

## **TECNOLOGIAS REPRODUTIVAS E INOVAÇÕES GENÉTICAS ASSOCIADAS AO AUMENTO DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA DO GADO DE LEITE.**

**Rafael Herrera Alvarez**

Med. Vet e Zoot., Dr., PqC do Polo Regional Centro Sul-DDD/APTA/SAA

[rherrera@apta.sp.gov.br](mailto:rherrera@apta.sp.gov.br)

A produção mundial de leite teve uma evolução considerável nos últimos 50 anos, passando de 313 milhões de toneladas em 1961 para algo em torno de 620 milhões de toneladas em 2012 (FAO, 2014). No mesmo período, a produção de leite no Brasil aumentou de 5 para 32 milhões de toneladas, tornando o país o quarto maior produtor de leite do mundo, com 5,2% da produção mundial, cuja liderança pertence aos EUA com 14,6% (FAO, 2014).

O grande avanço da indústria do leite ao longo da sua história foi consequência da incorporação de inovações tecnológicas que resultaram em avanços significativos no sistema de produção como um todo, de forma que atualmente a cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes do agronegócio brasileiro, pois movimenta anualmente cerca de US\$10 bilhões, empregando 3 milhões de pessoas, das quais acima de 1 milhão são produtores rurais (IBGE, 2008).

A seguir, serão descritas, cronologicamente, as principais tecnologias reprodutivas e de avaliação genética, que contribuíram para tornar a indústria do leite mais eficiente e competitiva. Parte do presente texto foi inspirado e adaptado de artigos divulgados pelos Departamentos de extensão da Texas A&M University (Carpenter & Sprott, 2008) e pelo Dairy Cattle Reproduction Council (DCRC, 2010 e 2011).

**Uso da palpação retal para o diagnóstico de prenhez.** A incorporação da palpação retal para exame do trato genital, feita pelos veterinários no início de 1800, permitiu identificar a condição gestacional dos animais (prenhes ou vazias), sem ficar restritos à detecção visual do retorno ao cio. Essa prática facilitou a tomada de decisões sobre o descarte ou eventual tratamento de vacas vazias, não observadas em cio.

**Estabelecimento das associações fenotípicas para o melhoramento genético dos rebanhos leiteiros.** No período de 1905-1920 foram implementadas as primeiras associações destinadas ao melhoramento genético dos rebanhos. Com as informações individuais dos animais, os produtores foram capazes de selecionar as melhores fêmeas dentro do rebanho e, ao mesmo tempo, utilizando esses dados, elaborar médias de desempenho dos rebanhos.

**Oferta de tourinhos com potencial mérito genético.** Nos anos 1918-1930 estimulou-se a difusão de touros jovens, alugados aos produtores para servir como genitores de grandes grupos de fêmeas, o que resultou em progresso genético dos rebanhos devido a uma maior intensidade de seleção de animais com genética superior.

**Disponibilidade das primeiras avaliações nacionais de touros.** A partir de 1936 começou a ser documentada, individualmente, a capacidade de transmissão genética do touro para seus descendentes, comparando o desempenho das mães com suas filhas.

**Inseminação artificial (IA).** Em 1938 torna-se disponível a tecnologia de IA para os rebanhos bovinos. As primeiras IAs foram realizadas com sêmen fresco, inseminando fêmeas no cio. No entanto, limitações na conservação da viabilidade do sêmen fresco impediram sua efetiva implementação nos primeiros anos.

**Conservação do sêmen congelado.** Em 1950, o avanço na tecnologia de congelação do sêmen tornou possível a conservação dos espermatozoides durante longos períodos de tempo e possibilitou o transporte da genética dos reprodutores ao redor do mundo. Isso resultou em um aumento exponencial do uso da IA: em dez anos (1970 a 1980) o número de vacas inseminadas nos EUA passou de 7 para 14 milhões. O impacto no Brasil foi mais lento, porém significativo. No mesmo período o número de IAs passou de 150 mil para 1,5 milhões.

Foi, contudo, nas décadas de 80 e 90 o maior crescimento da IA no país (aproximadamente 230%). Atualmente, o Brasil comercializa aproximadamente 13,1 milhões de doses de sêmen congelado, das quais cerca de 5,3 milhões são oriundas de touros de raças leiteiras (Asbia, 2014).

**Transferência de embriões (TE).** No início dos anos 1970 tornou-se disponível a tecnologia de TE. Veterinários usam a TE como forma de multiplicar a genética de vacas elite, utilizando como receptoras de embrião animais geneticamente inferiores. Isso acelera o

progresso genético e permite que os genes de vacas excepcionais sejam disseminados nos rebanhos em menor intervalo de tempo.

Atualmente, o Brasil é o principal e maior usuário mundial da tecnologia de TE utilizando embriões fecundados *in vitro*. Estima-se que em 2013 foram transferidos no país 53.247 embriões de raças leiteiras, dos quais 45.742 foram fecundados *in vitro* (Perry, 2014).

