

# 9

## SEGURANÇA ALIMENTAR, SUSTENTABILIDADE E PRODUÇÃO DE PROTEÍNA DE ORIGEM ANIMAL

---

Cleber Oliveira Soares<sup>1</sup>  
Grácia Maria Soares Rosinha<sup>2</sup>

### 9.1 Características gerais

As instituições de ciência e tecnologia (CT&I) têm sido protagonistas no processo evolutivo da pecuária nos trópicos. Seja em termos da alimentação animal, no uso de suplemento mineral, na orientação zootécnica, no manejo ou uso de insumos sanitários (vacinas, kits de diagnósticos, programas de controle e prevenção de doenças), no uso de programa de melhoramento genético, na evolução do rebanho (diferenças esperadas de progênie, edição de genomas, clonagem animal), passando pelo conceito de carne de qualidade, por sistemas de ILPF, até a pecuária de precisão, uso de aplicativos telefonia móvel e o processo Carne Carbono Neutro, hoje, em cada fazenda, em cada bife, em cada copo de leite consumido no Brasil, no mundo tropical e no mundo do importador de alimento, há muita tecnologia brasileira (SOARES, 2014).

São inúmeros, os avanços e as contribuições da pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) em produção animal nos últimos 40 anos, no Brasil. Soluções tecnológicas foram geradas e desenvolvidas por meio de produtos, processos, serviços e novas tecnologias para as principais cadeias: da avicultura de corte e de postura, da suinocultura, da ovinocultura, da caprinocultura de corte e de leite e

---

<sup>1</sup> Pesquisador e Diretor Executivo de Inovação e Tecnologia da Embrapa.  
<sup>2</sup> Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte

da bovinocultura de corte e de leite. Na pecuária bovina, destacam-se as soluções relacionadas às pastagens – como o desenvolvimento de cultivares para sustentação e otimização da produção de carne e leite a pasto, vantagem competitiva em termos de produção de alimento de qualidade; à nutrição – como a suplementação mineral e soluções voltadas a sanar os problemas relacionados às deficiências minerais de bovinos; à sanidade – como o programa de vermifugação estratégica, o controle estratégico de endo e ectoparasitos, vacinas contra hemoparasitos, bacterioses, viroses e outras enfermidades que acometem o rebanho brasileiro; e à genética e melhoramento animal – como os programas de melhoramento genético de bovinos de corte, e de bovinos de leite; o desenvolvimento dos sumários de touros, programas de avaliação de touros jovens, aplicações de diferenças esperadas de progênie (DEPs) e outras tecnologias.

Todos esses temas relacionados foram desenvolvidos e estão em desenvolvimento no país, contribuíram e tiveram impacto decisivo para o sucesso da produção de carne e de leite no Brasil e no mundo tropical. São exemplos: o desenvolvimento de cultivares forrageiros – mais de 92%, da área de pastagem cultivada no Brasil e no mundo tropical são de cultivares desenvolvidas dentro do país; a nutrição animal – o manejo nutricional do sistema de produção de bovinos no Brasil passa pela suplementação mineral; a sanidade animal – as ferramentas de diagnóstico, as recomendações técnicas, os protocolos estratégicos amplamente utilizados têm tecnologias 100% brasileira.

A “tropicalização” das raças bovinas no Brasil contribuiu para o desenvolvimento da pecuária nacional. As raças zebuínas compõem a base da pecuária e muito têm evoluído a partir dos cruzamentos com as raças taurinas. Essas suportam a vantagem competitiva da nossa produção. Hoje o país se orgulha de ter a melhor genética e rebanho zebuínos do mundo e um dos melhores rebanhos de taurinos, fruto da sinergia dos atores das cadeias produtivas pecuárias e do dinamismo da sinergia entre a ciência e as cadeias produtivas.

As diferentes raças (Nelore, Angus, Brangus, Guzerá, Hereford, Senepol, Holandesa, Gir, Girolanda, entre outras) têm se destacado na pecuária brasileira em qualidade genética e incrementos de produtividade e lucratividade. Hoje, a genética bovina brasileira não é só sinônimo de qualidade e produtividade, mas também de sucesso nos investimentos. Se o Brasil é um expoente em genética animal é porque vale a pena investir em ciência e tecnologia. É com orgulho que se diz que em todo bife, em cada copo de leite, ou seus derivados consumidos no Brasil e parte do mundo tropical, tem ciência e tecnologia *brasils*.

