

# EVOLUÇÃO DA PESQUISA EM PECUÁRIA LEITEIRA

Jorgea Pradiceé  
Ligia Margareth Cantarelli Pegoraro  
Rogerio Morcelles Derefi

Editores Técnicos

The logo for Embrapa, featuring the word "Embrapa" in a bold, sans-serif font. The letter "a" is stylized with a white shape that resembles a cow's head or a drop, partially overlapping the letter.

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

## **EVOLUÇÃO DA PESQUISA EM PECUÁRIA LEITEIRA**

*Jorgea Pradieé  
Ligia Margareth Cantarelli Pegoraro  
Rogerio Morcelles Dereti*

Editores Técnicos

***Embrapa  
Brasília, DF  
2017***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Clima Temperado**

BR 392 km 78  
CEP 96010-971 Pelotas, RS  
Fone: (53) 3275-8100  
www.embrapa.br/clima-temperado  
www.embrapa.br/fale-conosco

**Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição**

Embrapa Clima Temperado

Comitê de Publicações da Embrapa Clima Temperado

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*  
Vice-Presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*  
Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*  
Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas*  
*Fernando Jackson*  
*Marilaine Schaun Pelufé*  
*Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Normalização bibliográfica e catalogação na fonte: *Marilaine Schaun Pelufé*

Foto da capa: *Paulo Lanzetta*

Projeto gráfico e editoração eletrônica: *Fernando Jackson*

**1ª edição**

Obra digitalizada (2017)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Clima Temperado

---

E93      Evolução da pesquisa em pecuária leiteira / Jorgea Pradieé, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro e Rogério Morcelles Dereti, editores técnicos. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.  
76 p.

ISBN 978-85-7035-724-3

1. Pecuária. 2. Gado leiteiro. 3. Pesquisa pecuária.  
I. Pradieé, Jorgea. II. Pegoraro, Lígia Margareth Cantarelli. II. Dereti, Rogério Morcelles. III. Título.

CDD 636.2142

©Embrapa, 2017

## **Autores**

### **Andréa Mittelman**

Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

### **Camila Bizarro da Silva**

Médica-veterinária, doutoranda em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

### **Cláudio Wageck Canal**

Médico-veterinário, doutor em Ciências Biológicas, professor titular da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

### **Daniel Portella Montardo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Pecuária Sul, Bagé, RS.

### **Darcy Bittencourt**

Economista, mestrado em Sociologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

### **Diego Henrique Garbuio**

Zootecnista, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP.

### **Fábio Morotti**

Médico-veterinário, doutor em Ciência Animal, professor do Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

### **Jorge Fainé Gomes**

Zootecnista/Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

### **Maira Balbinotti Zanela**

Médica-veterinária, doutora em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

### **Marcelo Bonnet Alvarenga**

Engenheiro de Alimentos, doutor em Ciência dos Alimentos, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

### **Maria Edi Rocha Ribeiro**

Médica-veterinária, mestre em Ciências, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

**Marcelo Marcondes Seneda**

Médico-veterinário, doutor em Medicina Veterinária, professor associado da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

**Matheus Nunes Weber**

Médico-veterinário, doutorando em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

**Nathalia Covre da Silva**

Graduanda do curso de Medicina Veterinária, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

**Paula Alvares Lunardelli**

Médica-veterinária, doutoranda em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

**Pedro Braga Arcuri**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência Animal, pesquisador, chefe adjunto de pesquisa e desenvolvimento da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

**Rogério Morcelles Dereti**

Médico-veterinário, mestre em Ciências Veterinárias, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

**Vicente Silva Mattos**

Bacharel em Ciências Físicas e Biomoleculares, mestrando em Física Aplicada pelo Instituto de Física de São Carlos (IFSC) da Universidade de São Paulo (USP).

**Vivian Fischer**

Engenheira-agrônoma, doutora em Zootecnia, professora titular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

**Waldyr Stumpf Júnior**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

**Washington Luiz de Barros Melo**

Bacharel em física, doutor em física, pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP.

## Apresentação

Datas se tornam especiais pelas histórias que elas evocam e pelos rumos que elas podem indicar. O primeiro ano de vida de uma pessoa traz em si a trajetória de seus pais, a espera pelo nascimento, os primeiros momentos no mundo e os laços que se formam com as pessoas próximas. Os anos passam, a história se constrói com as experiências e as comemorações ganham novos significados. A comemoração é o momento de rever aquilo que fomos e, mais, permite projetar o futuro a partir do que fomos, do que sabemos sobre nós. Instituições são feitas por pessoas e suas trajetórias guardam semelhanças. A memória das instituições está nas pessoas que delas fazem parte e suas trajetórias, de pessoas e instituições, se sobrepõem.

No ano em que comemoramos os 20 anos de pesquisa em leite na Embrapa Clima Temperado e os 40 anos de criação da Embrapa Gado de Leite, o Seminário Técnico do Leite tem o propósito de resgatar desafios e os temas de pesquisa desta trajetória. Assim como refletir sobre o momento atual e alinhar as agendas em consonância às demandas e desafios que a cadeia produtiva do leite e a sociedade nos apontam. A realização do evento em parceria é oportuna não apenas por se tratar de duas unidades da Embrapa que atuam no tema, mas enseja um resgate das origens da criação do Sispel e sedimenta nossos esforços de atuação estratégica junto à cadeia produtiva.

As palestras registradas neste documento trazem a visão de parte das pessoas que constroem a história do leite na Embrapa e de convidados que compartilham nosso compromisso com o desenvolvimento da cadeia de produção de lácteos. Registram pontos de partida, o caminho percorrido e trazem reflexões sobre o estágio atual das ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação e sobre as demandas mais estratégicas e prioritárias para a competitividade do setor. Ao longo desta trajetória, o comprometimento das pessoas, das equipes e das instituições foram decisivos para os avanços obtidos. Novas questões, na maioria muito mais complexas, emergem em um cenário de desafios e oportunidades para o setor. Independentemente das motivações, seguimos firmes e atentos, dispostos a nos renovar sempre e a retribuir a confiança que nos é depositada pela sociedade brasileira, disponibilizando conhecimentos e soluções tecnológicas com alta relevância e capacidade de impacto a partir do fortalecimento das “Redes de Colaboração”.

*Clenio Nailto Pillon*  
Chefe-Geral  
Embrapa Clima Temperado



## Sumário

<b>Inovação em pesquisa para gado de leite .....</b>	<b>11</b>
Introdução .....	11
Linhas de pesquisa de amplo espectro .....	11
Produção vegetal e pastagens .....	12
Produção e bem-estar animal .....	13
Saúde animal e qualidade do leite .....	14
Desenvolvimento socioeconômico da cadeia produtiva do leite . ...	15
Referências.....	16
<b>Desafios em pesquisa que motivaram a criação do Sispel .....</b>	<b>17</b>
Antecedentes .....	17
Pesquisas iniciais .....	20
Estrutura de apoio .....	22
Momento atual .....	24
Referências .....	25
<b>Lina: passado, presente e futuro .....</b>	<b>27</b>
Introdução: o passado .....	27
Pesquisas realizadas e avanço do conhecimento: o presente .....	28
Considerações finais: o futuro .....	30
Referências .....	30
<b>Inovação em biotecnologia da reprodução animal.....</b>	<b>38</b>
Introdução .....	38
Seleção genética para produção de leite e eficiência reprodutiva .....	38
Condições intensivas de ambiente, nutrição e manejo .....	39
Uso de sêmen sexado: histórico, conquistas e desafios .....	39



Uso de sêmen sexado na inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo .....	40
Uso de embriões produzidos <i>in vivo</i> e inseminação artificial .....	40
Produção <i>in vitro</i> de embriões sexados .....	41
Criopreservação de embriões bovinos produzidos <i>in vitro</i> .....	41
Desafios da produção de embriões <i>in vitro</i> .....	42
Considerações finais .....	42
Referências .....	43

## **Histórico e perspectivas do melhoramento de forrageiras .....** 45

Introdução .....	45
Tópicos a serem discutidos .....	46
Considerações finais .....	49

## **Qualidade, segurança e integridade em lácteos: desafios e perspectivas .....** 51

Introdução .....	51
Indicadores de qualidade do leite .....	52
O plano nacional de controle de resíduos e contaminantes biológicos (PNCRB) .....	55
O controle de antibióticos em leite .....	55
O papel dos métodos analíticos de triagem para resíduos de antibióticos em leite: avanços nacionais recentes .....	56
Contaminantes de importância emergente .....	56
Controle de fraudes .....	57
Sistema de monitoramento da qualidade do leite brasileiro (SIMQL) .	58
Considerações finais .....	58
Referências .....	59

<b>Inovação em métodos de diagnóstico em sanidade animal .....</b>	<b>63</b>
Introdução .....	63
Tópicos a serem discutidos .....	65
Considerações finais .....	65
Referências .....	65

<b>Potencial de aplicação do sondaleite – instrumento espectroscópico para detecção qualidade do leite .....</b>	<b>68</b>
Introdução .....	68
O instrumento .....	69
Material e método .....	69
Resultados .....	70
Considerações finais .....	71
Referências .....	76



# **INOVAÇÃO EM PESQUISA PARA GADO DE LEITE**

**Pedro Braga Arcuri; Andréa Mittelman; Rogério Morcelles Dereti**

## **INTRODUÇÃO**

O presente texto sumariza as ações de Pesquisa e Desenvolvimento estabelecidas para o Centro Nacional de pesquisa de Gado de Leite (Embrapa Gado de leite), descritas no documento “Agenda Institucional 2014 – 2034” (EMBRAPA, 2014).

Segundo as projeções do agronegócio brasileiro (OUTLOOK FIESP 2023, 2013) existe uma tendência na diminuição sem muita expressão da produção de leite nas Regiões Norte e Nordeste e na estabilização da produção na Região Centro-Oeste. Projeta-se ainda que a Região Sul do Brasil supere a tradicional Região Sudeste em volume de produção de leite. A Região Sul caracteriza-se por ter uma pecuária organizada em base familiar, de cultura cooperativista (em sua maioria) e com ganhos de produtividade por animal, fruto da apropriação de tecnologias geradas pelas organizações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), organizadas e alicerçadas em políticas públicas setoriais e compartilhadas com a extensão rural pública e privada.

Levando-se em conta as características acima, a pesquisa voltada para a cadeia produtiva do leite na região sul brasileira deverá voltar-se para os muitos desafios de curto e de médio prazos identificados em análises setoriais de tendências, a partir dos seguintes fatores: mão de obra com pouca qualificação, infraestrutura deficiente (estradas, energia), leite informal, relativa desorganização da cadeia produtiva, gerenciamento deficitário das propriedades, falta de treinamento e capacitação de mão de obra, dificuldades para sucessão nas propriedades e aumento da idade média da população. A partir da conjugação destes fatores, propõe-se o desenvolvimento de soluções tecnológicas baseadas no conceito amplo do incremento da sustentabilidade isto é, aumentos em produtividade e melhorias mensuráveis nos aspectos relacionados às dimensões sociais, ambientais e de governança da cadeia produtiva. Tal abordagem permite que sejam vislumbradas, de um modo geral, as perspectivas para a pesquisa em gado de leite no futuro próximo.

## **LINHAS DE PESQUISA DE AMPLO ESPECTRO**

Um dos aspectos com importância crescente, derivado das mudanças no padrão de consumo de leite e lácteos será a melhoria da qualidade do leite, incluindo o aperfeiçoamento de meios de combate à fraude, e a promoção da

sanidade animal, para redução de resíduos no leite, visando a segurança alimentar interna e ajustes dos setores produtivo e industrial às exigências para exportação de lácteos. Também, mudanças sociais que ocorrem no meio rural, indicam a necessidade da redução do tempo dedicado pelos produtores à atividade e ao aumento do seu bem estar, via automação de processos como ordenha, detecção de cios e doenças, e ainda a melhoria da eficiência gerencial. Em complemento, a Embrapa Gado de Leite propõe-se ainda, participar de forma pró-ativa na formação de redes de pesquisa, desenvolvimento e transferência de tecnologias para a produção de alimentos lácteos nutracêuticos e funcionais.

A Embrapa Gado de Leite é reconhecida nacional e internacionalmente pelos seus programas de melhoramento animal e vegetal em operação ininterrupta há 30 e 25 anos respectivamente. Tais programas estão sendo reforçados através da aquisição de novos equipamentos de laboratório e incorporação às equipes de pesquisa de competências em bioinformática e métodos em genômica. O objetivo é reduzir o tempo para a identificação de genótipos superiores em diferentes características e complementar a inserção da Embrapa na bioeconomia, associando os conhecimentos gerados às ações para aprimoramento de estratégias de melhoramento genético e manejo nutricional para aumento dos teores de sólidos no leite, biotécnicas de reprodução para produção de embriões bovinos, de plantas e de microrganismos, assim como a processos de produção envolvendo biofábricas de moléculas de interesse agropecuário, farmacêutico e industrial.

## PRODUÇÃO VEGETAL E PASTAGENS

A produção de leite a pasto tem sido pesquisada ao longo dos 40 anos da Embrapa Gado de Leite e atualmente associa as avaliações de manejo ao melhoramento dos gêneros *Pennisetum*, *Cynodon*, *Setaria* e à espécie *Bra-chiaria ruziziensis* voltada para a integração lavoura-pecuária. Outro foco da Embrapa Gado de Leite no futuro próximo é o uso de edição gênica para o melhoramento do capim-elefante para produção biomassa energética. Associada ao programa de melhoramento de forrageiras, a mitigação dos danos provocados pelas cigarrinhas das pastagens é outro objetivo de pesquisas.

Especificamente para a Região Sul do Brasil, a variedade Kurumi de capim elefante para pastejo tem sido aceita pelos produtores por sua tolerância às geadas, associada à sua elevada produtividade. Os trabalhos de melhoramento da espécie azevém continuarão, enfocando, além da produtividade, a tolerância à seca e temperaturas extremas bem como à brusone e giberela, que afetam a produção de sementes da espécie. Aspectos relacionados à sustentabilidade da produção, como a capacidade de extração de nutrientes e a

fixação biológica de nitrogênio por meio da interação com microorganismos já vêm sendo trabalhados e deverão trazer resultados a médio prazo. E tecnologias como a de obtenção de cultivares poliploides e fungos endofíticos que trazem benefícios ao desenvolvimento da planta estão sendo incorporadas por meio de parcerias. A biologia molecular e técnicas de edição gênica serão utilizadas para fins de identificação e proteção intelectual das cultivares da Embrapa. Os objetivos também tratam de selecionar cultivares de outras espécies, como o capim-lanudo, espécie perene de inverno, e avaliar, para uso na Região Sul, genótipos desenvolvidos pelos demais programas de melhoramento de forrageiras da Embrapa Gado de Leite, a exemplo do capim-elefante e de espécies do gênero *Cynodon*.