**Uso de sistemas de monitoramento da atividade motora.** Ainda nos anos 1970 foram implementados sistemas de monitoramento para medir a atividade motora dos animais. Sensores eletrônicos são colocados no calcanhar ou no pescoço de cada vaca e a atividade é registrada no computador no decorrer do dia. A atividade motora é correlacionada com a reprodução e saúde animal. Alterações da atividade motora, fora da normalidade, alertam o responsável do rebanho para tomar ações específicas, como inseminar ou separar o animal para o veterinário realizar um exame clínico mais completo.

**Diagnóstico clínico por meio da ultrassonografia.** Com a introdução do ultrassom, em meados dos anos 1980, os veterinários tiveram à sua disposição uma nova ferramenta para diagnosticar a condição gestacional das vacas de forma mais precoce e precisa que a palpação retal. Adicionalmente, o uso dessa tecnologia possibilitou a identificação do sexo do bezerro, a presença de gêmeos e o diagnóstico de determinadas patologias uterinas. Com base nesse diagnóstico, as vacas podem ser manejadas e tratadas de forma adequada (Figura 1).



**Figura 1:** Veterinário realizando exame ginecológico, com auxílio da ultrassonografia (foto do autor)

**Elaboração dos primeiros protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF).**

Os primeiros protocolos para IATF foram criados na década de 1980, apoiados em estudos de fisiologia reprodutiva e da dinâmica ovariana. Estes estudos iniciais lançaram as bases para o desenvolvimento de protocolos de sincronização mais eficientes na década de 1990. Acredita-se que, nos últimos cinco anos, o uso da tecnologia de IATF foi a responsável direta pelo aumento do emprego da IA em mais de 5 milhões de animais (leite e corte) no Brasil.

**Inclusão de características genéticas para melhorar a fertilidade.** No período 1990-2000 tornaram-se disponíveis novas informações sobre os fatores associados com o declínio na fertilidade do rebanho. Características como escore de células somáticas (1993), vida produtiva (1994) e taxa de prenhez das filhas (2003) foram incluídas nos programas de seleção dos touros e permitiram aos produtores de leite selecionar touros mais adequados para suas necessidades.

**Introdução de dispositivos de liberação lenta de progesterona.** Em 2002 foi liberado no mercado americano o emprego de progesterona em programas de sincronização do cio em novilhas leiteiras, o que deu impulso ao uso de dispositivos, vaginais e auriculares, de liberação lenta de progesterona. Dos diferentes dispositivos existentes para esse propósito, o dispositivo intravaginal CIDR (*Controlled Internal Drug Release*), em forma de T, com um núcleo de nylon com revestimento de silicone impregnado com progesterona, rapidamente se popularizou.

A progesterona presente no dispositivo inserido no interior da vagina impede as fêmeas de entrarem em cio. Quando o dispositivo é removido, há uma queda nos níveis de progesterona no sangue e a fêmea entra no cio. No Brasil, surgiram inovações do CIDR a um preço mais competitivo, o que viabilizou seu emprego por um maior número de produtores. Esta nova ferramenta permitiu aos produtores de leite programar a reprodução e tornar mais eficiente o processo produtivo.

**Testes imunológicos de prenhez para gado leiteiro.** Em 2004 tornou-se disponível uma nova ferramenta para ajudar os produtores a diagnosticar precocemente a gestação das vacas. Esses testes identificam proteínas específicas que estão presentes no sangue apenas durante a gestação.

O chamado teste BioPRYN<sup>®</sup> é um teste qualitativo (sim/não) enzimático (ELISA) que detecta a presença de uma proteína conhecida como proteína específica da prenhez (PSPB) no sangue da mãe.

A PSPB é produzida pelas células do trofoblasto embrionário ou placenta fetal onde entra no sangue da mãe pelas carúnculas uterinas. A PSPB pode ser detectada com precisão tão cedo quanto 30 dias após a inseminação. Isto permite a resincronização das fêmeas diagnosticadas vazias. Nos EUA, o custo do teste é de US \$ 2,25 por amostra, mais os insumos para coleta de sangue e transporte.

**Sêmen sexado.** A partir de 2003, as empresas de IA começaram a oferecer sêmen sexado pelo método de citometria de fluxo. O processo consiste em separar os espermatozoides que carregam o cromossomo X ou Y. O uso do sêmen constituído de espermatozoides portadores do cromossomo X aumenta as chances de nascimento de fêmeas. O sêmen sexado foi rapidamente incorporado nos programas reprodutivos do gado leiteiro e contribuiu substancialmente para o aumento da população de novilhas. Mais informações sobre a tecnologia do sêmen sexado podem ser encontradas no site desta revista (Alvarez, 2012).

**Avaliações genômicas.** A partir de 2009 tornaram-se oficiais as avaliações genômicas. O uso da informação genômica em avaliações genéticas trouxe uma mudança revolucionária na seleção de gado leiteiro. As avaliações genômicas aumentam a precisão das avaliações genéticas e têm o potencial de aumentar rapidamente a taxa de melhoramento genético em muitas características.