A biotecnologia tem contribuído sobremaneira para o incremento de produtividade animal no Brasil, seja por meio do uso crescente de biotécnicas de reprodução animal (inseminação artificial, inseminação artificial em tempo

fixo, sexagem, manipulação e transferência de embriões, clonagem de animais etc.), pela evolução do uso de painéis de marcadores moleculares para fenótipos produtivos em bovinos de corte e de leite, pelo uso de formulações de enzimas e microrganismos que melhoram a eficiência digestiva de ruminantes e monogástricos, ou pelo uso de seleção genômica associada à aplicação de DEP (diferença esperada na progênie) genômica, o que acelera a evolução e o melhoramento genético dos rebanhos.

Muitas ferramentas associadas à biotecnologia estão em uso no país, até mesmo a edição precisa de genes para expressão de caracteres de interesse produtivo e econômico. Em bovinos, estima-se que 7% do rebanho brasileiro (14,5 milhões de animais) utilizam biotécnicas reprodutivas e ferramentas biotecnológicas. Isto revela que embora haja aplicação dessas tecnologias, há grande espaço e potencial para incrementar a produção de proteína de origem animal do Brasil por meio dessas inovações (CICARNE, 2016)

## 9.2 Sanidade animal e doenças transmitidas por alimentos

A segurança alimentar, a higidez sanitária dos rebanhos, a segurança e a defesa das cadeias produtivas, a biossegurança dos alimentos e o risco de bioterrorismo vêm se tornando questões de ordem global. Ao mesmo tempo em que o desenvolvimento e a intensificação dos manejos sanitário, reprodutivo e nutricional de animais, com a utilização de programas de melhoramento genético, melhoria dos processos zootécnicos, e geração de insumos mais eficientes contribuem para o aumento da produção, da qualidade e da segurança dos alimentos e alimentar dos brasileiros.

Um dos principais desafios para a segurança alimentar é a medicina veterinária preventiva com ações sobre patógenos de alto risco biológico, especialmente aqueles de fácil dispersão, e os exóticos. Ademais, a busca por métodos de diagnóstico *ante-mortem*, o desenvolvimento de insumos para prevenção, vigilância, controle e tratamento de enfermidades têm um papel fundamental na segurança alimentar e no controle da disseminação de doenças produtivas de risco biológico ou que constituem barreiras sanitárias. Nesse contexto, a biologia avançada, tanto por meio da biotecnologia, quanto da nanotecnologia e da bioinformática têm avançado muito no Brasil, com contribuições efetivas.

Técnicas de biologia avançada têm sido rotineiramente utilizadas para desenvolvimento de insumos e ferramentas aplicadas à sanidade animal. Patógenos causadores de importantes doenças para as cadeias produtivas como vírus (febre

aftosa, influenza suína, influenza aviária, diarreia viral bovina, peste suína etc.), bactérias (brucelose, tuberculose, mormo equino, linfadenite caseosa, clostridioses etc.), parasitas (babesioses, theilerioses, verminoses, tripanossomoses etc.) têm sido diagnosticados, controlados e prevenidos utilizando-se as mais modernas abordagens de ciências portadoras de futuro. Novos genes, proteínas e outros insumos biológicos (enzimas, carboidratos, glicoproteínas, aminoácidos, quimeras etc.) desses e outros patógenos estratégicos têm sido usados para diagnósticos e vacinas. Como exemplo, para tuberculose animal já se encontram disponíveis insumos biotecnológicos para diagnóstico rápido, preciso e em massa, utilizando-se proteínas quiméricas recombinantes, para brucelose vacinas marcadoras mutantes derivadas de *knockout* gênico, vacinas com proteínas recombinantes e de subunidades para outros patógenos de suínos, aves, caprinos e ovinos, entre outros animais (MELO et al., 2015; VIALE et al., 2016).

Uma grande contribuição do auxílio dessas tecnologias é o mapeamento da resistência e susceptibilidade animal às encefalopatias espongiformes transmissíveis, doenças de grande impacto para a economia dos países produtores de proteína de origem animal e que muito preocupam a segurança alimentar mundial, especialmente a scrapie em ovinos e caprinos e a encefalopatia espongiforme bovina (EEB) em bovinos de corte e de leite. Essa ferramenta auxilia não só à seleção genética como a programas de melhoramento, análises de risco epidemiológico e de prevenção e controle de doenças (GALVÃO et al., 2012; GONÇALVES et al., 2016). O mapeamento é um grande exemplo de como a biotecnologia e a inovação têm contribuído para garantir a segurança alimentar e nutricional no Brasil. Com essas aplicações, o país apresenta risco insignificante para EEB junto à Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2016), o que garante nutrição, saúde, segurança e alimento de qualidade para a população brasileira e para a exportação.