A otimização de sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta é outra linha de pesquisa de crescente importância, executada através da participação em rede de pesquisa da Embrapa e parceiros externos. Nesta, realiza-se o monitoramento e avaliação global de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) que incluam bovinocultura de leite, especialmente de base familiar.

## **PRODUÇÃO E BEM-ESTAR ANIMAL**

As pesquisas em reprodução de raças zebuínas, nos seus aspectos fisiológicos e de biotécnicas visam o desenvolvimento de biotécnicas para fertilização *in vitro* e a conservação de embriões, para a produção de animais com características superiores de produção. Esta linha de pesquisa é prioritária para a Embrapa Gado de Leite e deverá ser ampliada com a incorporação de metodologias de edição gênica.

O Complexo Multiusuário de Bioeficiência e Sustentabilidade da Pecuária (CMB) é uma estrutura vinculada à diretoria-Executiva de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é uma parte dos esforços da Embrapa no esforço de pesquisa para o incremento da sustentabilidade nos sistemas pecuários nacionais. No CMB estão sendo gerados conhecimentos e sendo desenvolvidas estratégias sobre a emissão e a mitigação dos gases de efeito estufa associados à produção pecuária tropical. As atividades de pesquisa são coordenadas por equipes da Embrapa Gado de Leite, da Embrapa Caprinos e Ovinos e em breve, da Embrapa Suínos e Aves. A parceria com empresas constitui grande oportunidade e é por isso de grande interesse. Como parte do laboratório multiusuário CMB, a Embrapa Gado de Leite estruturou equipe técnica para avaliar e apoiar a adaptação, o desenvolvimento e a validação de equipamentos, controladores ou processos para monitoramento de rebanhos e automação para sistemas de produção de leite. Estão em desenvolvimento ou em validação, modelos e protocolos nacionais para predição da ingestão de alimentos e de água; a caracterização nutricional de alimentos e a deter-

minação das exigências nutricionais por bovinos leiteiros em condições brasileiras; o desenvolvimento e integração de métricas de eficiência alimentar. E ainda, foram construídas instalações para o desenvolvimento e a validação de inovações que promovam o conforto e o bem-estar animal, após a geração de mapas georreferenciados com indicação dos respectivos Índices de Temperatura e Umidade (ITU) para as bacias leiteiras situadas nas regiões mais quentes do Brasil.

Ainda no tema incremento da sustentabilidade da pecuária tropical, destacam-se projetos em parcerias multi-institucionais visando a redução da pegada hídrica e o manejo de dejetos para redução da emissão de gases do efeito estufa, uso como fertilizante e mitigação de patógenos, complementando o desenvolvimento de estratégias para recuperação de passivos ambientais relacionados aos sistemas pecuários, com ênfase na produção de leite.

## SAÚDE ANIMAL E QUALIDADE DO LEITE

A avaliação dos pontos críticos nos sistemas de produção de leite e derivados que impactam a qualidade dos produtos e o desenvolvimento de novas estratégias para diagnóstico, controle e tratamento de doenças de gado leiteiro, assim como a qualidade física e composicional do leite e derivados são prioridades da Embrapa Gado de Leite, de olho no consumidor de produtos lácteos e na padronização de métodos para detecção de resíduos químicos, de contaminantes e de fraudes no leite e derivados. Em consequência, foram adquiridos espectrofotômetros de massa e ampliado o laboratório de qualidade do leite, além da ampliação da equipe de pesquisadores.

Os resultados já existem e incluem diversas entregas para a sociedade, entre elas, uma patente de molécula nanoestruturada de antibiótico para o controle da mastite, permitindo a redução da dose e o aumento da sua efetividade, que será desenvolvida com parceiro privado para a produção comercial. Outra entrega é o Sistema de Monitoramento da Qualidade do Leite (SIMQL), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Uma linha de pesquisa original, que tornou a Embrapa Gado de Leite a instituição pública mais citada por usuários do site *PubMed* é o desenvolvimento de agentes de controle biológico do carrapato dos bovinos. Resultados recentes sugerem o uso de nematóides entomopatogênicos como estratégia auxiliar e alternativa aos métodos químicos exclusivos. Redes de pesquisadores trabalham nessa linha, associada ao desenvolvimento de ferramentas de genômica e imunomodulação para controle do carrapato.

A Embrapa Gado de Leite é curadora da coleção de microrganismos de interesse para o agronegócio do leite, e ações de pesquisa estão aumen-

tando na prospecção, isolamento e caracterização e armazenamento de microrganismos de interesse para produção animal, agroindústrias, farmacêutica, etc. e para ações de identificação de microrganismos de interesse para produção de energia.

## **DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE**

A organização, a sistematização e a transformação de dados em informações técnicas e socioeconômicas sobre a cadeia produtiva do leite, incluindo questões do mercado nacional e internacional do leite, permanecerão prioridades de pesquisa e de interação com os diferentes setores da cadeia produtiva, de forma a apoiar a formulação de políticas públicas tecnicamente para atender necessidades atuais e futuras do setor lácteo nacional, através das plataformas “Centro de Inteligência do Leite”<sup>1</sup>. Além disso, os sistemas gerenciais para rebanhos leiteiros “Gisleite”<sup>2</sup> e gerenciamento econômico-financeiro de propriedades leiteiras “Gepleite” já estão disponibilizados ao público. Foi organizada uma equipe que emprega ferramentas de geotecnologia para o apoio ao desenvolvimento de modelos de gestão e estruturação de bases geográficas para integrar redes de formulação de políticas públicas de gestão territorial.

Como parte da estratégia da Embrapa Gado de Leite de se fazer mais presente nas principais bacias leiteiras do país, o Núcleo de Apoio à Pesquisa e à Transferência de Tecnologias da Região Sul, NATT-Sul, alinhado às pautas comuns de atuação das unidades da região, participa em projetos vinculados às unidades Clima Temperado, Pecuária Sul, Florestas e Trigo, destacando-se, na área de Transferência de Tecnologia, o Projeto Protambo. Este projeto objetiva a disseminação das boas práticas agropecuárias na produção leiteira, tema estratégico para superação dos obstáculos à melhoria da qualidade do leite. A atuação do NATT-Sul seguirá buscando a integração das agendas de TT e P&D em leite, seja entre as unidades da Embrapa ou junto aos diferentes “stakeholders” da cadeia de produção de lácteos, a partir de constante discussão acerca das demandas regionais.

Ademais, a participação ativa no Programa Balde Cheio a partir de 2017, juntamente com a Embrapa Pecuária Sudeste e mais quinze unidades descentralizadas da Embrapa, permitirá o levantamento e a sistematização de informações detalhadas sobre os sistemas de produção de leite de base familiar nas diferentes regiões brasileiras. Está em proposição projeto componente para a implementação de metodologias de análise do ciclo de vida e otimização de Indicadores de sustentabilidade, e avaliação dos impactos de

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://www.cileite.com.br/>>

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/>>



tecnologias adotadas nos sistemas de produção de leite de base familiar.

A Embrapa Gado de Leite catalisou a formação de rede inter-institucional denominada “Ideas for Milk”<sup>3</sup> para a identificação e seleção de aplicativos móveis, softwares e sensores que promovam incrementos de produtividade. Através do trabalho em rede, agregando competências diversas, assim como a promoção de idéias inovadoras através da seleção de grupos interessados na criação de empresas *startups*, via programa *Ideas for Milk*® serão desenvolvidas inovações baseadas em tecnologia da informação para sistemas de automação, mecanização e pecuária de precisão instalados em smartphones, tablets ou computadores.

Finalmente, através do site da Rede de Pesquisa e Inovação do Leite<sup>4</sup>, a Unidade continuará a apoiar e desenvolver ações para estabelecimento de canais de comunicação entre o que é gerado em seus laboratórios e os setores produtivos, workshops e material bibliográfico sobre as diferentes soluções tecnológicas, incentivando o emprego de mídias sociais para a ampla apropriação pela sociedade de informações científicas relevantes referentes à cadeia produtiva do leite.

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Visão 2014-2034**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2014. 194 p.

OUTLOOK Fiesp 2023: projeções para o agronegócio brasileiro. São Paulo: FIESP, 2013. 112 p.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br/ideasformilk/>>

<sup>4</sup> Disponível em <<http://www.repil Leite.com.br/>>

## **DESAFIOS EM PESQUISA QUE MOTIVARAM A CRIAÇÃO DO SISPEL**

**Maria Edi Rocha Ribeiro; Jorge Fainé Gomes; Waldyr Stumpf Júnior; Darcy Bitencourt; Maira Balbinoti Zanela; Rogério Morcelles Dereti**

### **ANTECEDENTES**

O Sistema de Pesquisa e Desenvolvimento em Pecuária Leiteira (Sispele), da Embrapa Clima Temperado, foi criado em 1996 para atender as demandas decorrentes da necessidade de desenvolvimento da Pecuária Leiteira na região sul do Brasil. A Embrapa, no entanto, já recebia demandas para ações de pesquisa em pecuária leiteira na região subtropical antes da fusão entre o Centro Nacional de Pesquisa em Fruteiras Temperadas e o Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas, ocorrida em 1993. Os antecedentes da criação do Sispele remontam a projetos de pesquisa ainda anteriores.

A primeira motivação foi o entendimento de que a atividade leiteira na região de clima subtropical/temperado é diferente daquela praticada em área tropical. Além de possuir extensas áreas de campo natural, o clima ameno apresenta boa distribuição de chuvas, permitindo o crescimento de pastagens durante todo o ano, com forrageiras tropicais/subtropicais e temperadas. Características que favorecem animais de aptidão leiteira.

Outro aspecto considerado foi a cultura de produção familiar em pequenas áreas. Este entendimento embasou nossa atuação em pesquisa e desenvolvimento para a cadeia produtiva do leite na região de clima temperado. Na época (década de noventa), especialistas afirmavam que a abertura de mercado resultaria em grande exclusão de pequenos produtores (GARCIA; FURSTENAU, 1992). Este quadro poderia ser agravado pela menor importância dada ao leite, em relação a outras cadeias produtivas (grãos, suínos, aves), e também por limitação de ordem cultural, principalmente, no Rio Grande do Sul. Paralelamente, havia a crença na consolidação da produção de leite em base empresarial, que estaria se deslocando para a Região Centro Oeste do país. Apenas dez anos depois, alavancada por políticas públicas que proporcionaram a adoção de novas tecnologias, a produção familiar no sul se consolidou, e atraiu para a região investimentos industriais de processamento. A redução do número de produtores foi compensada, em parte, pela prioridade dada à atividade leiteira para famílias em assentamentos da reforma agrária. Os especialistas, então, passaram a considerar a atividade leiteira como tipicamente de agricultura familiar. Entretanto, as diferenças

entre os sistemas de produção leiteira do sul do Brasil e as demais regiões do país exigiam o aporte de conhecimentos e o desenvolvimento de tecnologias que permitissem a expansão da produção de leite e derivados com maior aproveitamento das condições ambientais e socioeconômicas existentes.

As principais demandas envolviam baixos índices zootécnicos, apesar da existência de uma produção leiteira que já indicava o potencial de desenvolvimento hoje confirmado. Importante destacar que o número de produtores diretamente envolvidos na atividade era de 85000, com 4100 empregados nas indústrias e postos de coleta e resfriamento, 18500 pessoas empregadas na comercialização, 900 transportadores e uma rede de 80000 fornecedores de insumos. A produtividade média das vacas, a despeito da importância da cadeia já na época, era de 2,2 l/dia (dados de 1998). As projeções de crescimento da população estimavam a necessidade de produção de 36 bilhões de litros para atender a demanda. O crescimento médio da produção nacional era de 2,6% ao ano, enquanto a demanda projetada requeria incremento real da ordem de 6% (ANUÁRIO..., 1991; BASTOS, 1985).

A região sul do RS abrigava uma bacia leiteira composta por 21 municípios e 6000 produtores aproximadamente, com produção média diária de 205 mil litros. Dados regionais indicavam produtividades médias de 1540 kg/vaca/ano. A produção da região da região sul do estado correspondia a 10% da produção do estado (ANUÁRIO..., 1992; FERNANDEZ, 1992).

O ano de 1987 foi marcado pelo projeto Diagnóstico da Produção de Leite na Região Sudeste do Rio Grande do Sul - Programa Nacional de Pesquisa (PNP) Gado de Leite: Responsável: Waldyr Stumpf Jr., Rui Melo de Souza e Maria Edi Rocha Ribeiro, aprovado no referido PNP em 18.06.1987. Tinha por objetivo o mapeamento dos sistemas de produção leiteira na região sudeste do RS. O projeto identificou fragilidades que deram origem ao projeto Desenvolvimento e Avaliação de Sistemas Intensivos de Produção de Gado Leiteiro em Clima Temperado, proposta encaminhada pelo Centro de Pesquisas Agropecuárias de Terras Baixas (CPATB), sob a liderança do pesquisador Waldyr Stumpf Junior e aprovada junto ao Programa BID-PROMOAGRO no sub-programa Sistema Intensivo de Produção de Gado Leiteiro, em 1991. Seus objetivos eram: 1) desenvolvimento de sistemas de manejo visando o aumento produtivo e reprodutivo do rebanho; 2) domínio de técnicas que aumentem a eficiência dos processos de ovulação, fertilização, criopreservação, sexagem e clonagem de embriões; 3) avaliação da raça Jersey em sistemas de alta produtividade e 4) avaliação dos processos em sistemas intensivos de produção de leite.

