; 2002). Estima-se perspectivas positivas de crescimento para os próximos anos devido aos resultados positivos da IATF no retorno produtivo e econômico das propriedades de leite e de corte. Considerando os dados de mercado no ano de 2021 e estabelecendo um cenário com taxa anual de crescimento de 5% para doses de sêmen comercializadas e de 5,5% para IATF, estima-se que o percentual de matrizes inseminadas passe dos atuais 23% para 37% nos próximos 10 anos. Com essa expectativa na taxa de crescimento, o mercado de sêmen passaria de 28,4 milhões de doses de sêmen comercializadas em 2021 para 45,2 milhões de doses em 2031. Além disso, a proporção de IATF em relação ao número de inseminações realizadas passaria de 93,3% para 97,8% (Figura 4). Essas projeções dependem do mercado futuro e estão sujeitas a alterações conforme a evolução do mercado. Com a crescente demanda projetada, a quantidade necessária de médicos veterinários especializados em reprodução de bovinos passaria dos atuais 7.500 para 12.900 (considerando 3.500 IATF por profissional). 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.

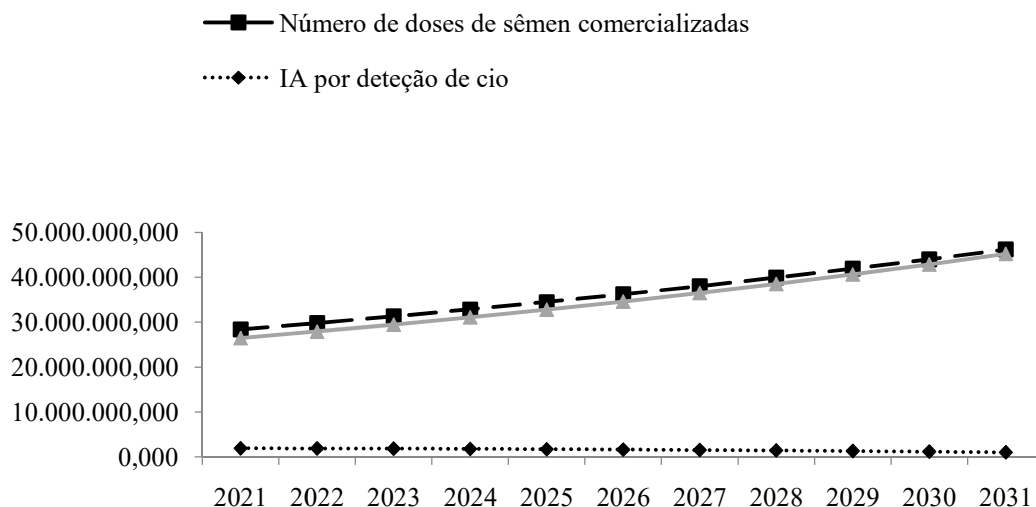


Figura 7. Perspectiva de crescimento do número de doses de sêmen comercializadas e de IATF de 2021 a 2031. Considerou-se para este cálculo taxa de crescimento anual de 5% para doses de sêmen comercializadas e de 5,5% para IATF.

Considerações finais

Os avanços científicos alcançados com tecnologia da IATF nas últimas duas décadas impulsionaram a inseminação artificial no Brasil, fazendo com que o país alcançasse a média mundial de matrizes bovinas inseminadas. Diante desse cenário, a disseminação de material genético de animais de alto valor zootécnico favorece a produtividade do rebanho e proporciona maior retorno econômico para a cadeia produtiva. Além disso, o crescimento da IATF tem movimentado o mercado favorecendo a indústria de produtos veterinários e aumentando a demanda de mão de obra especializada na área de reprodução de bovinos.

Referências

- Abdullah FA, Sharun MS.** Level of technology acceptance on Assisted Reproductive *Technology* (ART) among ruminant farmers in Kelantan, Malaysia. *JTRSS*, v.6, n.2, p.77-9, 2018. Disponível em: <http://journal.umk.edu.my/index.php/jtrss/article/view/566>. Acesso em 07/05/2022
- Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC).** Rebanho bovino brasileiro. São Paulo: FNP, 2021.
- Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA).** Index ASBIA Mercado, 2021. Disponível em: <http://www.asbia.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Index-Asbia-2021-M%C3%ADdia-3.pdf>. Acesso em: 05/05/2022.
- 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.** Evolução da inseminação artificial em fêmeas bovinas de corte e de leite no Brasil. *Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP*, 4ª ed., 2020. Disponível em: <http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>. Acesso em: 05/05/2022.
- Baruselli PS.** IATF bate mais um recorde e supera 26 milhões de procedimentos em 2021. *Boletim Eletrônico do Departamento de Reprodução Animal/FMVZ/USP*, 6ª ed., 2022. Acesso <<http://vra.fmvz.usp.br/boletim-eletronico-vra/>
- Baruselli PS, Sales JNS, Sala RV, Vieira LM, Sá Filho, MF.** History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Animal Reproduction*, v.9 Issue 3, p.139-152, 2012.
- Baruselli PS, Souza AH, Sá Filho MF, Marques MO, Sales JNS.** Genetic market in cattle (Bull, AI, FTAI, MOET and IVP): financial payback based on reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil. *Animal Reproduction*, 15 (3), 247-255, 2018.
- BCRC,** Beef Cattle Research Council, 2019. Adoption rates of recommended practices by cow-calf