Quanto à segurança alimentar, a carne, o leite e seus derivados estão entre os alimentos mais importantes na dieta da população e têm importância estratégica para a economia do Brasil, que é um grande produtor de proteína animal e o maior exportador de carne do mundo (ABIEC, 2016). Esses alimentos são considerados um dos principais responsáveis pela veiculação de patógenos ao homem, ocasionando as chamadas doenças transmitidas por alimentos (DTAs). No Brasil, para uma população de mais de 200 milhões de habitantes, de 2007 a 2016, foram notificados 6.632 surtos de DTAs, com 118.104 doentes e 109 óbitos. Desses surtos, a grande maioria foi causada por bactérias, das quais a *Salmonella* sp. foi o principal agente responsável, seguido de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (BRASIL, 2016).

A *Salmonella* sp. é um dos microrganismos patogênicos de maior relevância na carne, ovos e derivados sendo sua presença indicativa de risco ao consumidor. De acordo com a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos, o *Salmo-*

*nella* ser. *Typhimurium* é o sorovar mais frequentemente associado ao consumo de carne de aves, suínos e bovinos contaminados (EFSA, 2006). Da mesma forma, a *E. coli* O157 verotoxigênica tem sido associada no mundo com surtos graves e é amplamente reconhecida como um importante patógeno ameaçador desde a década de 1980 (DUFFY et al., 2006). *Escherichia coli* O157 é uma das principais bactérias responsáveis pela contaminação da carne e do leite, que pode ser potencialmente transferida do intestino do animal, do couro, da pele ou plumagem durante o abate. No entanto, os casos de contaminação dessas bactérias em alimentos de origem animal no Brasil são pouco relevantes em relação ao tamanho, à complexidade e à produtividade das cadeias produtivas animais no país.

Para ruminantes, principalmente na produção de carne e leite, a preocupação mundial são as Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis (EETs). Doenças raras, causadas por *prions*, neurodegenerativas fatais e com longos períodos de incubação, que acometem pessoas e animais domésticos e silvestres. Entre as EETs, a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) é a mais importante, por ser considerada uma zoonose. Com o diagnóstico da EEB em vários países da Europa e na América do Norte, e a hipótese de relação entre essa doença de bovídeos e a doença de Creutzfeld-Jacob (CJD), como uma nova variante de distúrbio similar em seres humanos, a biossegurança na cadeia produtiva bovina tornou-se o foco das atenções tanto dos consumidores quanto da indústria da carne no mundo.

Dos dois tipos de EEB, a ocorrência da EEB clássica não tem ligação com sexo ou idade dos animais, ocorre entre três e sete anos e tem relação direta com a ingestão de proteína animal contaminada com outras proteínas mutadas, sem tratamento específico para desnaturá-la. Enquanto que a doença atípica ou espontânea ocorre sem a ingestão de proteínas de origem de ruminantes, não tem relação com sexo, a maioria dos casos ocorre em animais maiores de oito anos e não se pode descartar haver relação com a susceptibilidade genética. A despeito do registro e da ocorrência de EEB no mundo e nas Américas, os riscos dessa grave enfermidade no Brasil são desprezíveis.

Os sistemas de produção de carne e leite brasileiros caracterizam-se pela dependência quase que exclusiva de pastagens, resultando em vantagem comparativa por viabilizar custos de produção relativamente baixos e em vantagem competitiva por produzir uma “pecuária verde”, produto seguro, de qualidade e altamente desejado pelo mercado consumidor. Além disso, independentemente do grau de intensificação dos sistemas de produção, todos estão sob o controle da defesa e da vigilância sanitária oficial, sob a coordenação nacional do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ou pelas Agências Estaduais de Defesa e Vigilância Sanitária (ANVISA). Além disso, à medida que aumenta a intensificação dos sistemas, é crescente a utilização de assistência veterinária no controle sanitário do rebanho.

Assim, o país explora o potencial da produtividade pecuária sobre pastagens garantindo a higidez sanitária e a prevenção de EETs nos rebanhos brasileiros. Graças a esses fatores produtivos e técnicos, o Brasil vem sendo classificado pela OIE, a Organização Mundial de Sanidade Animal, como país com risco insignificante para EEB (OIE, 2016).