O pesquisador da área de socioeconomia Darcy Bitencourt, na função de chefe administrativo e chefe-geral substituto do antigo CPATB, compreendendo o cenário regional e as demandas do setor lácteo então repre-

sadas, foi quem primeiro concebeu a criação de uma estrutura física para a pesquisa em sistemas de produção leiteira. Foi solicitado aos pesquisadores Waldyr Stumpf Jr. e Maria Edi Rocha Ribeiro que junto com o Arquiteto Ricardo Encarnação, elaborassem um projeto que contemplasse toda a estrutura necessária, para a execução de pesquisa em pecuária leiteira. Em 1994, foi iniciada a construção de um modelo físico que permitiu a realização de experimentos específicos para aprofundamento dos estudos envolvendo as demandas regionais. Em 19.9.1994 sob a liderança do CNPGL, foi aprovado o projeto 06.0.95.209 Modelos físicos de Sistemas de Produção como Instrumento de Pesquisa e Desenvolvimento. Ainda nesse ano, houve a aprovação do sub-projeto SEP 06.0.95.209.16: Sistema Alternativo de Produção Intensiva e Sustentável de Leite em Clima Temperado, sob a liderança do pesquisador Waldyr Stumpf Jr. Em dezembro do mesmo ano, o Presidente da Embrapa autorizou a construção da estrutura do “Sistema de Confinamento de Gado de Leite” financiado com recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID. Em setembro de 1995 foi licitada a construção do Sispel.

Ainda em 1995, foi realizada a primeira aquisição de 19 animais da raça Jersey, oriundos da Cabanha Nogueira Montanhês, de São Paulo. Paralelamente, iniciava-se neste ano a condução de experimentos com forrageiras referentes ao subprojeto 06.0.95.721-02, sobre alternativas para reduzir a sazonalidade da produção de forragens. No ano seguinte, em 1996, foram adquiridas mais 60 novilhas da mesma raça, em cabanhas do sul do Rio Grande do Sul, totalizando 69 animais da raça Jersey. A escolha do Jersey deveu-se a história da entrada dos primeiros representantes da raça por esta região, por intermédio da família Assis Brasil, no município de Pedras Altas, além, da falta de pesquisas com essa raça por parte dos Centros da Embrapa que trabalham com gado de leite.

No mês de agosto de 1996 foram concluídas as obras das instalações centrais da Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento em Pecuária de Leite (galpão, sala de ordenha, silos, etc.). Em março de 1997 começaram a nascer os primeiros animais do sistema, sendo que o primeiro animal nascido no mesmo, foi uma fêmea e se chamou VITÓRIA.

O Sispel vem atuando, desde então, na realização de pesquisas, capacitação de recursos humanos e transferência de tecnologias visando o fortalecimento da atividade leiteira na região de clima temperado.

## PESQUISAS INICIAIS

Os objetivos inicialmente propostos a partir do projeto Desenvolvimento e Avaliação de Sistemas Intensivos de Produção de Gado Leiteiro em Clima Temperado motivaram os seguintes projetos de pesquisa, desenvolvidos entre os anos de 1996 a 2001:

1) Alternativas Tecnológicas para o Sistema de Produção de Leite na Região de Clima Temperado, com as seguintes ações:

- Análise da eficiência econômica de unidades de produção de leite de diferentes níveis tecnológicos da bacia leiteira de Pelotas.
- Manejo de gramíneas forrageiras sob corte na região sul do Rio Grande do Sul.
- Conservação e avaliação de alimentos produzidos em clima temperado para a alimentação de gado leiteiro.
- Estudo da incidência de mastite em novilhas e vacas leiteiras em rebanhos com e sem assistência técnica, na região de clima temperado.
- Superovulação em fêmeas leiteiras com a utilização estratégica de hormônio folículo estimulante (FSH).
- Estudo do comportamento de vacas leiteiras manejadas em um sistema intensivo de produção de leite, em clima temperado.

2) Sustentabilidade técnica, econômica e ambiental, em um sistema de produção de leite, com gado Jersey, em clima temperado, com as seguintes ações:

- Determinação de índices técnico-econômicos e da qualidade do leite em uma unidade de produção intensiva com gado Jersey na região de clima temperado
- Recria de fêmeas leiteiras da raça Jersey em campo natural melhorado
- Utilização de gordura na dieta de vacas Jersey de alta produção, em clima temperado, nos primeiros 100 dias de lactação
- Uso de modernas técnicas para influenciar a eficiência reprodutiva em gado Jersey
- Avaliação do tratamento de dejetos em um sistema intensivo de produção de leite com gado Jersey, em *free stall*, **na região de clima temperado**

3) Indução Experimental do Leite Instável Não Ácido (Lina) utilizando diferentes sistemas de alimentação com animais da raça Jersey, e os respectivos planos de ação:

Plano de Ação 1: Gestão

Plano de Ação 2: Indução Experimental do Lina

Plano de Ação 3: Implicações na industrialização do Lina e qualidade dos derivados produzidos

4) Avaliação do leite instável não ácido (Lina) e da qualidade do leite em diferentes regiões do Brasil, com os seguintes planos de ação:

- Plano de Ação 1: Gestão das Atividades do Projeto
- Plano de Ação 2: Avaliação da incidência e sazonalidade do Lina de diferentes regiões do Brasil, ocorrência de Lina e comparação da composição e da contagem de células somáticas do leite normal e do leite instável.
- Plano de Ação 3: Análise dos perfis eletroforéticos das proteínas do leite.
- Plano de Ação 4: Influência da ação microbiana na instabilidade do leite.
- Plano de Ação 5: Influência da temperatura e do cálcio iônico na estabilidade do leite.
- Plano de Ação 6: Implicações na industrialização do Lina e qualidade dos derivados produzidos.
- Plano de Ação 7: Tratamento do Lina
- Plano de Ação 8: Transferência de tecnologia do Lina.

Estes temas foram objeto de estudo nos anos de criação e consolidação do Sispel. Há, no entanto, uma parte desta pauta de pesquisas, que embora inserida nos temas acima listados, merece um comentário à parte. Trata-se da pesquisa em forrageiras e pastagens direcionadas a sistemas de produção de leite.

Um dos principais problemas da cadeia produtiva do leite na região era (e ainda persiste) a sazonalidade da produção. A estratégia do setor industrial era induzir os produtores a produzir mais no inverno, estabelecendo preço diferenciado (cota de inverno). Mas, a produção ancorava-se na utilização do campo natural, que tem crescimento de primavera/verão. Era

preciso ampliar o uso de forrageiras temperadas e de forragens conservadas (silagem, feno), foco de nossos primeiros projetos. Partimos dos resultados de pesquisas anteriores do CPATB, cujo foco era identificar forrageiras adaptadas para pastagens em terras baixas (solos hidromórficos), obtidos de um extenso trabalho de introdução e avaliação preliminar de espécies / cultivares forrageiras, e de experimentos de integração arroz x pecuária. Forrageiras selecionadas passaram a ser avaliadas mais objetivamente, buscando resultados adequados à utilização imediata nos sistemas de produção de leite. Consolidava-se o entendimento de que os trabalhos de P&D em forrageiras e pastagens deveria contemplar as especificidades dos sistemas de produção de leite. Também as diferenças em relação à forma de utilização, induziram a adoção de duas linhas de pesquisa: pastagem e corte/conservação.

No tema de manejo de pastagens buscou-se a determinação de produtividade, distribuição da produção e qualidade de forragem, ou seja, curvas de crescimento e de indicadores de valor nutritivo. Na linha de corte e conservação, a avaliação de produtividade e qualidade de forragem, em duas situações: forrageiras (adubação nitrogenada e frequência de corte) e cultivos para silagem (milho, sorgo, girassol). Estes resultados tem aplicabilidade direta na adequação do planejamento forrageiro, da carga animal, das dietas, e indireta, na eficiência técnica e econômica, dos sistemas de produção de leite. Trabalhos semelhantes foram conduzidos em parceria com a COTRI-PAL (Cooperativa Tritícola Panambi Ltda.) durante três anos no município de Condor. No projeto “Produção Intensiva de Leite a Pasto em Quatro importantes Biomas Nacionais” da Embrapa Gado de leite, foram conduzidos experimentos de recria de novilhas em pastagens de inverno e de verão.

## **ESTRUTURA DE APOIO**

Visando o atendimento das pesquisas desenvolvidas pelo Sispel, uma nova proposta de estruturas de laboratórios e apoio se fez necessária. O Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABNUTRI) - foi uma adequação da estrutura existente que prestava análises para a cultura do arroz, microdestilaria de álcool e outros, o qual passou a analisar a bromatologia dos alimentos utilizados pelo rebanho experimental e a prestar serviços a terceiros. Atua desde 1996 no apoio aos trabalhos de pesquisa da Embrapa e na prestação de serviços à comunidade externa, nas áreas de nutrição e alimentação animal e manejo alimentar das criações, apoiando os técnicos de campo em suas decisões, com base na composição química de alimentos utilizados na produção animal. Participa desde 2010 do EPLNA (Ensaio de Proficiência para Laboratórios de Nutrição Animal). O Labnutri realiza análises de composição química: matéria seca, matéria orgânica, matéria

mineral, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, gordura, pH de silagens e outros alimentos conservados. Realiza estimativas de digestibilidade e valor energético de alimentos para ruminantes, recomendações de uso de alimentos para ruminantes com base na composição química e valor nutritivo. As análises são realizadas em amostras de grãos, rações, forragens, coprodutos agroindustriais e outros produtos que tenham potencial de serem utilizados na alimentação animal.

O Laboratório de Reprodução Animal- inaugurado em 06 de novembro de 1998, atua no desenvolvimento e adaptação das tecnologias de reprodução assistida para os sistemas de produção animal. As ações de pesquisa visam a maximização da eficiência reprodutiva dos rebanhos pelo aprimoramento das tecnologias de reprodução assistida (ATR), e temas como estudos epidemiológicos das principais doenças da reprodução, e da estreita relação entre reprodução e metabolismo em gado de leite. A formação de recursos humanos é efetuada com a realização dos cursos de capacitação para técnicos em Inseminação Artificial, cursos de capacitação individualizada em ATR, e do uso da ultrassonografia em reprodução animal. As ações de pesquisa e de desenvolvimento são efetuadas em parceria com a Faculdade de Medicina Veterinária da UFPel e Emater RS. Suas instalações estão localizadas na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado.

O Laboratório de Qualidade do Leite destaca-se nessa estrutura. O mesmo foi inaugurado em 15 de outubro de 2005 e credenciado oficialmente pelo MAPA e incluído na Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade (RBQL), em agosto de 2011. Em maio de 2016, foi acreditado pelo INMETRO pela norma ABNT ISO/IEC 17025. Tem capacidade para analisar 60 mil amostras mensais e sua importância para o Rio Grande do Sul, especialmente para a metade sul, está no apoio ao monitoramento dos rebanhos, geração e resultados de pesquisas que permitirão além de uma melhoria significativa no padrão de qualidade do produto, conforme exigências do MAPA e da sociedade, o desenvolvimento da pecuária leiteira. O Laboratório possui Analisadores da Composição Química do Leite e Contador de Células Somáticas (CCS), adquirido em projeto (PRODALEITE), aprovado pelo Conselho Regional de Desenvolvimento da Região Sul (Corede Sul) em referendo popular (orçamento participativo do Governo do Estado, 1998), e Contador de Bactérias (CBT) adquirido com recursos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) em 2007, por meio da Embrapa. Mais tarde, via projeto MAPA/FINEP, adquiriu dois equipamentos contadores de bactérias (CBT) e um para composição e CCS. Atualmente, conta com dois equipamentos para composição CCS e três para CBT. Está habilitado a fazer análises de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, uréia, contagem de células somáticas e contagem bacteriana. Atualmente, as ações



incluem o controle leiteiro de rebanhos da Região realizado no LABLEITE, participação nos concursos leiteiros e de sólidos no leite das expofeiras, ações de capacitação de técnicos e produtores e valorização da Raça Jersey.

O centro de recria de touros e novilhas selecionadas da Raça Jersey (Certon) foi criado em 2008. Tem por objetivo contribuir para o melhoramento genético dos rebanhos leiteiros bem como difundir tecnologias geradas pela pesquisa científica, capazes de aumentar a produtividade da atividade leiteira com reflexos significativos para a melhoria de renda. O elevado potencial genético do rebanho Jersey permite a seleção e o aproveitamento racional dos terneiros machos. Além disso, a participação da Embrapa em feiras e exposições ranqueadas da raça Jersey no RS torna importante e permanente a seleção de suas fêmeas para a qualificação constante de seu rebanho. A Associação de Criadores de Gado Jersey do Rio Grande do Sul tem sido parceira da Embrapa desde o início do Sispel.

## MOMENTO ATUAL

O rebanho atual, conta com cerca de 200 fêmeas da raça Jersey, distribuídas em duas estruturas físicas, uma para recria dos animais (Certon) e uma Unidade Experimental (Tambo), além de laboratórios (Nutrição, Reprodução e Qualidade do Leite) que dão suporte para as ações desenvolvidas por uma equipe técnica multidisciplinar, composta por 9 pesquisadores, 6 analistas e 10 assistentes.

Durante 20 anos de trabalho, foram desenvolvidas várias linhas de pesquisa resultando na geração de diversas tecnologias voltadas a atividade leiteira. As linhas desenvolvidas incluem: gestão da unidade de produção, desenvolvimento de cultivares forrageiras, manejo de forrageiras e pastagens, nutrição animal, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), tecnologias de reprodução assistida, qualidade do leite, controle da mastite e controle leiteiro, resultantes daqueles projetos iniciais.

Atualmente, a pesquisa da Embrapa é organizada em Arranjos e Portfólios. A Embrapa Clima Temperado lidera o Arranjo LeiteSul e participa de outros arranjos/portfólios voltados a atividade leiteira. O Arranjo LeiteSul tem como objetivo adaptar e desenvolver tecnologias sustentáveis, produtos e serviços para os sistemas de produção de leite do Rio Grande do Sul, visando incremento em produção, produtividade e rentabilidade. Consiste em 29 projetos reunidos em três pilares da produção leiteira.

O 1º pilar inclui os projetos de forrageiras e pastagens para os sistemas de produção de leite do RS. Esse pilar tem como objetivo o desenvolvimento de espécies mais adaptadas às condições regionais, assim como o estabelecimento das melhores estratégias de manejo para maximizar a pro-

dução de forragem, reduzindo a sazonalidade da produção de leite.