Seu uso é especialmente eficaz quando existe informação limitada, como com fêmeas e touros jovens, bem como com características de menor herdabilidade. O sequenciamento do genoma bovino, em 2004, estimulou um esforço mundial para utilizar as informações básicas sobre o código genético para melhorar a forma de estimar os valores genéticos de vacas e touros.

O genoma bovino é composto de cerca de 25.000-30.000 genes úteis. Na seleção genômica, os pesquisadores procuram marcadores ou polimorfismos de nucleotídeo único (SNPs). Um SNP é um lugar em um cromossomo onde a sequência de DNA pode variar entre os indivíduos.

Os SNPs são particularmente úteis quando ocorrem num gene ou perto de um gene que contribui para uma característica importante. Como a maioria das características são controladas por muitos genes, o processo é complexo.

O desenvolvimento de um chip de computador de genotipagem, chamado de teste Illumina de 50K, foi capaz de identificar mais de 50.000 SNPs no genoma e constituiu um verdadeiro progresso nas avaliações genômicas.

Embora o teste 50K continue a ser utilizado na criação de gado de elite e na triagem de touros jovens que entram em coleta de sêmen para IA, o desenvolvimento de um teste mais simples e mais barato, chamado de teste 3K, que identifica cerca de 3.000 SNPs cuidadosamente escolhidos, permite aos criadores de gado fazer uso dos testes genômicos numa base mais ampla.

Desde que pelo menos um genitor tenha sido testado com o teste 50K, o teste 3K pode ser utilizado apenas com uma pequena perda de precisão, devido à utilização de um método chamado de imputação, que utiliza o conhecimento do genoma parental nos cálculos. Recentemente, a precisão do teste 3K foi aumentada com a adição de mais SNPs, sendo agora chamado de teste 6K.

### **Considerações finais**

A história por trás das tecnologias destinadas a otimizar a reprodução atesta o dinamismo inovador e criativo dos agentes acadêmicos e científicos envolvidos com a indústria do gado leiteiro e promete um futuro ainda mais impactante, sustentada nas seguintes premissas:

- **A inovação começa a partir do entendimento básico.** Por centenas de anos, os agricultores, pesquisadores e a indústria de gado de leite trabalharam para resolver grandes questões da fisiologia reprodutiva e comportamental da vaca leiteira. Este conhecimento básico está na origem dos avanços tecnológicos, e mostrou que quanto mais sabemos sobre a vaca leiteira, mais podemos proporcionar-lhe um manejo adequado para o sucesso reprodutivo.
- **As novas tecnologias devem continuar a atender à demanda da indústria do gado leiteiro.** O desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias tornaram a produção de leite uma indústria altamente eficiente. O desafio é continuar a desenvolver soluções para

resolver problemas específicos, bem como melhorar os processos de produção. Por exemplo, a seleção genômica deverá ampliar e melhorar os programas de seleção tradicionais de testes de progênie, uma vez que essa tecnologia possibilita identificar animais com características de baixa herdabilidade, tais como as reprodutivas, resistência a doenças e composição do leite.

## Referências

ALVAREZ, R.H. Dez perguntas e respostas sobre o sêmen sexado dos bovinos. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 58, 2012.

ASBIA. **Importação, exportação e comercialização de sêmen** 2013. Disponível em:

<http://www.asbia.org.br/novo/upload/mercado/index2013.pdf> Acesso em 10/02/2015.

CARPENTER, B.B.; SPROTT, L.R. **Determining Pregnancy in Cattle**. AgriLife Communications, The Texas A&M System Extension (2008). Disponível em: <http://animalscience-old.tamu.edu/beef-skillathon/pdf/beef-determining-pregnancy.pdf>  
Acesso em 10/02/2015.

DCRC (2010). **Where Innovation and Imagination Meet. A Historical Perspective of Dairy Cattle Reproduction**. Disponível em:

[http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Historical%20Perspective%20on%20Reproduction\\_r%201-12-12.pdf](http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Historical%20Perspective%20on%20Reproduction_r%201-12-12.pdf) Acesso em 10/02/2015.

DCRC (2011). **New genomic tools open door for commercial dairy operations**. <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Genomic%20Application%20Across%20the%20Dairy%20Industry.pdf> Acesso em 10/02/2015.

FAO, 2014. Disponível em: [http://www.dairyco.org.uk/resources-library/market-information/supply-production/world-milk-production/#.UsaOr\\_YonUM](http://www.dairyco.org.uk/resources-library/market-information/supply-production/world-milk-production/#.UsaOr_YonUM) Acesso em 10/02/2015.

IBGE. **Censo Agropecuário, 2008.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=23&i=P&c=932>. Acesso em 10/02/2015.

PERRY, G. Statistics of Embryo Collection and Transfer in Domestic Farm Animals. **Embryo Transfer Newsletter** v.32, n.4, 14-26, 2014.