### 9.3 Produção animal e sustentabilidade

É previsível que apenas com a adoção de tecnologias seja possível promover saltos na produção, na qualidade e na segurança alimentar no Brasil e no mundo. Como exemplo, com adoção de tecnologia e inovação já disponíveis é possível aumentar a produção de carne bovina no Brasil dos atuais 9,5 milhões de toneladas para 24,2 milhões de toneladas, sem aumentar em um hectare sequer a área ocupada por pastagens.

O Brasil tem uma forma singular de fazer pecuária. Evoluímos muito de 1970 para cá e estamos trabalhando para o aprimoramento de nossos ganhos em produtividade agrícola e pecuária. Em 40 anos, a produtividade nacional média de carne (peso vivo) aumentou de 65 kg/ha/ano para 115 kg/ha/ano em sistemas extensivos. Sob sistemas integrados de lavoura-pecuária-floresta se produz hoje 900 kg/ha/ano; enquanto em sistema de alta lotação, também a pasto, chega-se a 2.500 kg/ha/ano e, sob pastagem irrigada, pode-se alcançar 4.500 kg/ha/ano.

Estamos explorando o potencial da produtividade pecuária sobre pastagens, mesmo porque temos no Brasil uma vantagem competitiva na produção de proteína animal a pasto, não só pelo menor custo de produção, mas, especialmente, pela garantia de higidez sanitária e prevenção da encefalopatia espongiforme transmissível, também chamada doença da vaca-louca, entre outros fatores positivos da produção de carne e leite sobre pastagens tropicais.

É evidente que há ainda um espaço grande para crescer com a intensificação da produção pecuária. E isso tem sido conseguido com tecnologias associadas, principalmente, à alimentação e manejo, à sanidade, e à genética animal, pilares essenciais para a eficiência produtiva. A produtividade explicou a maior parte do crescimento da agricultura brasileira. O efeito poupa-terra resultante dos ganhos de produtividade, nas lavouras e na pecuária, superou 600 milhões de hectares nas últimas quatro décadas, a maior parte devido ao crescimento de produtividade da nossa pecuária.

O setor agropecuário em todo o mundo tem como missão primordial produzir alimentos, fibras e energia de forma sustentável, sem impactar os biomas, primando pela conservação dos recursos biológicos e naturais. A ONU convoca o Brasil e o Cone Sul a responder por 40% da demanda de alimentos para os

próximos anos. O aumento da produtividade é uma das alternativas para o incremento do suprimento mundial, especialmente de alimentos, sem a necessidade de abertura e uso de novas áreas. Essa é a tônica da chamada Agricultura Tropical Sustentável. Com esse enfoque, o Brasil, por meio de instituições públicas e privadas, desenvolveu tecnologias para a produção de carne e leite a pasto, os sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta (ILPF), a pecuária sustentável, o moderno conceito “Carne Carbono Neutro”, entre outras tecnologias sustentáveis.

A utilização desses sistemas é bastante inovadora no setor agropecuário brasileiro: uma realidade que, duas décadas atrás, pensava-se ser muito difícil, para não dizer impossível, de alcançarmos. Hoje, tornou-se um dos pilares, não só para o incremento de produtividade, pelo efeito poupa/otimiza terra, de agregação de valor aos produtos, mas, sobretudo, para mitigar a emissão de gases de efeito estufa (GEEs). É, sem dúvida, uma das mais robustas tecnologias para o futuro sustentável da agropecuária nos trópicos. O bem-estar animal é outra realidade na pecuária brasileira. Ele contribui para a exploração e atendimento de mercados consumidores mais exigentes, interessados em carne e leite produzidos sobre pastagens (*grass-fedbeef*, *grass-fedmilk*), para os quais é condição *sine qua non* tornar tangível (a qualidade final do produto) o intangível (bem-estar).

Neste contexto, destaque tem sido dado aos sistemas de produção multifuncionais, como ILPF, que, além de possibilitarem a recuperação de áreas e pastagens degradadas, com baixa produtividade, proporcionam benefícios diretos e indiretos aos animais, como o fornecimento de sombra e melhoria das condições microclimáticas e ambientais. Tais aspectos incidem positivamente no bem-estar dos animais e passa a ser também sinônimo de produto final diferenciado. Segundo o tipo de árvore (nativa ou exótica) e o arranjo utilizado (linha simples, dupla ou tripla) tem-se a diminuição de 2°C a 8°C na temperatura ambiente dos sistemas ILPF, em relação a pastagens sem árvores. Como resultado direto do conforto térmico oferecido, melhoram-se os índices produtivos e reprodutivos (KARVATTE JUNIOR et al., 2016).