O 2º Pilar aborda os projetos voltados aos sistemas de produção, nutrição e reprodução de bovinos leiteiros. Esse pilar tem como objetivos avaliar os sistemas de produção de leite com integração lavoura-pecuária-floresta e suas relações com conforto e bem estar animal; estabelecer recomendações de dietas para bovinos leiteiros, avaliar a influência da alimentação na fertilidade de vacas leiteiras, realizar um levantamento epidemiológico das doenças reprodutivas e caracterizar os principais sistemas de produção nas diferentes mesorregiões do RS.

O 3º Pilar compreende os projetos de transferência de tecnologias. Esse pilar tem como foco promover a inovação na cadeia produtiva do RS por meio da adoção de tecnologias, produtos e serviços da Embrapa. Nesse pilar destaca-se o Projeto de transferência de tecnologias e de desenvolvimento da atividade leiteira do RS com base nas boas práticas agropecuárias (PROTAMBO), que atua em 8 regiões do RS, com 14 instituições parceiras, monitorando cerca de 60 unidades de produção de leite e implementando tecnologias para a melhoria da produção e qualidade do leite.

A trajetória de criação do Sispel reflete a percepção apurada de algumas pessoas acerca de demandas que prenunciavam a importância que a pecuária leiteira do sul brasileiro ganharia no contexto nacional. Reflete também a coragem de fazer perguntas e buscar respostas por meio da pesquisa e da construção de uma estrutura de apoio. Não é suficiente ter idéias, é imprescindível colocá-las em prática e correr o risco de errar. Foi preciso agregar pessoas em equipes e mantê-las renovadas e motivadas, buscar recursos materiais, ouvir diversos segmentos da sociedade, formar parcerias internas e externas, refletir sobre os caminhos trilhados e a seguir. Graças a isto, temos muito o que comemorar nos 20 anos do Sispel.

## REFERÊNCIAS

ANUÁRIO estatístico do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação de Economia e Estatística do RS, 1992.

ANUÁRIO estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. v. 51, 1024 p

BASTOS, W. F. A necessidade das grandes definições - Caracterização e implementação de uma política para o leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 1985, Campinas. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1985. p. 61-66. Editores: Aristeu Mendes Peixoto, José C. de Moura, Vidal P. de Faria.

FERNANDEZ, D. **Diagnóstico do setor leiteiro do Rio Grande do Sul no âmbito do Codesul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do RS, 1992. p. 30. Mimeografado.

GARCIA, A. A.; FURSTENAU, V. Agropecuária nacional e o Mercosul: uma avaliação preliminar. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 165-180, 1992.

# **LINA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO**

**Maira Balbinotti Zanela; Maria Edi Rocha Ribeiro; Vivian Fischer;  
Washington Luiz de Barros Melo**

## **INTRODUÇÃO: O PASSADO**

A qualidade do leite é importante para a competitividade da atividade leiteira e para ampliação de mercados consumidores (interno e externo). No aspecto legal, a busca pela melhoria da qualidade do leite nacional iniciou em 2002, com a implementação do Programa Nacional de Melhoria da Qualidade do Leite e a Instrução Normativa 51 (BRASIL, 2002), posteriormente substituída pela Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2011) e atualmente alterada pela Instrução Normativa 07 (BRASIL, 2016). Dentre as exigências legais, o teste do álcool é utilizado para avaliar a qualidade do leite nas unidades de produção no momento da coleta pelo transportador, sendo que o leite deve ser estável no mínimo ao álcool 72%. Resultados positivos levam à condenação da matéria prima sendo a acidez elevada uma das causas da instabilidade.

No início do século XXI, os problemas relacionados à instabilidade do leite no teste do álcool começaram a ser questionados pelos produtores. O resfriamento do leite nas unidades de produção e o transporte do mesmo a granel possibilitam a manutenção da qualidade do leite produzido, reduzindo os casos relacionados à acidez elevada. A melhoria da qualidade do leite em muitas propriedades, associada ao resfriamento adequado, gerava dúvidas sobre a real acidez do leite e os resultados positivos do teste do álcool, levando a conflitos entre produtores e indústria com fragilidade da cadeia produtiva.

Além disso, alterações na estabilidade do leite sem acidez elevada vinham sendo identificadas em diferentes países como no Irã (SOBHANI et al., 1998), em Cuba (PONCE, 1999), no Uruguai (BARROS et al., 1999), Argentina (NEGRI et al., 2001), Japão (YOSHIDA, 1980), Itália (PECORARI et al., 1984) e Bolívia (ALDERSON, 2000).

Esse cenário motivou uma série de estudos da Embrapa e instituições parceiras visando identificar a ocorrência, etiologia da instabilidade do leite e as soluções para o setor produtivo.

## **PESQUISAS REALIZADAS E AVANÇO DO CONHECIMENTO: O PRESENTE**

As primeiras pesquisas realizadas no Brasil iniciaram em 2002, no RS, e buscavam identificar a ocorrência e sazonalidade do Lina em diferentes regiões do estado (MARQUES, 2004; ZANELA, 2004). A elevada ocorrência registrada demonstrou a relevância do tema, motivando a ampliação dos estudos em outras regiões do RS (MACHADO, 2010; SUÑÉ, 2010), e do Brasil, como: Rio de Janeiro (DONATELE et al., 2003), São Paulo (BOTARO, 2009; LOPES, 2008; ROMA JUNIOR, 2008; OLIVEIRA et al., 2011), Santa Catarina (ABREU et al., 2011; THALER NETO, 2012; WERNCKE et al., 2016), Paraná (BLASQUES et al., 2011; MARX et al., 2011) e Pernambuco (PACHECO, 2011).

Os estudos demonstraram também que o Lina apresentava variações na composição do leite com relação ao leite normal. Em uma revisão de diversos trabalhos realizados, a maioria dos autores encontrou menores teores de lactose e sólidos desengordurados no leite instável (ZANELA et al., 2014). Essa redução nos componentes lácteos poderia resultar em menor rendimento na produção de derivados lácteos, embora esse aspecto deva ser ainda melhor esclarecido, já que foi constatado menor rendimento de queijo (PONCE CEBALLO; AGUILERA, 2009) ou ausência de diferenças entre Lina e leite estável (ABREU, 2015; COSTABEL et al., 2009).

Com relação ao impacto social, os menores produtores foram os mais atingidos (MARQUES, 2004; ZANELA, 2004), possivelmente pelo baixo nível tecnológico (GABBI, 2013; WERNCKE et al., 2016), atingindo diretamente as camadas sociais mais necessitadas, cujos produtores têm maior dependência da renda da atividade leiteira (RIBEIRO et al., 2014).

Além dos estudos de ocorrência, uma série de pesquisas buscou avaliar os fatores etiológicos do Lina. A relação entre nutrição e a ocorrência do Lina foi amplamente avaliada, sendo os estudos realizados sob duas abordagens: induções experimentais e tratamento do Lina.

As induções experimentais demonstravam que as restrições alimentares causavam rapidamente quadros de Lina (BARBOSA et al., 2012; FRUSCALSO et al., 2013; ZANELA et al., 2006), além do uso de sal aniônico na dieta de vacas em lactação (MARQUES et al., 2011). Gabbi (2013) citou que as principais consequências da restrição alimentar sobre a produção de leite e os componentes lácteos são a redução do aporte de nutrientes para a glândula mamária e a alteração na função mamária. A relação entre restrição alimentar e redução da estabilidade poderia estar relacionada ao aumento da permeabilidade das junções firmes entre as células epiteliais mamárias (STUMPF et al., 2013a).

Por outro lado, uma série de experimentos foi realizada buscando-se corrigir o problema do leite instável. O uso de dietas ajustadas em energia e proteína melhoraram a estabilidade do leite na prova do álcool (ABREU 2008; MARQUES et al., 2010a; SCHMIDT, 2014;), entretanto, não houve variação significativa na estabilidade do leite de animais alimentados com selênio (VIERO et al., 2010), no fornecimento de citrato ou bicarbonato de sódio para vacas em lactação saudáveis (STUMPF et al., 2013b) ou com diferentes proporções de concentrado em dietas equilibradas (MACHADO et al., 2010). Os estudos demonstraram que a recuperação do quadro de estabilidade podia variar de uma a três semanas, dependendo do caso.

Dentre os fatores não nutricionais pesquisados, a instabilidade do leite foi maior em vacas com estágio de lactação prolongado (MARQUES et al., 2010b) e em situações de estresse calórico (ABREU et al., 2011; ABREU, 2015), mas não houve diferença significativa da instabilidade do leite entre quartos mamários saudáveis e com mastite subclínica (KOLLING, 2012).

As variações na metodologia e sua influência no Lina também foram pesquisadas. A concentração do álcool utilizada no teste é preponderante no resultado do mesmo, sendo que quanto maior a concentração, mais rígido é o teste. Tendo em vista as diferentes graduações utilizadas pelas indústrias e buscando-se adequar as metodologias da pesquisa, foi definido o nível de instabilidade do leite (ZANELA; MACHADO, 2009), que consiste no uso de diferentes graduações e avaliação do menor nível que cause Lina. Além disso, identificou-se que o pH da solução alcoólica devia ser corrigido para próximo da neutralidade (VIZZOTTO et al., 2012); e que a temperatura do leite (4 e 20°C) no teste não alterava a instabilidade do mesmo (MACHADO, 2010), mas o tempo entre a ordenha e análise poderia resultar em falsos positivos (RIBEIRO et al., 2008). A correlação entre o teste do álcool e a estabilidade térmica continua a ser questionada por alguns autores, chegando sempre a correlações baixas, não dando segurança nessa predição (CHAVEZ et al., 2004; MOLINA et al., 2001; NEGRI, 2002).

Devido às dificuldades na identificação do leite instável por parte dos técnicos e produtores rurais, foi desenvolvido um fluxograma para diagnóstico do Lina (ZANELA et al., 2015).

Além desses estudos, foram realizadas também pesquisas com derivados lácteos (ABREU, 2015; BARBOSA et al., 2006; RIBEIRO et al., 2006) e leite de outras espécies, como búfala (ZANELA, 2011) e cabra (MELLO et al., 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS: O FUTURO

A qualidade do leite produzido nas unidades de produção de leite é resultado de uma série de fatores relacionados aos sistemas de produção que interagem de forma complexa.

O Lina não é leite ácido, podendo apresentar acidez normal ou alcalina ( $\leq 18^{\circ}\text{D}$ ). Os fatores etiológicos do Lina e do leite ácido são diferentes e as formas de solução dos problemas também. De forma geral, o Lina é o resultado do desequilíbrio no sistema de produção de leite. O planejamento do manejo nos sistemas de produção, levando-se em conta as necessidades nutricionais das vacas leiteiras, a saúde, conforto e o bem estar dos animais é o princípio fundamental para a prevenção do Lina.

O teste do álcool não é um indicador preciso da qualidade do leite nas unidades de produção, pois não permite diferenciar o leite instável do leite ácido, levando à condenação de ambos. O alizarol possibilita a identificação do leite ácido, mas é bastante subjetivo se a acidez estiver pouco acima dos  $18^{\circ}\text{D}$ . A avaliação da acidez real do leite pode ser feita por meio dos testes de acidez titulável ( $^{\circ}\text{D}$ ), ou pH, mas esses testes não são adequados para serem realizados a campo pelo transportador.

Dessa forma, a Embrapa Instrumentação desenvolveu um equipamento para avaliar a qualidade do leite no momento da coleta do leite nas unidades de produção, e que está em fase de validação com a Embrapa Clima Temperado. Futuramente, espera-se que esse equipamento substitua o teste do álcool, garantindo maior confiabilidade na inspeção da qualidade do leite, reduzindo subjetividades e evitando condenações errôneas.

Com relação ao teste do álcool, a perspectiva futura é que ele não seja mais utilizado para condenar ou não a matéria prima, mas apenas como método auxiliar de avaliação do desequilíbrio no sistema de produção de leite.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. S. **Fatores nutricionais e não nutricionais que afetam a composição do leite bovino**. 2015. 271 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.

ABREU, A. S. **Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas Jersey**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.

ABREU, A. S.; FISCHER, V.; KOLLING, G. J.; STUMPF, M. T.; RAVAZI, E. O.; MASIERO, A.; MENDES, D. R.; SORATTO, J. A. B.; BORBA JR., I.; BONOTTO, R.; ROSSETTO, G. K.; ROSSETTO, T. K. Estresse calórico induzido por privação de acesso à sombra em vacas holandesas reduz a produção leiteira e a estabilidade térmica do leite. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE LECHE INESTABLE, 2., 2011, Colonia del Sacramento. **Anais...** Colonia del Sacramento.

ALDERSON, E. **Small scale milk collection and processing in developing countries**. E-mail conference. FAO 2000. Disponível em: <[www.fao.org/ag/aga/agap/lps/dairy/ecs/proceedings](http://www.fao.org/ag/aga/agap/lps/dairy/ecs/proceedings)>. Acesso em: 5 fev. 2004.

BARBOSA, R. S.; KROLOW, A. C. R.; RIBEIRO, M. E. R.; DELLINGHAUSEN, C.; ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; VON HAUSEN, L. J. O. Ensaio preliminares sobre o efeito do Leite Instável Não Ácido (Lina) na industrialização do queijo tipo minas frescal. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado.

BARBOSA, R. S.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; ZANELA, M. B.; STUMPF, M. T.; KOLLING, G. J.; SCHAFHÄUSER JR, J.; BARROS, L. E.; EGITO, A. S. Caracterização eletroforética de proteínas e estabilidade do leite em vacas submetidas à restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 4, p. 621-628, abr. 2012.

BARROS, L.; DENIS, N.; GONZÁLEZ, O.; GALAIN, C. Prueba del alcohol en leche y relación con calcio iónico. **Revista Prácticas Veterinarias**, Florida, v. 9, p. 315-318, 1999.

BLASQUES, F. C.; SILVA, F. A.; RIBEIRO JUNIOR, J. C.; GARCIA, D. T.; TAMANINI, R.; BELOTI, V. Ocorrência de leite instável não ácido (Lina) em três municípios da região norte do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 38., 2011, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMV, 2011. 1 CD-ROM.

BOTARO, B. G.; LIMA, Y. V. R.; CORTINHAS, C. S.; SILVA, L. F. P.; RENNÓ, F. P.; SANTOS, M. V. Effect of the kappa-casein gene polymorphism, breed and seasonality on physicochemical characteristics, composition and stability of bovine milk. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2447-2454, 2009.



BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002. Aprova e oficializa o Regulamento técnico de identidade e qualidade de leite cru e refrigerado. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 set. 2002. Seção 1, p. 13.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 62 de 29 de dezembro de 2011. Altera a Instrução Normativa MAPA nº51, de 18 de setembro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa nº 7 de 03 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, maio de 2016.

CHAVEZ, M.; NEGRI, L. M.; TAVERNA, M. A.; CUATRIN, A. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, n. 71, p. 201-206, 2004.

COSTABEL, L. M. Estudio de la relación entre aptitud a la coagulación por cuajo y prueba de alcohol en muestras de leche de vacas individuales. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE LEITE INSTÁVEL, 1., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

DONATELE, D. M.; VIEIRA, L. F. P.; FOLLY, M. M. Relação do teste de Alizarol a 72% (v/v) em leite “in natura” de vaca com acidez e contagem de células somáticas: análise microbiológica. **Revista Higiene Alimentar**, v. 7, n. 110, 2003.

FRUSCALSO, V.; STUMPF, M. T.; MCMANUS, C. M.; FISCHER, V. Feeding restriction impairs milk yield and physicochemical properties rendering it less suitable for sale. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 237-241, July/Aug. 2013.

GABBI, A. M. **Características do leite bovino produzido em sistemas de alimentação e de produção com diferentes aportes tecnológicos**. 2013. 139 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós Graduação em Zootecnia - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

KOLLING, G. J. **Influência da mastite na qualidade do leite e leite instável não ácido em diferentes quartos mamários.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) — Faculdade de Veterinária, UFRGS, Porto Alegre.

LOPES, L. C. **Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido (Lina) na região de Casa Branca, estado de São Paulo.** 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, São Paulo.

MACHADO, S. C. **Fatores que afetam a estabilidade do leite bovino.** 2010. 191 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MARQUES, L. T. **Ocorrência do leite instável não ácido (Lina) e seu efeito sobre a composição química e aspectos físicos.** 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R., STUMPF JR, W. ; MANZKE, N. E. Fornecimento de suplementos com diferentes níveis de energia e proteína para vacas Jersey e seus efeitos sobre a instabilidade do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia** (Online), v. 39, p. 2724 - 2730, 2010a.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; STUMPF JR., W.; RIBEIRO, M. E. R.; VIDAL, L. E. B.; RODRIGUES, C. M.; PETERS, M. D. Suplementação de vacas holandesa em estádio avançado de lactação. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1392-1398, 2010b.

MARQUES, L. T.; FISCHER, V.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JR., W.; RODRIGUES, C. M. Produção leiteira, composição do leite e perfil bioquímico sanguíneo de vacas lactantes sob suplementação com sal aniônico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1088-1094, 2011.

MARX, I. G.; LAZZAROTTO, T. C.; DRUNKLER, D. A.; COLLA, E. Ocorrência do leite instável não ácido na região oeste do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2011.

MELLO, F. A.; PINTO, A. T.; ZANELA, M. B.; SCHMIDT, V. Estabilidade térmica e ao álcool do leite de cabras Saanem e Alpina. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 2, p. 165-169, 2010.

MOLINA, L. H.; GONZALEZ, R.; BRITO, C.; CARRILLO, B.; PINTO, M. Correlation between heat stability and alcohol test of milks at a milk collection center. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 33, p. 233-240, 2001.

NEGRI, L.; CHAVEZ, M.; TAVERNA, M.; ROBERTS, L.; SPERANZA, J. **Factores que afectan la estabilidad térmica y la prueba de alcohol en leche cruda de calidad higiénica adecuada**. Informe técnico final Del proyecto. INTA EEA / Rafaela - INTI CITIL Rafaela, 2001.

NEGRI, L. M. **Estúdio de los factores fisicoquímicos de La leche cruda que inciden sobre La estabilidad térmica**. 2002. 169 f. Tesis (Magister em Ciencia y Tecnologia de los Alimentos) -Facultad de Ingenieria Quimica, Argentina.

OLIVEIRA, C. A. F.; LOPES, L. C.; FRANCO, R. C.; CORASSIN, C. H. Composição e características físicoquímicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 2, p. 508-515, 2011.

PACHECO, M. S. **Leite cru refrigerado do agreste pernambucano: caracterização da qualidade e do sistema de produção**. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco.

PRECORARI, M.; FOSSA E.; AVANZINI, G.; MARIAN, P. Milk with abnormal coagulation: acidity, chemical composition and observation on the metabolic profile of the cow. **Scienza e Tecnica Lattiero - Casearia**, Parma, v. 35, n. 4, p. 263-278, 1984.

PONCE CEBALLO, P.; AGUILERA, G. P. Síndrome de Leche Anormal: un enfoque integral sobre las alteraciones en las características físico-químicas de la leche en las condiciones de Cuba. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE LEITE INSTÁVEL, 1., 2009, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

PONCE, P. Caracterização da síndrome do leite anormal: um enfoque das suas possíveis causas e correção. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 4., 1999, Caxambu. **Anais...** São Paulo: Instituto Fernando Costa, 1999. p. 61-76.

RIBEIRO, M. E. R.; KROLOW, A. C. R.; BARBOSA, R. S.; DELLINGHAUSEN, C.; ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; VON HAUSEN, L. J. O. Ensaio preliminares sobre o efeito do Leite Instável Não Ácido (Lina) na industrialização do iogurte batido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 9., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Gráfica e Editora Talento, 2006.

RIBEIRO, M. E. R.; MARQUES, L. T.; ZANELA, M. B.; STUMPF JR., W.; FISCHER, V. **Nova metodologia para verificação do Leite Instável Não Ácido (Lina)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 203).

RIBEIRO, M. E. R.; BARBOSA, R. S.; ZANELA, M. B.; BITENCOURT, D.; MARQUES, L. T.; KOLLING, G. J. Leite Instável no Sul do Rio Grande do Sul, importância econômica e social. In: **Leche inestable. Desafios en el Cono Sur**. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República, 2014. v.1, p. 91-98.

ROMA JUNIOR, L. C. **Características quantitativas e qualitativas da proteína do leite produzido na região Sudeste**. 2008. 150 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, USP – Piracicaba.

SCHMIDT, F. A. **Efeito do suprimento das exigências de energia e/ou proteína na recuperação da instabilidade do leite ao teste do álcool**. 2014. 78 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal) - Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC – Lages.

SOBHANI, S.; VALIZADEH, R.; NASERIAN, A. Alcohol stability of milk and its relation to milk and blood composition in Holstein dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 80, Suppl. 1, 1998.

STUMPF, M. T.; FISCHER, V.; MCMANUS, C. M.; KOLLING, G. J.; ZANELA, M. B.; SANTOS, C. S.; ABREU, A. S.; MONTAGNER, P. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. **Animal**, v. 7, n. 7, p. 1137-1142, 2013a.

STUMPF, M. T.; FISCHER, V.; KOLLING, G. J.; ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; ABREU, A. S. Metabolic attributes, yield and stability of milk in Jersey cows fed diets containing sodium citrate and sodium bicarbonate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 5, p. 564-567, maio 2013b.

SUÑÉ, R. W. **A incidência de amostras de leite com reação positiva ao teste do álcool em diferentes concentrações na região da campanha do Rio Grande do Sul e a relação com a acidez titulável no acidímetro de Dornic.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2010. 13 p. (Embrapa Pecuária Sul. Documentos, 113).

THALER NETO, A.; FELIPUS, N. C.; WERNCKE, D.; ABREU, A. S.; FISCHER, V. Perfil das propriedades e ocorrência de leite instável não ácido na região do vale do braço do norte, sul do estado de Santa Catarina. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UDESC, 21., 2012. **Anais...** UDESC, 2012.

VIERO, V. **Efeito da suplementação com selênio no perfil bioquímico sanguíneo e características físico-químicas do leite normal e do leite instável não ácido.** 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 2008.

VIZZOTTO, E. F.; OLIVEIRA, E. R.; FISCHER, V.; ABREU, A. S.; STUMPF, M. T.; KOLLING, G. J.; WANDERER, M. pH da solução alcoólica usada no teste do álcool e sua influência na estabilidade do leite bovino. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE LEITE, 11., 2012. **Anais...** Goiânia: Embrapa Gado de Leite, 2012.

WERNCKE, D.; GABBI, A. M.; ABREU, A. S.; FELIPUS, N. C.; MACHADO, N. L.; CARDOSO, L. L.; SCHMID, F. A.; ALESSIO, D. R. M.; FISCHER, V. AND THALER NETO, A. 2016. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: abordagem multivariada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, n. 2, p. 506-516, 2016.

YOSHIDA, S. Studies in the Utrecht abnormality of milk in the Miyuki Dairy Farm. **Journal Japanese Applied Biology Science Hir. University**, v. 19, p. 39-54, 1980.

ZANELA, M. B. **Caracterização do leite produzido no Rio Grande do sul, ocorrência e indução experimental do Leite Instável Não Ácido (Lina).** 2004. 143 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, 2004.

ZANELA, M. B. **Relatório final do projeto:** Caracterização do sistema de produção, do perfil do consumidor e avaliação da qualidade do leite de búfala e seus derivados no Rio Grande do Sul. Embrapa Clima Temperado, 2011.

ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; BARBOSA, R. S.; MARQUES, L. T.; STUMPF JR, W.; ZANELA, C. Leite Instável Não Ácido e composição do leite de vacas Jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 835 - 840, 2006.

ZANELA, M. B.; MACHADO, S. C. Incidência do Leite Instável Não Ácido (Lina) no RS, Brasil. In: **Leite instável: avanços científicos e caminhos para inovações na América Latina**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. v. 1, p. 111-124.

ZANELA, M. B.; KOLLING, G. J.; RIBEIRO, M. E. R.; FISCHER, V. Análises de composição e estabilidade do leite ao álcool. In: LECHE INESTABLE. DESAFIOS EN EL CONO SUR. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República, 2014. v. 1, p. 9-16.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; FISCHER, V. Leite instável não ácido (Lina): do campo a industria. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 6., 2015. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2015. Minicurso.

# **A EVOLUÇÃO DA BIOTECNOLOGIA DA REPRODUÇÃO NO GADO LEITEIRO**

**Marcelo Marcondes Seneda; Paula Alvares Lunardelli; Camila Bizarro da Silva; Nathalia Covre da Silva; Fábio Morotti**

## **INTRODUÇÃO**

Atualmente, a parcela de contribuição do Brasil dentre os países latino americanos é de mais de 34 milhões de toneladas de leite, embora nosso potencial seja muito maior. O desenvolvimento de novas tecnologias deve agregar mais eficiência na cadeia produtiva do leite, desafio constante de diversos setores envolvidos no segmento. Um exemplo de melhora na eficiência das biotécnicas nos últimos anos é o acréscimo na produção e comercialização de embriões do setor leiteiro. Somente em 2015, a produção embrionária na cadeia leiteira atingiu o montante de 59,3% da produção no país, com substituição da produção *in vivo* para *in vitro* (IETS, 2015).

## **SELEÇÃO GENÉTICA PARA PRODUÇÃO DE LEITE E EFICIÊNCIA REPRODUTIVA**

Aumentar a eficiência produtiva de um rebanho é um dos grandes desafios para bovinocultura leiteira. No passado, os programas de seleção genética buscaram características essenciais para o aumento da produção de leite, com ganhos efetivos na quantidade e qualidade do leite, mas a eficiência reprodutiva foi desconsiderada. Nos anos recentes, diversos trabalhos foram apresentados para seguir com o aumento da produção de leite, mas agora também incrementando o desempenho reprodutivo, uma associação fundamental para a pecuária leiteira eficiente.

Levando em consideração a importância de um sistema de produção sustentável, intensivo e economicamente viável, alcançar a eficiência reprodutiva do rebanho leiteiro é determinante para os reflexos na rentabilidade pelo número de descendentes produzidos, o progresso genético e também pelo menor o intervalo entre lactações. Trata-se de um grande desafio, pois há uma baixa herdabilidade entre características de produção e reprodução. Destaca-se, portanto, a importância crucial de uma assistência reprodutiva de precisão, capaz de proporcionar a máxima eficiência de produção na menor área possível, além de respeitar os aspectos de conforto animal.

## CONDIÇÕES INTENSIVAS DE AMBIENTE, NUTRIÇÃO E MANEJO

Há poucas décadas, o setor leiteiro era constituído basicamente por sistema extensivo e os rebanhos mantidos a pasto. As exigências metabólicas eram menores e os fatores críticos eram constituídos por um manejo sanitário inadequado e muitas falhas reprodutivas, resultando em um contexto de baixa produtividade. A proposta estabelecida nos últimos anos foi um conjunto de estratégias para modificar todo esse contexto, visando alta eficiência produtiva e reprodutiva, além de proporcionar conforto animal e sustentabilidade ambiental. No entanto, em um primeiro momento, a intensificação excessiva do sistema voltou a submeter os animais a condições estressantes, agora por uma demanda metabólica muito alta. Este contexto causou uma diminuição da eficiência reprodutiva. Diante disso, novamente houve a constatação de que somente um conjunto equilibrado entre nutrição, ambiente, manejo, sanidade e reprodução poderia proporcionar as condições adequadas para cadeia produtiva do leite. Este é o contexto atual: a busca por um modelo capaz de proporcionar elevada eficiência de produção, com respeito ao bem estar animal, sem prejuízos ao meio ambiente e com as técnicas reprodutivas mais avançadas para a obtenção de gestações e melhoramento genético.

## USO DO SÊMEN SEXADO: HISTÓRICO, CONQUISTAS E DESAFIOS

Na pecuária leiteira, o bezerro macho comum possui pouco ou nenhum valor zootécnico se comparado à fêmea. Neste contexto, muitos estudos focaram em estratégias para favorecer o nascimento de descendentes do sexo desejado, e conseqüentemente aumentar a eficiência nos sistemas de produção.

Os primeiros estudos envolvendo o uso do sêmen sexado são datados a partir dos anos 80 quando Johnson e sua equipe relataram a eficiência da citometria de fluxo em separar os espermatozoides X dos Y com base na quantidade de DNA presente em cada célula espermática (SEIDEL JUNIOR, 2007). Atualmente, o uso do sêmen sexado representa uma ferramenta em escala comercial de alta aplicabilidade. Ainda há desafios para uma maior utilização do sêmen sexado. Por exemplo, há o descarte de um grande número de espermatozoides durante o processo de sexagem. Isto acarreta uma menor quantidade de células por dose ( $2 \times 10^6$  de espermatozoides/palheta), aumentando o desafio de manter a eficiência fecundante.