- operators in Canada. Disponível: em <http://www.beefresearch.ca>, Acesso em 06/05/2022.
- Belete A, Mulugeta A.** Challenges and Opportunities on Estrus Synchronization and Mass Artificial Insemination in Dairy Cows for Smallholders in Ethiopia, *International Journal of Zoology*, v.1, p.6, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9914095>
- Berhe A, Muluken G, Jemal Y.** Adoption of artificial insemination service for cattle crossbreeding by smallholder farmers in Laelay-Maichew district, Tigray, Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics* v.12, n.2, p.104-112, 2020.
- Kubkomawa HI, Abubakar SN, Adamu MS.** Reproductive Performance of Zebu Cattle Following Artificial Insemination (AI) in Adamawa State, North-Eastern Nigeria. *International Journal of Animal Research*, v.1, p.2, 2017. doi:10.28933/ijar-2017-09-2101
- Lamb GC, Mercadante VRG.** Synchronization and artificial insemination strategies in beef cattle. *Vet Clin North Am Food Anim Pract*, 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.
- Mwaipopo LC, Mbagha SH.** Efficiency of Artificial Insemination (AI) Technology in Different dairy Herd Management Systems in the Southern Highland Zone (SHZ) of Tanzania. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, v.4, n.2, p.11-18, 2022. <https://doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.2.458>.
- 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. *Animal Reproduction*, v.15 (Supplement 1), p.1003-1014, 2018.
- Parish JA & Riley JM** Economic comparisons of artificial insemination vs. natural mating for beef cattle herds, n.2486, 2011, Disponível em: https://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/p2486_1.pdf. Acesso em 06 de maio, 2022.
- Rana H, Iftikhar M, Wattoo M, Bilal M.** Farmers' perceptions regarding artificial insemination services in Punjab, Pakistan. *International Journal of Agricultural Extension*, v.9, n.2, p.163-170, 2021. <https://doi.org/10.33687/ijae.009.02.3539>
- Rugwiro P, Manirahaba E, Tuyishimire A, Abijuru J C, Nizeyimana B, Habumugisha D, Nyabinwa P.** Assessment of challenges associated with artificial insemination service delivery in dairy cattle in Rwanda. *International Journal of Veterinary Sciences and Animal Husbandry*, v. 6, n.3, p.45-57, 2021. Disponível em: <https://www.veterinarypaper.com/pdf/2021/vol6issue3/PartA/6-4-4-178.pdf>. Acesso em 07/05/2022.
- Şen AÖ, Cedden F, Ushakov A,** Impacts of Artificial Insemination on Holstein Cattle Population in Turkey, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*, v.937, 2021.
- Sisay W, Tamene D, Worku G, Kidanu D, Getahun B, Ibrahim N.** (). Evaluation of Artificial Insemination Efficiency in and Around Ejere District, Western Shoa Zone, Ethiopia, *Journal of Reproduction and Infertility*, v.8, n.3, p.66-71, 2017. DOI: 10.5829/idosi.jri.2017.66.71.
- Tep B, Morita Y, Matsuyama S, Ohkura S, Inoue N, Tsukamura H, Uenoyama Y, Pheng V.** Seasonal changes in the reproductive performance in local cows receiving artificial insemination in the Pursat province of Cambodia. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, v.33, n.12, p.1922-1929, 2020. <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0893>
- Thibier M, Wagner HG.** World Statistics for artificial insemination in cattle. *Livestock Production Science*, v.74, n.2, p.203-2012, 2002.
- Ybañez AP, Ybañez RH, Caindec MO, Mani LV, Abela JV, Nuñez ES, Royo JT, Lopez IF.** Profile and artificial insemination practices of technicians and the artificial insemination success rates in Leyte, Samar, and Biliran, Philippines. *Veterinary world*, v.10, n.2, p.181-186, 2017. <https://doi.org/10.14202/vetworld.181-186>, 2017.
- Zuidema D, Kerns K, Sutovsky P.** An Exploration of Current and Perspective Semen Analysis and Sperm Selection for Livestock Artificial Insemination. *Animals* 2021, 11, 3563. <https://doi.org/10.3390/ani11123563>