Tecnologias que envolvem bem-estar animal, qualidade da carne e de leite, conservação do solo e da água, mitigação da emissão de GEEs, sequestro de carbono, e prestação de serviços ambientais em áreas com pastagens são realidades brasileiras. A pecuária brasileira é verde. E temos plenas condições de atender as principais demandas globais de sustentabilidade. Com esse enfoque foi desenvolvido o conceito produtivo “Carne Carbono Neutro”, ou CCN, respaldado por parâmetros técnicos que subsidiam sua aplicação e uso na cadeia produtiva da carne bovina, representado por um selo alusivo, no âmbito do sistema de produção (ALVES et al., 2015).

Esse conceito contribui para a implementação de sistemas de produção pecuários sustentáveis, especialmente quanto ao aspecto ambiental, com a intro-

dução do componente florestal, capaz de neutralizar o metano emitido pelo rebanho, de forma a agregar valor à carne e aos produtos gerados nesses sistemas. O CCN visa, também, difundir a importância estratégica da sustentabilidade nas cadeias produtivas associadas (carne, grãos e silvicultura), fomentar o uso de sistemas em integração e, por consequência, otimizar o uso dos insumos e fatores de produção, com efeitos positivos. O selo “Carne Carbono Neutro” é uma marca-conceito que atesta a carne bovina que tiver seus volumes de emissão de GEEs neutralizados durante o processo de produção, pela presença de árvores em sistemas de integração do tipo silvipastoreio (pecuária-floresta) ou agrossilvipastoreio (lavoura-pecuária-floresta), por meio de processos produtivos parametrizados, auditados e certificados (Figura 1).

Figura 1. Selo Carne Carbono Neutro



(Versões em português e em inglês)

Fonte: EMBRAPA.

Para utilizar e receber o selo “Carne Carbono Neutro”, o produto final (carne e seus derivados) deve atender aos pré-requisitos e parâmetros inerentes ao conceito:

- i) compromisso de adoção de implantação de projeto de sistema de ILPF, com base no Plano Agricultura de Baixo Carbono (ABC) – o sistema deve partir de um sistema de produção com base em pastagens estabelecidas com forrageiras herbáceas (*baseline*);
- ii) avaliação técnica da emissão de carbono, com base nos índices zootécnicos da propriedade, considerando a emissão de GEEs por animal indicada no Inventory of IPCC (2006) ou na Rede de pesquisa PECUS, da Embrapa (*baseline*);
- iii) cálculo do carbono fixado a partir de inventários florestais regulares (anuais), será calculado o estoque de carbono fixado nas árvores do sistema;

- iv) cálculo da neutralização das emissões, a partir da avaliação técnica da emissão de carbono e do cálculo do carbono fixado no fuste de árvores plantadas em sistema de ILPF e
- v) os produtos provenientes do componente florestal devem garantir que o estoque de carbono neles contido e contabilizado como GEEs neutralizados continue estocado por período estabelecido em legislação.

O processo produtivo é auditável e certificável e a concessão de uso da marca-conceito CCN é regulamentada pela Embrapa.

Tecnologias como essas são realidades nos sistemas produtivos pecuários brasileiros. Elas compõem a pecuária verde, uma nova revolução na forma de produzir carne, leite e derivados sustentáveis nos trópicos e de contribuir para o ciclo virtuoso do carbono.

#### 9.4 Impactos sobre a mudança de hábito alimentar

A pressão pela produção sustentável e otimizada de alimentos, associada aos novos padrões regulatórios dos países importadores, e a demanda crescente por proteína de origem animal impõem ao Brasil o desafio para incrementar a produção de carne, leite e seus derivados. Os produtos de origem animal são, além de fonte de proteína de alta qualidade nutricional, ricos em vitaminas, minerais, aminoácidos essenciais proteínogênicos, bem como aminoácidos antioxidantes e peptídeos, em altas concentrações e de fácil biodisponibilidade (WU et al., 2016).

Há uma expectativa, para o horizonte de 2050, de 72% do consumo de proteína de origem animal (carne, leite e derivados) ocorrer em países em desenvolvimento, contra os 58% atuais. Essa projeção tem como suporte a expectativa na melhoria de qualidade de vida e renda da população, especialmente na Ásia, América Latina e parte da África, e pelo fato de o consumo de carne e leite estar associado ao poder aquisitivo do consumidor.