Inicialmente acreditava-se que esta baixa concentração espermática era o principal fator responsável pela menor fertilidade com sêmen sexado, ao se comparar às doses convencionais, também chamadas não sexadas (15



a  $20 \times 10^6$  de espermatozoides). No entanto, foi constatado que além da baixa concentração, também há um efeito importante da fertilidade individual de cada touro, ou seja, há reprodutores em que a fertilidade pode ser comprometida independente da dose ou opção sexado ou convencional (SEIDEL JUNIOR, 2007). Portanto, a recomendação atual para emprego do sêmen sexado é conhecer previamente se o touro mantém boa fertilidade mesmo com a redução na concentração espermática.

## **USO DO SÊMEN SEXADO NA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL (IA) E NA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)**

Geralmente, a taxa de concepção obtida com sêmen sexado é de 50% a 60% dos índices obtidos com sêmen convencional nas vacas, e de 70 a 90% do convencional em novilhas (BUTLER et al., 2014). Como há uma redução na fertilidade empregando este tipo de sêmen, atualmente são sugeridas algumas estratégias para melhorar as taxas de concepção nos programas de inseminação que utilizam o sêmen sexado. Primeiramente, preconiza-se o uso deste sêmen em novilhas e no máximo nos três primeiros serviços devido à maior fertilidade. Nos programas de IA com observação de cio, as maiores taxas de concepção foram alcançadas com IA sendo realizada entre 16 a 24h após o início do cio (SÁ FILHO et al., 2010). Finalmente, nos programas de IATF os melhores índices foram alcançados com a deposição do sêmen 60h após remoção da fonte de progesterona (SALES et al., 2011).

## **USO DE EMBRIÕES PRODUZIDOS *IN VIVO* E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL**

A inseminação artificial é conhecida como a técnica mais simples e de mais baixo custo da biotecnologia da reprodução. Contudo, raças leiteiras europeias, sob condições de altas temperaturas e umidade, apresentam falhas na ciclicidade e na demonstração de cio, o que compromete os resultados da IA. Além disso, os gametas podem sofrer degeneração no verão extremo (CHEBEL et al., 2008), o que faz da transferência de embriões produzidos *in vivo* (TE) uma estratégia que permite evitar os efeitos deletérios deste período, proporcionando maiores índices produtivos do que a IA (VASCONCELOS et al., 2011).

Na IA, multiplica-se a genética de touros selecionados. Na produção de embriões, por sua vez, gera-se também descendentes de fêmeas de alto mérito genético, incrementando o melhoramento a cada geração, de forma qualitativa e quantitativa (MARINHO; SENEDA, 2012).

Assim, por oferecer maiores índices de prenhez e mais vantagens econômicas, além de acelerar o ganho genético entre gerações, muitas pro-

priedades leiteiras têm substituído parcial ou totalmente a IA pela transferência de embriões (MARINHO et al., 2012).

## **PRODUÇÃO *IN VITRO* DE EMBRIÕES SEXADOS**

Apesar do rápido desenvolvimento da técnica desde o seu surgimento no final dos anos 80, até recentemente a produção *in vitro* de embriões (PIVE) era utilizada apenas como último recurso, quando as técnicas tradicionais falhavam. Contudo, os altos ganhos genéticos proporcionados aos rebanhos, a obtenção de maior número de prenhez em relação à produção *in vivo* e a redução de custos têm contribuído para fazer da PIVE uma opção muito utilizada nas propriedades leiteiras.

Até poucos anos atrás, alguns obstáculos impediam a utilização da PIVE em larga escala em gado leiteiro. Um deles era o grande número de bezerras nascidas do sexo indesejado, aumentando muito o custo de produção destes animais. Com tais obstáculos superados, além do maior ganho genético da PIVE quando comparada à IA, é possível ainda reduzir o número de receptoras necessárias para o número desejado de bezerras nascidas, além de utilizar o sêmen sexado de touros de baixa fertilidade.

## **CRIOPRESERVAÇÃO DE EMBRIÕES BOVINOS PRODUZIDOS *IN VITRO***

A criopreservação de embriões bovinos gerados *in vivo* possui protocolos muito bem estabelecidos e eficazes, por meio do processo de congelamento lento, permitindo o armazenamento e fácil transporte de embriões, ampliando a disseminação de material genético. Entretanto, embriões PIV são mais suscetíveis aos danos causados pelo reaquecimento quando comparados aos produzidos *in vivo*, por apresentarem maior acúmulo lipídico no citoplasma (ABE et al., 2002). Por esse motivo, foi criada a vitrificação, técnica mais rápida e menos dispendiosa, para que se obtenha uma taxa de prenhez aceitável.

Alternativas têm sido empregadas com sucesso visando a delipidação física ou química dos embriões e assim aumentar a criotolerância embrionária e taxas de prenhez à vitrificação. Uma outra alternativa desenvolvida foi o método de transferência direta, que permite a transferência do embrião PIV sem a necessidade do descongelamento lento, tornando-se uma das técnicas mais promissoras no campo da biotecnologia da reprodução (SANCHES et al., 2016).

## DESAFIOS DA PRODUÇÃO *IN VITRO*

A técnica da produção *in vitro* compreende uma quantidade de etapas superior às necessárias *in vivo*. Deste modo, faz-se necessária mão-de-obra capacitada, para que seja possível a obtenção de resultados eficientes nas condições controladas de laboratório. Devido aos custos fixos de equipamentos, materiais e profissionais de laboratório, a quantidade de embriões produzidos determina a viabilidade comercial da técnica (MARINHO et al., 2013).

Pelas diferenças metabólicas e morfológicas quando comparados aos produzidos *in vivo*, as taxas de prenhez são menores na produção *in vitro* de embriões. Ainda, os processos de criopreservação e reaquecimento são mais críticos para os embriões PIV. Desta forma, o uso de embriões *in vitro* criopreservados deve ser muito criterioso. O incremento genético deve ser considerado em conjunto com a necessidade de adequada taxa de prenhez do rebanho, para garantir a produção leiteira na propriedade. O aspecto mais vantajoso dos embriões produzidos *in vitro* refere-se ao amplo êxito do uso de sêmen sexado nesta biotécnica. No atual contexto, a eficiência do sêmen sexado na produção *in vivo* é insatisfatória. Desta forma, caso o proposta seja associar transferência de embriões e sêmen sexado, a melhor estratégia no momento é a técnica de produção *in vitro*. O uso de embriões PIVE criopreservados ou sexados de fêmea tem uma indicação bem específica para reposição de doadoras e melhoramento genético do rebanho. A IA com sêmen sexado e embriões produzidos *in vivo* são biotécnicas igualmente interessantes, podendo haver associação entre todas, para garantir a produção leiteira, a eficiência reprodutiva e o incremento genético.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil é, neste momento, o país com maior potencial de multiplicar sua produção leiteira. Entre os países grandes produtores e aqueles com condições muito rudimentares, nós estamos com todas as ferramentas necessárias para alavancar nossa produtividade para patamares muito superiores aos atuais. Para tanto, é necessário um real engajamento de produtores, cientistas, profissionais de agrárias, indústria e comércio. No contexto da reprodução, todas as técnicas estão satisfatoriamente estabelecidas, bastando que sejam adequadamente aplicadas.

## REFERÊNCIAS

- ABE, H.; YAMASHITA, S.; SATOH, T.; HOSHI, H. Accumulation of cytoplasmatic lipid droplets in bovine embryos and cryotolerance of embryos developed in different culture systems using serum-free medium or in serum-containing medium. **Molecular Reproduction and Development**, v. 61, p. 57-66, 2002.
- BUTLER, S. T.; HUTCHINSON, I.A.; CROMIE, A. R. Applications and cost benefits of sexed semen in pasture-based dairy production systems. **Animal**, v. 8, p. 165-72, 2014.
- CHEBEL, R. C.; DEMÉTRIO, D. G. B.; METZGER, J. Factors affecting success of embryo collection and transfer in large dairy herds. **Theriogenology**, v. 69, p. 98-106, 2008.
- INTERNATIONAL EMBRYO TRANSFER SOCIETY (IETS). Statistics of Embryo Collection and Transfer in Domestic Farm Animals. **Embryo Transfer Newsletter**, v. 33, p. 14, 2015.
- MARINHO L. S. R.; MACHADO, F. Z.; SENEDA, M. M. Strategies to improve the reproductive efficiency of dairy cattle. In: HERNANDEZ, C. T. **Dairy Cattle: Reproduction, Nutritional Management and Disease**. New York: Nova Publishers, 2013. v. 1, p. 127-148.
- MARINHO, L. S. R.; SENEDA, M. M. Novas aplicações do uso de embriões produzidos *in vitro* (PIV). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 5., 2012, Londrina. **Anais...** Disponível em: < <http://www.siraa.com.br/edicoes/5o-simposio-internacional-de-reproducao-animal-aplicada> > .
- MARINHO, L. S. R.; UNTURA, R. M.; MOROTTI, F. Large-scale programs for recipients of *in vitro*-produced embryos. **Animal Reproduction**, v. 9, p. 323-328, 2012.
- SÁ FILHO, M. F.; AYRES, H.; FERREIRA, R. M. Strategies to improve pregnancy per insemination using sex-sorted semen in dairy heifers detected in estrus. **Theriogenology**, v. 74, p. 1636-642, 2010.
- SALES, J. N.; NEVES, K. A.; SOUZA, A. H. Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. **Theriogenology**, v. 76, p. 427-35, 2011.
- SANCHES, B. V.; LUNARDELLI, P. A.; TANNURA, J. H. A new direct transfer protocol for cryopreserved IVF embryos. **Theriogenology**, v. 85, n. 6, p. 1147-1151, 2016.

SEIDEL JÚNIOR, G. E. Overview of sexing sperm. **Theriogenology**, v. 68, p. 443-46, 2007.

VASCONCELOS, J. L. M.; JARDINA, D. T. G.; SÁ FILHO, O. G.  
Comparison of progesterone-based protocols with gonadotropin releasing hormone or estradiol benzoate for timed artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows. **Theriogenology**, v. 75, p. 1153-1160, 2011.

# HISTÓRICO E PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO DE FORRAGEIRAS

Daniel Portella Montardo

## INTRODUÇÃO

O melhoramento genético de forrageiras é de extrema importância para que sejam disponibilizadas cultivares que atendam de maneira adequada as demandas dos produtores rurais. No entanto, esse trabalho precisa estar intimamente relacionado com os sistemas de produção de sementes e com o próprio mercado consumidor dessas sementes. Todos são elos interdependentes de uma grande cadeia. É provável que a falta desse olhar mais sistêmico seja a causa principal de, por tantos anos, não terem sido lançadas novas cultivares para a região sul do Brasil. O grande investimento da Embrapa e parceiros, desde o início dos anos 2000, aliado à alterações na legislação de sementes e ao recente aumento de investimentos privados veem revertendo essa situação, com o lançamento de várias cultivares. Espera-se que o fortalecimento dos sistemas de produção de sementes e o amadurecimento do mercado consumidor permita a consolidação dessa importante cadeia, propiciando contribuições de maneira constante e duradoura à pecuária leiteira do sul do Brasil.

A disponibilidade de forragens em boa quantidade, qualidade e com custos de implantação e manutenção viáveis é condição fundamental para o sucesso de qualquer sistema de produção de leite. Neste ponto reside a importância do melhoramento genético de forrageiras, uma vez que sempre é necessário desenvolver pastagens que sejam adaptadas a diferentes regiões, condições ambientais e sistemas de produção. Apesar das condições ambientais serem relativamente constantes em uma mesma região, com certa frequência vemos as regiões produtoras sendo deslocadas para outras regiões, por conta de pressões econômicas, novas tecnologias, condições sociais, etc, que geram novas oportunidades e dificuldades a serem superadas. Os próprios sistemas de produção estão cada vez mais dinâmicos e exigentes em soluções “particulares”. Todo esse contexto dinâmico da realidade demanda, incessantemente, adaptações dos diferentes subsistemas de produção, entre os quais, o subsistema de produção de forragens. Desse modo, bons programas de melhoramento genético de forrageiras tentam apreender essa diversidade de demandas e disponibilizar cultivares cada vez mais adaptadas a essas diferentes realidades. Além disso, também é de fundamental importância considerar os sistemas que produzirão as sementes dessas novas cultivares,

pois esses sistemas de produção precisam ser viáveis e competitivos, de modo que possam oferecer sementes de qualidade e com preços aceitáveis pelos consumidores finais das mesmas. Portanto, o sucesso de um programa de melhoramento genético de forrageiras se dá à medida em que este realmente se conecta com a realidade. Com isso em mente, se consegue entender melhor o histórico, e a partir da análise do mesmo, propor novas maneiras de se fazer o melhoramento genético de forrageiras e assim, efetivar nossas perspectivas.

## **TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS**

- Histórico – na região Sul do Brasil, o trabalho de avaliação e melhoramento de forrageiras começou voltado para os sistemas de produção de gado de corte, visto que a pecuária leiteira era muito insipiente na maioria das regiões até a década de 1970. Naquele contexto, o trabalho foi quase que exclusivamente com espécies forrageiras de inverno, pois se tinha o entendimento que, durante a estação quente do ano, os campos naturais apresentavam boa produção e qualidade. Muitos recursos foram aplicados em programas de avaliação e melhoramento de forrageiras em instituições públicas, como Instituto de Pesquisas Zootécnicas da Secretaria da Agricultura do RS (atual FEPAGRO), EMPASC (atual EPAGRI, em SC), EMBRAPA e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Várias cultivares forrageiras foram desenvolvidas e lançadas, como São Gabriel (cornichão), EPAGRI 312 e IPZ Farroupilha (festuca), Dactylis IPZ-RS (capim dos pomares), Falaris IPZ-RS (falaris), BR1-Bagé, Jacuí e Guaíba (trevo branco), Santa Tecla (trevo vesiculoso), EMPASC 301 e 304 (azevém). Todas essas eram boas cultivares, mas não conseguiram se manter no mercado e foram perdidas porque não havia um sistema sólido de produção de sementes. A produção de sementes formal competia com a informal, e o consumidor dessas sementes priorizava preço em detrimento de qualidade. Destaco que naquela época não eram cobrados “royalties” sobre as cultivares. Apenas o custo de produção dessas sementes era maior porque era formal e respeitava um padrão mínimo de qualidade, fatores não considerados no sistema informal. A partir de então, investimentos em melhoramento genético de forrageiras foram muito escassos por quase 30 anos, e a região sul do Brasil praticamente não viu nenhuma nova cultivar sendo lançada até meados da década de 2000-2010.

- O Melhoramento Genético de Forrageiras não é uma Ilha – ao desenvolver uma nova cultivar, o melhorista precisa conhecer muito bem para que ambiente/sistema de produção ele está trabalhando. Quais as características a serem selecionadas que mais impactam esse ambiente/sistema de produção?

O que deve ser priorizado na seleção? Mas além disso, ele também deve se perguntar onde e como serão produzidas as sementes? Conjugado com quais outras culturas? Em que sistemas de produção? Ele tem que lembrar que a produção de sementes da nova cultivar tem que ser viável comercialmente para alguém em algum lugar, pois, via de regra, não é a sua instituição que vai produzir as sementes para abastecer o mercado. Muitas vezes, o que é bom para o produtor de leite (consumidor das sementes) não é bom para o produtor de sementes. Por exemplo: uma cultivar pode ser espetacular na produção de forragem, e apresentar uma produção de sementes muito pequena, até porque essas características são antagônicas em muitas espécies forrageiras. Nesse caso, o rendimento de sementes de uma determinada área é muito menor, mas com praticamente os mesmos custos de produção de uma cultivar que produz mais sementes. Obviamente, um mesmo saco de sementes dessa cultivar selecionada para alta produção de forragem vai ser muito mais caro, e muitas vezes será preterido pelo consumidor. Não tendo muitos consumidores dispostos a pagar mais pela cultivar, o produtor de sementes deixa de produzir essa cultivar e o melhorista fica com uma excelente cultivar sem ser ofertada. Outro exemplo muito comum é o desejo, por parte dos produtores de leite, de terem cultivares de ciclo mais longo, pois geralmente produzem mais e mantém a qualidade da pastagem por mais tempo. No entanto, os produtores de sementes preferem cultivares de ciclo curto, pois assim eles podem colher as sementes mais cedo e entrar com nova lavoura em sucessão. Portanto, o melhorista precisa considerar tanto as características do ambiente e do sistema “produtor” quanto “consumidor” das sementes.

- O Melhoramento Genético de Forrageiras não é monoespecífico – ao contrário das grandes culturas, como soja, milho, trigo, etc, em geral o melhorista de forrageiras não trabalha com uma única espécie. É que no caso de forrageiras, o objetivo maior é produzir alimento para os animais. Não importa muito se é com azevém ou com aveia-preta, com trevo branco ou trevo vermelho, com capim sudão ou com milheto. No caso do melhoramento de soja, por exemplo, tudo o que for preciso melhorar, tem que ser dentro de soja. Temos que ter cultivares tolerantes a estiagem e tolerantes ao encharcamento, de ciclo curto e de ciclo longo, com qualidade de grão e com alto teor de óleo, etc. No caso de forrageiras, muitas vezes é mais fácil usar um trevo branco e um capim lanudo para áreas úmidas, e um cornichão e uma aveia forrageira para áreas mais secas, do que selecionar qualquer uma das espécies para ambas as condições ambientais. Desse modo, um bom programa de melhoramento de forrageiras consegue atender a diferentes demandas se utilizando também das características particulares das diferentes



espécies. Por outro lado, ao desenvolver uma nova cultivar de uma determinada espécie, deve-se ter em mente que ela irá “competir” com outras cultivares da mesma espécie, mas também com cultivares de outras espécies forrageiras que se adequem aos mesmos ambientes e sistemas de produção. Novamente, deve-se considerar se a outra espécie “substituta” não possui diferenciais determinantes para a escolha do consumidor, como por exemplo, a capacidade de produzir sementes a um custo menor.

- A produção de sementes tem que ser formal – para que um programa de melhoramento possa se manter disponibilizando novas cultivares mais produtivas e adaptadas aos diferentes ambientes e sistemas de produção, é necessário um sólido sistema de produção de sementes. Deve-se considerar que: as normas de produção e padrões de qualidade oficiais são bastante rígidas para espécies forrageiras no Brasil; muitas espécies forrageiras ainda apresentam características de espécies selvagens, como deiscência e dormência de sementes; não existem herbicidas, fungicidas e inseticidas registrados para a maioria das espécies forrageiras; o ciclo de produção da maioria das espécies forrageiras de inverno invade o verão, comprometendo duas safras em uma mesma área. Sabendo-se que, além de tudo isso, o sistema de produção de sementes forrageiras ainda acaba competindo com um sistema informal, é necessário que toda a cadeia valorize e contribua para que o mesmo se estabeleça e se consolide. Uma das coisas mais importantes para a consolidação de um sistema de produção de sementes forrageiras é a previsibilidade. Os produtores de sementes precisam ter uma previsão do tamanho do mercado para ajustar as quantidades a serem produzidas. Assim, quanto mais formal for o sistema, melhor é a previsibilidade, pois se tem uma relação oficial de todos os campos de produção de sementes. Em um mercado com elevada informalidade, em anos bons ocorre um excesso de produção de sementes e os preços caem muito abaixo dos custos de produção, prejudicando ainda mais o mercado formal. Isso leva à uma amplificação da oscilação de oferta e preço normalmente verificada em função de variações meteorológicas de ano para ano, o que não costuma ser bom para ninguém.

- Os produtores rurais precisam valorizar – apesar da lei permitir a produção própria de sementes, e mesmo a produção por meio de cooperativas, é importante que os produtores rurais adquiram a cultura de comprar as sementes forrageiras, ou pelo menos equilibrar um pouco mais a compra de sementes com a produção própria. Além de contribuir para consolidar o sistema formal de produção de sementes, a compra de sementes no sistema formal traz outras vantagens, entre as quais a garantia da qualidade genética, física e fisiológica das sementes. Assim o produtor tem condições de saber

as características da cultivar adquirida, como ciclo, potencial de produção, recomendações de manejo, resistência a doenças, etc, o que auxilia no planejamento forrageiro da sua propriedade. Além disso, garante que não sejam introduzidas ou ampliadas plantas indesejadas, pragas e doenças nas suas áreas. E por fim, com alta qualidade fisiológica, garante um estabelecimento mais rápido e uma antecipação no uso da pastagem. Adicionalmente, é preciso destacar que a maioria das espécies forrageiras é alógama, com uma variabilidade genética intrapopulacional relativamente alta, e que responde muito rapidamente à pressões de seleção, mesmo involuntárias. Assim, bastam poucos anos de uma produção própria sob determinadas condições para que características sejam perdidas, alteradas ou adicionadas às plantas resultantes desse processo. Isso inclui variações no ciclo, sensibilidade à fatores bióticos e abióticos, tolerância à químicos, entre outras.

- A Embrapa e Parceiros Estão Fazendo Sua Parte – desde 2001 a Embrapa percebeu o vazio em termos de disponibilização de novas cultivares forrageiras para a região sul do Brasil, e vem investindo na ampliação e consolidação de programas de melhoramento genético. Contratou alguns pesquisadores ainda naquela época e, em função das oportunidades, da aprovação de projetos importantes, das perspectivas em função da “nova” lei de sementes de 2003, e da consolidação de parcerias, vem investindo mais a cada ano nesse setor, com novas contratações de pesquisadores e outros colaboradores, mais disponibilização de recursos via projetos, e na formatação de um arranjo de projetos de melhoramento genético, tecnologia e produção de sementes, manejo forrageiro e transferência de tecnologias. O esforço culminou com o lançamento de oito novas cultivares de sete espécies diferentes, com seis novas cultivares em fase de pré-lançamento e ainda outras novas cultivares em diferentes fases do programa de melhoramento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A consolidação e ampliação do melhoramento genético de forrageiras no sul do Brasil ainda é dependente de uma consolidação do sistema de produção de sementes e do mercado (consumo formal). Mas pode-se dizer que o sistema, como um todo, está em evolução. A participação de empresas privadas, nacionais e estrangeiras, nesse mercado é crescente, o que reforça as boas perspectivas em termos de disponibilização de bons materiais e a adoção crescente de sementes produzidas no sistema formal. Isto está também concorrendo para o estabelecimento de regiões/ambientes mais propícios para uma produção de sementes mais competitiva, específica para cada espécie ou conjunto de espécies, independentemente dos limites estaduais, regionais ou mesmo nacionais. Deverá se tornar cada vez mais comum que

as sementes sejam produzidas em regiões distintas, e até mesmo distantes, de onde serão utilizadas, o que exigirá uma atenção cada vez maior por parte dos melhoristas.

Quanto à perspectiva do melhoramento de forrageiras para o setor leiteiro, entendo que já nos próximos dois anos se completará um conjunto bastante amplo de opções forrageiras de ciclo anual de gramíneas e de ciclo anual e perene de curta duração de leguminosas. A partir daí, os esforços deverão se concentrar em novas cultivares anuais de gramíneas, com variação de ciclo, maior potencial produtivo e tolerância a fatores bióticos e abióticos, bem como em gramíneas perenes multiplicadas por sementes, com destaque para cultivares de espécies nativas, que apresentem boa persistência, tolerância ao frio e ao pastejo, produção de forragem bem distribuída ao longo do ano, e que admitam a sobresemeadura de espécies forrageiras de inverno.

# QUALIDADE, SEGURANÇA E INTEGRIDADE EM LÁCTEOS NO BRASIL: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Rogério Dereti; Marcelo Bonnet

## INTRODUÇÃO

Qualidade, segurança e integridade são conceitos por si só desafiadores, dada sua abrangência e complexidade sob o ponto de vista da ciência de alimentos. O desafio é maior ainda quando esses conceitos se aplicam aos produtos lácteos. A cadeia de produção do leite envolve fatores determinantes da qualidade, segurança e integridade que incluem desde o solo da fazenda de produção, passando pela água, alimentos do gado, estado sanitário do rebanho e de cada vaca em lactação, práticas de ordenha, armazenamento na fazenda, nível socioeconômico do produtor, transporte, beneficiamento na indústria, até o ponto de venda e o destino final. Logo, a complexidade da cadeia produtiva e as características intrínsecas do leite requerem controles dinâmicos, incisivos e impreteríveis ao longo de toda a cadeia. Essencialmente, estes consistem em imposição de máximas condições higiênico-sanitárias desde o campo, associadas à rigorosa refrigeração para controle do desenvolvimento microbiano. É fundamental, portanto, que haja uma abordagem estratégica e metodologicamente rigorosa para a obtenção de lácteos de alta qualidade ao final de todas as etapas. Para que se façam inferências sobre as perspectivas frente ao tema, é importante uma breve reflexão acerca de algumas questões que estão no topo da agenda dos desafios para a qualidade, segurança e integridade em lácteos (FAO. OMS, 2004).

Do ponto de vista normativo, devem ser observados e exercitados programas preventivos, proativos e sistemáticos ao longo de toda a cadeia produtiva, ou seja, do campo à mesa do consumidor. São eles as Boas Práticas Agropecuárias (BPA), os Procedimentos Padronizados de Higiene Operacional (PPHO), as Boas Práticas de Fabricação (BPA) e o Sistema de Análise de Perigos, Pontos Críticos de Controle (APPCC). Enquanto os três primeiros enfocam os amplos atributos de qualidade dos alimentos, constituindo coletivamente o tripé do Programa de Pré-Requisitos (PPR) para a adequada produção de alimentos, o sistema APPCC assenta-se sobre este tripé, dedicando-se apenas e especificamente ao controle e gestão dos atributos de segurança biológica, química e física dos alimentos. A adoção integrada e sistemática desses programas é condição universal, inexorável, incondicional e inegociável para a produção de alimentos íntegros e maximamente seguros, especialmente para a complexa cadeia de lácteos (FAO. IDF, 2013).

Como resultado das limitações e problemas quanto à adequada observância dos programas de qualidade e segurança na produção, a qualidade média do leite brasileiro ainda é baixa, o que gera produtos com valor comprometido, e ameaça a competitividade do setor em níveis nacionais e internacionais (MORE, 2009). Esse fato prejudica a saúde pública nacional, não somente sob o aspecto nutricional, mas também quanto a implicações toxicológicas advindas de produtos contaminados acidental ou deliberadamente.

Esse quadro limitante decorre de um conjunto fundamental de elementos causais primários multidimensionais e frequentemente interdependentes. Apesar das melhorias nacionais importantes nos últimos anos, ainda há preocupante precariedade dos níveis rurais de escolaridade, saneamento básico, eletrificação e de acesso viário, o que é particularmente danoso à cadeia de lácteos. Tais limitações devem ser atacadas estrategicamente, considerando-se a variabilidade de condições nacionais. Isso requer especial e crescente cuidado na implantação de programas de capacitação a campo, incluindo propostas inovadoras como a introdução e o exame cuidadoso de etapas diagnósticas, a exemplo da experiência do Projeto Protambo, que inclui o desenvolvimento de abordagem de diagnóstico de Boas Práticas na Pecuária de Leite, com vistas ao estabelecimento de planos de ação para correção de não-conformidades, tomando como base o Guia de Boas Práticas da FAO-IDF (DERETI; ZANELA, 2015). O diagnóstico das condições e práticas efetivamente encontradas nas fazendas é fundamental para o envolvimento crítico e motivação dos produtores para as mudanças de comportamento, que se iniciam com reflexão e passam pela construção de uma percepção do valor da inovação por parte dos adotantes (DERETI, 2009). Além da constatação efetiva das condições de infraestrutura por ventura limitantes à adoção de Boas Práticas. Esta forma de atuação raramente é exercitada nos programas públicos e privados nacionais e mesmo internacionais. De fato, no que diz respeito ao Brasil, não deve ser rejeitada a hipótese de que os níveis de correspondência entre principais programas nacionais e o Guia de Boas Práticas da FAO deixam a desejar (COSTA, 2016).

## **INDICADORES DE QUALIDADE DO LEITE**

Os principais indicadores de qualidade do leite são a Contagem Total de Bactérias (CTB), a Contagem de Células Somáticas (CCS) e a quantificação do teor de sólidos. Nesse contexto, cabe aos laboratórios da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite (RBQL), mediante as análises conduzidas e seus resultados, a imprescindível adoção dos programas de controle pelos atores do continuum produtivo, conceito este alinhado a diretrizes mundialmente preconizadas (MAPA, 2002, 2011).