Por outro lado, enquanto há países com consideráveis índices de consumo *per capita*, disponibilidade de produção e oferta de carne e leite, ou renda, que favorecem esse consumo, hoje ainda é necessário alimentar quase 1 bilhão de famintos e reduzir 25 mil óbitos diários decorrentes da fome no mundo.

Mesmo com o crescimento de novos hábitos alimentares como o vegetarianismo, o veganismo e ainda o consumo de proteína animal “produzida” em laboratório (ex. carne artificial), faltam estudos precisos da participação desses estilos alimentares na população mundial. Estima-se que, no Brasil, cerca de 8% da população afirma ser adepta ao estilo vegetariano. O índice de adeptos é maior

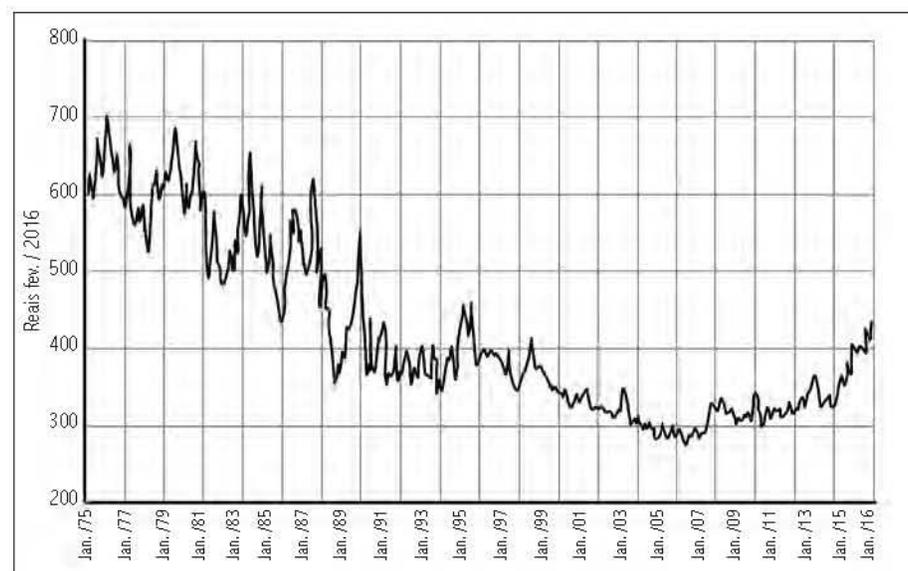
entre as pessoas de 65 a 75 anos (10%). Já entre os jovens de 20 a 24 anos, o percentual é de 7%.

Quanto à produção e ao consumo de carne artificial – produzida sobre sucessivos cultivos *in vitro* de monocamadas de células-tronco que se diferenciam em células musculares – a técnica ainda não está amplamente dominada e disseminada, há fatores éticos, legais, culturais, religiosos e econômicos a serem atendidos ou superados. Da mesma forma, mesmo para os substitutos do leite animal, já disponíveis no mercado, esses são, na sua maioria, formulações para dietas específicas ou especializadas, não substituindo o espaço de crescimento vertiginoso para o consumo de leite e seus derivados.

Sendo assim, embora tenham surgido novas alternativas às proteínas de origem animal, é premente e urgente atender a demanda global por carne, leite e seus derivados – fato que, para o Brasil, é uma vantagem competitiva, dado o potencial de intensificação sustentável de seus sistemas de produção de ruminantes, e, para o mundo, é uma realidade a desnutrição por falta desse alimento básico.

Há que considerar como um dos principais resultados positivos para o consumidor resultantes dos investimentos em PD&I, foi a acentuada redução nos preços reais da cesta básica de alimentação no período 1975-2016, na capital de São Paulo (Figura 2).

Figura 2. Preços reais\* da cesta básica, São Paulo - SP, jan. 1975 a jan. 2016.



Fonte: EMBRAPA, 2017.

\* Valores corrigidos pelo IGP-DI-FGV para 2016.

## 9.5 Perspectivas

O ano de 2003 foi determinante para que um único evento sanitário nos Estados Unidos da América (registro do mal-da-vaca-louca) contribuísse para o início da nova dinâmica do mercado global de carnes. Graças à pecuária sustentável, à ciência tropical, aos produtores e à muita tecnologia e conhecimentos disponíveis aqui, o Brasil decolou para a liderança desse exigente mercado.

As Instituições de CT&I têm desempenhado um papel chave para o desenvolvimento das cadeias produtivas da pecuária. Para alcançar os patamares atuais de importância e impacto do Brasil como maior exportador e segundo maior produtor de carne bovina e maior produtor e exportador de carne de frango no mundo, as instituições de ciência e tecnologia (ICT) têm contribuído de forma decisiva por meio da geração, adaptação e transferência de conhecimentos e tecnologias relacionadas a pastagens; genética, nutrição e sanidade animal; sistemas integrados de produção; tecnologia da informação e comunicação; entre outros temas.

O tripé genética-alimentação-saúde, base da produção animal sustentável nos trópicos, tem muito da contribuição de resultados, tecnologias e impactos gerados no próprio país. As estimativas de impactos acumulados desses grupos de tecnologias são imensas. Da mesma forma, a segurança do sistema de produção do alimento, sua higidez sanitária e a qualidade nutricional superior é outro fator decisivo para garantir a segurança alimentar e nutricional no Brasil e no mundo. As tecnologias portadoras de futuro especialmente àquelas relacionadas a biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias da informação e comunicação, biologia sintética e outras ferramentas, bem como o desenvolvimento de cultivares, linhagens e materiais genéticos vegetais superiores e com qualidade nutricional diferenciada, como os alimentos fortificados e o nutraceuticos, são futuros previsíveis para as cadeias produtivas.

A inovação agropecuária projeta o Brasil para uma posição de destaque em ciência e tecnologia de ponta, em condições de igualdade com o que há de melhor no mundo. Pode-se assegurar que a produção pecuária é antes, dentro e fora da porteira, suportada por bases científicas sólidas. Devemos ter orgulho da contribuição da C&T para a evolução das cadeias produtivas pecuárias e para a produção de proteínas de origem animal, por meio de soluções e resultados relevantes e que impactam positivamente a sociedade brasileira, o mundo tropical e os consumidores de alimentos. Embora, ainda existam vastas áreas com pastagens degradadas, pesquisas apontam soluções que já estão sendo utilizadas, como, por exemplo, os sistemas de produção animal integrando lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

## 9.6 Conclusões

Resumidamente, as principais oportunidades e desafios para ações de PD&I, em genética e melhoramento animal incluem:

- a) Em relação à segurança alimentar, um dos principais desafios é a medicina veterinária preventiva com ações sobre patógenos de alto risco biológico, especialmente aqueles de fácil dispersão e os exóticos. A busca por métodos de diagnóstico *ante-mortem*, o desenvolvimento de insumos para prevenção, vigilância, controle e tratamento de enfermidades tem um papel fundamental na segurança alimentar e no controle da disseminação de doenças produtivas, de risco biológico ou que constituam barreiras sanitárias.
- b) Para ruminantes, principalmente na produção de carne e leite, a preocupação mundial reside nas Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis (EETs), doenças raras, causadas por prions, neurodegenerativas fatais e com longo período de incubação, que acometem o homem e os animais domésticos e silvestres. Entre as EETs, a Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB) é a mais importante, por ser considerada uma zoonose. Com o diagnóstico da EEB em vários países da Europa e na América do Norte, e a hipótese de relação entre esta doença de bovídeos e a doença de Creutzfeldt-Jacob (CJD), como uma nova variante de distúrbio similar em seres humanos, a biossegurança na cadeia produtiva bovina tornou-se o foco das atenções, tanto dos consumidores, quanto da indústria da carne no mundo.
- c) A pressão pela produção sustentável e otimizada de alimentos, associada aos novos padrões regulatórios dos países importadores, e a demanda crescente por proteína de origem animal impõem o desafio para incrementar a produção de carne, leite e seus derivados de forma sustentável, inclusive para os pequenos produtores.
- d) A despeito do surgimento de novos hábitos alimentares como o vegetarianismo e o veganismo e do consumo de proteína animal “produzida” em laboratório (exemplo: carne artificial<sup>2</sup>) faltam estudos precisos da participação desses estilos alimentares na população mundial.
- e) Quanto à produção e o consumo de carne artificial – produzida sobre sucessivos cultivos *in vitro* de monocamadas de células-tronco que se diferenciam em células musculares – a técnica ainda não está amplamente

<sup>2</sup> <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/125740-cientistas-criam-carne-artificial-laboratorio-usando-celulas-animais.htm>. Acesso em 16 ago. 2018.

dominada e disseminada e há fatores éticos, legais, culturais, religiosos e econômicos a serem atendidos ou superados. Mesmo os substitutos do leite animal, já disponíveis no mercado, são, na sua maioria, formulações para dietas específicas ou especializadas, não substituindo o espaço de crescimento vertiginoso para o consumo de leite e seus derivados.

## Referências bibliográficas

- ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Exportações Brasileiras de Carne Bovina. Janeiro a Dezembro de 2015. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/relatorio-anual-2015.pdf>>. Acesso em 12 dez. 2016.
- ALVES, F.V.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V.A.; SILVA, V.P.; MACEDO, M.C.M.; MEDEIROS, S.R.; FERREIRA, A.D.; GOMES, R.C.; ARAÚJO, A.R.; MONTAGNER, D.B.; BUNGENSTAB, D.J.; FEIJÓ, G.L.D. Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Brasília, DF: Embrapa, 2015 (**Embrapa Gado de Corte. Documentos, 210**). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/gado-de-corte/busca-de-publicacoes/-/publicacao/busca/carne%20carbono%20neutro?>>. Acesso em: 12 dez. 2016
- BRASIL (2016). Secretária de Vigilância em Saúde. Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Disponível em: [http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta---o-Surtos\\_DTA-2016.pdf](http://portalsaude.saude.gov.br/images/pdf/2016/junho/08/Apresenta---o-Surtos_DTA-2016.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- CICARNE. Centro de Inteligência da Carne. Disponível em: <<http://www.cicarne.com.br/>>. Acesso em: 29 dez. 2016.
- DUFFY, G.; CUMMINS, E.; NALLY, P.; O’ BRIEN, S.; BUTLER, F. A review of quantitative microbial risk assessment in the management of *Escherichia coli* O157:H7 on beef. **Meat Science**, v. 74, p. 76–88, 2006.
- EFSA – European Food Safety Authority. The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and food borne outbreaks in the European Union in 2005. **The EFSA Journal**, v.94, p. 3–288, 2006.
- EMBRAPA. **Embrapa em Números**. Brasília, DF: Embrapa, Secretaria de Comunicação, 2016. 138p.
- GALVÃO, Cleber E.; ROSINHA, Grácia Maria S.; SANCHES, Cristiane C.; ELISEI, Carina; ARAÚJO, Flávio R.; FEIJÓ, Gelson L. D.; ALMEIDA TORRES, Roberto Augusto; SOARES, Cleber O. Polymorphisms of

- Intron 1 and the Promoter Region at the PRNP Gene in BSE-Free Caracu Cattle. **Biochemical Genetics**, v. 1, p. 1-13, 2012.
- GONÇALVES, Aline N.D.; SOARES, Cleber O.; SANCHES, Simone C.; REIS, Fernando A.; ROSINHA, Grácia Maria S. Genotypic profile of Pantanal creole sheep regarding susceptibility or resistance to scrapie. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 684-687, 2016.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006 IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japan: IGES, v. 4, 2006.
- KARVATTE JUNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G.; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F.V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, p. 1-9, 2016.
- MELO, Elane S.P.; SOUZA, Ingrid I.F.; RAMOS, Carlos A.N.; OSÓRIO, Ana Luiza A.R.; VERBISCK, Newton V.; ARAÚJO, Flávio R. Evaluation of the use of recombinant proteins of *Mycobacterium bovis* as antigens in intradermal tests for diagnosis of bovine tuberculosis. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 47, p. 273-280, 2015.
- OIE – Organização Mundial de Sanidade Animal (2016). Estatus de los países miembros respecto de la encefalopatía espongiforme bovina. Resolución N° 20 (84ª Sesión General de la Asamblea Mundial, mayo de 2016). Disponível em: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/estatus-sanitario-oficial/eeb/estatus-sanitario-oficial/>. Acesso em 12 dez. 2016.
- SOARES, Cleber O. PD&I alavanca a pecuária sustentável. **Agroanalysis**, v.43, n.11, p. 41. 2014.
- VIALE, M.L.; ZUMÁRRAGA, M.J.; ARAÚJO, F.R.; ZARRAGA, A.M.; CATALDI, A.A.; ROMANO, M.I.; BIGI, F. La genómica de las micobacterias. **Revue Scientifique et Technique – Office International des Épizooties**, v. 35, p. 215-240, 2016.
- WU, G.; CROSS, H.R.; GEHRING, K.B.; SAVELL, J. W.; ARNOLD, A.N.; MCNEILL, S.H. Composition of free and peptide-bound amino acids in beef chuck, loin, and round cuts. **Journal of Animal Science**, Vol. 94, No. 6, p. 2603-2613, 2016.