Os valores de CTB tendem a aumentar na medida em que ocorrem desvios nos protocolos higiênico-sanitários de ordenha, refrigeração, acondicionamento e transporte do leite cru, bem como falhas de processamento para obtenção de derivados. De forma geral, altos valores de CTB causam prejuízos ao setor, ameaçando sua competitividade. Ao contrário do observado para CCS, redução estatisticamente significativa ( $> 1 \log_{10} \text{UFC.mL}^{-1}$ ) nos valores de CTB no leite cru pode ser conseguida em curto prazo, bastando, para isso, cuidadosa observância dos protocolos fundamentais de higiene desde a ordenha (HAMMER; BABEL, 1957). Além disso, deve ser considerada a natureza não discriminatória da CTB via citometria de fluxo, visto que ela, no Brasil, não tem explorado a quantificação diferenciada de grupos bacterianos relevantes para a qualidade e segurança do leite e dos produtos lácteos decorrentes (ABOUELNAGA et al., 2016; BONNET; IVY et al., 2012; MELLO et al., 2016; MONTVILLE, 2005).

Entre os grupos bacterianos relevantes, e que deveriam ser considerados a ser examinados pela RBQL, citam-se as bactérias psicrófilas, que crescem a temperaturas entre 20-40 °C, mas também crescem, ainda que mais lentamente, sob temperaturas de refrigeração, produzindo proteases e lipases extracelulares, ambas resistentes à pasteurização branda ou intensa, prejudicando a vida de prateleira do leite pasteurizado ou ultrapasteurizado (UHT), reduzindo o rendimento na fabricação de queijos e outros fermentados, e comprometendo fortemente o sabor do leite e derivados.

A pesquisa do grupo coliforme também é importante tanto na matéria-prima como na água, pois indica falhas higiênico-sanitárias grosseiras ao longo do processo produtivo, visto estar associado à contaminação fecal recente, direta ou indireta. Além de serem os coliformes deteriorantes em si, indicam a possível presença de patógenos entéricos graves (como *Salmonella spp.*).

É importante considerar vários grupos de bactérias de alta patogenicidade para eventual controle no leite cru analisado pela RBQL, mesmo se considerando que a pasteurização do leite poderia destruí-los. Dentre estes grupos citam-se *Staphylococcus aureus*, possível produtor de enterotoxinas, mas também implicado como possível agente etiológico da mastite (MELLO et al., 2016); *Listeria monocytogenes*, patógeno infeccioso ubíquo e recalcitrante, e altamente responsivo a condições de estresse, sendo associado a elevada morbidade e letalidade (BONNET et al., 2006); alguns *Bacillus sp.* (destacando-se *B. cereus*) e, mais recentemente, estirpes shiga-toxigênicas de *E. coli*.

O grupo dos organismos termofílicos é resistente à pasteurização do leite ou mesmo à ultrapasteurização, podendo causar tanto doenças de origem alimentar como a deterioração de produtos (HAMMER; BABEL, 1957). O subgrupo termofílico especial refere-se aos esporos bacterianos (SCHELDEMAN, 2005), de elevada, ou extremamente elevada, resistên-

cia a altas temperaturas [como *Bacillus sporothermodurans*, que apresenta  $D_{140^{\circ}\text{C}} = 3,4 - 7,9$  s, portanto foco de preocupação mundial em produtos UHT (SCHELDEMAN, 2006)], bem como a agentes químicos, como sanitizantes (FAILLE, 2013). Assim, os esporos bacterianos, além de possíveis deteriorantes e/ou patógenos, constituem indicadores importantes de eficácia de protocolos de higiene e sanitização em alimentos, e a adequação sanitária dos equipamentos de processamento (JINDAL et al., 2016). Fica evidente, portanto, a importância e necessidade de pesquisa também desses grupos de microrganismos no leite cru brasileiro, no âmbito das determinações correntes de CTB, bem como nos diferentes produtos processados, a exemplo do que é feito rotineiramente em vários laboratórios no mundo (MONTANARI et al., 2004; MORENO SWITT et al., 2014).

A enumeração das células somáticas (CCS) eliminadas no leite ordenhado é positivamente correlacionada com a prevalência de mastite nos quartos mamários dos animais produtores. A CCS é usada para estimar correlações positivas com perdas de produção e orientam economicamente as decisões relativas ao controle da mastite nas formas clínicas e subclínicas. Além da capacidade indicadora da sanidade animal e dos custos da atividade primária, a CCS é importante para a qualidade do leite e seus produtos, pois as células somáticas contêm lipases e proteases resistentes a temperaturas elevadas, comprometendo irremediavelmente a qualidade do leite e o rendimento de seus produtos (SANTOS et al., 2003).

Um dos desafios nacionais em relação à CCS, tomada como importante variável indicadora de qualidade - e, portanto, para orientar a remuneração dos produtores - é a evolução da forma de sua avaliação. Enquanto as normativas nacionais enfocam medidas isoladas e limites relativamente estanques (MAPA, 2011), a comunidade europeia estuda adotar limites de acordo com as médias estacionais e aplica fatores de correção para rebanhos, considerando múltiplas medições, no âmbito de programas dinâmicos e integrados de saúde animal (MORE et al., 2013). Esta conduta decorre da multiplicidade de fatores associados à mastite e suas formas, e conseqüentemente aos valores de CCS, e objetiva mitigar eventuais interpretações errôneas da real condição sanitária do rebanho. Medidas e programas isolados, conduzidos sem a devida consideração de outros fatores relacionados, levam a decisões inconsistentes e prejudicam a cadeia (VAN SOEST et al., 2016). Ainda que o monitoramento rotineiro da CCS pelos laboratórios seja de inquestionável e crescente importância, a redução das elevadíssimas médias de CTB prevalentes no leite cru brasileiro é criticamente urgente e prioritária, sob pena de continuar a ameaçar as melhores intenções de controle nacional da mastite.

A quantificação dos sólidos principais do leite (gordura, proteína, lactose e minerais, além do correspondente extrato seco) indica o perfil nutri-

cional do leite e o rendimento quantitativo de seus produtos. Por isso, sua determinação é importante para os programas de pagamento do leite por qualidade, sendo alvo de ampla legislação específica nacional (MAPA, 2011) e internacional. Além disso, o exame dos sólidos principais constitui importante ferramenta para os programas de melhoramento genético de rebanhos nas diversas regiões brasileiras, em particular no tocante ao desejável incremento nos teores e na qualidade nutricional da proteína e da gordura do leite obtido.

## **O PLANO NACIONAL DE CONTROLE DE RESÍDUOS E CONTAMINANTES BIOLÓGICOS (PNCRB)**

Conduzido pelo MAPA, o PNCRB constitui o programa oficial brasileiro internacionalmente reconhecido para controle de diversos resíduos e contaminantes químicos em alimentos. Entre estas substâncias, citam-se os resíduos de várias drogas veterinárias (antibióticos, antiparasitários, promotores de crescimento, hormônios), pesticidas bem como contaminantes inorgânicos e orgânicos. O PNCRB surgiu em 2005, sendo que a matriz leite era alvo de apenas cinco substâncias (analitos) controladas pelo programa: três antibióticos, um antiparasitário e uma aflatoxina (M1). Desde então, passou a efetivamente atender requisitos internacionalmente preconizados, incluindo estudos de distribuições, de pressupostos, prevalências e incidências, planos amostrais, além da criação de estrutura laboratorial competente, acreditada internacionalmente. Foi também definida a observância e adoção pelo PNCRB dos limites máximos de resíduos e contaminantes estabelecidos pelo Codex alimentarius-FAO-OMS, segundo deliberação de seu Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA). O PNCRB prevê atualmente o controle e monitoramento de mais de 70 substâncias em leite (dentre várias outras matrizes), incluindo 30 antimicrobianos (MAPA, 2016).

## **O CONTROLE DE ANTIBIÓTICOS EM LEITE**

Disciplinar o uso de antibióticos é prioridade mundial para organismos como a OMS, FAO, OIE, Codex alimentarius, e a FIL-IDF, pois a resistência antimicrobiana (RAM) figura como o mais urgente e crítico problema mundial de saúde pública (FAO, OMS, 2004). O uso indiscriminado - e em alguns casos, mesmo os usos legítimos - desses compostos causa aumento de resistência bacteriana, ameaçando a saúde animal e a saúde pública. O drástico aumento de casos de infecções bacterianas multirresistentes à antibioterapia provoca discussões internacionais acerca das modalidades de uso e sobre a necessidade de se reservar determinados agentes para indicações específicas em terapêutica humana, animal e na produção, motivando políticas de regulamentação em diversos países. O debate iniciado na conferência de



Paris em 1999 (OIE, 1999) evoluiu até o lançamento do documento diretivo conjunto FIL-IDF / OIE, em 2013, intitulado “Uso Prudente de Antimicrobianos em Animais” (FIL. IDF, 2013) e são aguardados desdobramentos.

No que toca à produção de leite, está sendo debatido ainda o posicionamento da FIL-IDF face aos trabalhos da OMS (FAO. OMS, 2014) sob o Quadro de Ação: seção 3.3.6 – Segurança de Alimentos e Resistência Antimicrobiana – Ações prioritárias em Resistência Antimicrobiana), que incluem chamada e consulta para encerramento do uso de antimicrobianos para uso não-terapêutico em animais de produção. Embora haja controvérsias acerca deste uso e a ocorrência de resistência bacteriana aos antimicrobianos, este posicionamento já tem sido seriamente considerado, mesmo em meio a intenso debate, em especial na Comunidade Europeia e EUA. No Brasil, permanece premente e urgente a necessidade de se controlar a venda, a dispensação e prescrição também de antibióticos para uso animal, analogamente às políticas de controles para uso humano. Em qualquer caso, desconroles no tocante aos diversos quesitos de distribuição e uso de antimicrobianos deveriam representar crime contra a vida.

## **O PAPEL DOS MÉTODOS ANALÍTICOS DE TRIAGEM PARA RESÍDUOS DE ANTIBIÓTICOS EM LEITE: AVANÇOS NACIONAIS RECENTES**

Ainda que o controle de resíduos e contaminantes químicos pelo PNCRB-MAPA seja estabelecido segundo diretrizes do Codex alimentarius-FAO-OMS, esse processo é restrito ao uso de métodos confirmatórios onerosos. Surgiu, portanto, a necessidade do uso estratégico dos métodos de triagem para otimização dos controles confirmatórios. O MAPA encomendou à Embrapa estudo de avaliação de desempenho e validação de ensaios comerciais de triagem de resíduos de antimicrobianos em leite, conforme protocolos de referência internacional. Os resultados desse trabalho foram apresentados oficialmente em 2016 (EMBRAPA, 2016).

## **CONTAMINANTES DE IMPORTÂNCIA EMERGENTE**

Dois grupos emergentes de contaminantes devem ser considerados para inserção no PNCRB: as dioxinas e os contaminantes inorgânicos (metais pesados). O primeiro grupo de compostos, mais especificamente os PCDDs (dibenzo-p-dioxinas policloradas) e os PCDFs (di-benzofuranos policlorados) apresentam ampla dispersão ambiental, sendo gerados como resultado de combustão e incineração, além de vários outros processos industriais. Esses compostos podem ser carcinogênicos, teratogênicos e perturbadores endócrinos. São de natureza lipofílica e assim, acumulam em gorduras, sendo

ambientalmente persistentes por possuírem baixa reatividade. O leite e seus derivados, além dos alimentos cárneos, representam parcela substancial da exposição de humanos a esses compostos, o que sugere a necessidade de seu controle estratégico no Brasil, e sua inclusão no PNCRB aplicável à matriz leite. Resultados recentes indicam que as concentrações desses compostos no leite proveniente de oito estados da federação, apresentam diferenças, com concentrações mais elevadas desses compostos encontradas no leite proveniente dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro (chegando a cerca de 2/3 do limite de referência), que são mais industrializados. Em contraste, o Estado do Rio Grande do Sul foi associado aos menores valores, ou equivalente a aproximadamente 1/4 do encontrado para SP e RJ (ROCHA et al., 2016).

Os contaminantes inorgânicos, ou “metais pesados” são toxicologicamente importantes sob vários aspectos, podendo ser inclusive carcinogênicos e podem estar presentes no leite e seus produtos. Recentemente, o MAPA recebeu informações acerca de novo método analítico otimizado, baseado em protocolo ICP-AES para determinação conveniente de vários desses elementos (Cd, Co, Cr, Cu e Pb) em leite, dispensando o processo de mineralização da amostra (ESTEVES, 2014). O método está sendo avaliado para ser incorporado ao PNCRB, o que permitirá o controle também desses contaminantes pelo programa.

## CONTROLE DE FRAUDES

A determinação dos principais componentes sólidos do leite rotineiramente feita pela RBQL pode levar a inferências importantes quanto a alguns tipos de fraude. Entretanto, grande número de determinações analíticas adicionais são requeridas para varrer o amplo escopo típico de fraudes no leite brasileiro. Esse fato reforça a necessidade de imposição da devida observância dos programas de controle no continuum produtivo, mesmo porque uma das causas fundamentais da fraude é a fútil tentativa de reversão da baixa qualidade da matéria prima. Além das implicações econômicas da fraude, surgem as questões de saúde pública, e, em especial, a preocupação dos casos de fraude mediante uso de carcinógenos, a exemplo do formaldeído. Para carcinógenos, não há dose segura de consumo, de sorte que os impactos de saúde pública acarretados por fraudes envolvendo tais classes de compostos somente poderão ser conhecidos após décadas, e apenas mediante uma estrutura de vigilância específica, hoje inexistente no país. (HANDFORD et al., 2016).

Nos casos em que o objetivo central é a detecção de fraudes, há que se proceder a exame amplo e integrado de resultados, com ajustes constantes para fazer frente á criatividade criminosa dos fraudadores. A desejável dinamicidade e flexibilidade impostas por essa agenda podem ser atendidas pelos protocolos de Transformada de Fourier no Espectro Infravermelho

(FTIR), empregados nos equipamentos adquiridos recentemente em favor da RBQL (EMBRAPA, 2013), na medida em que novos analitos indicadores diretos ou indiretos de fraude podem ser incorporados à rotina analítica, desde que providas as devidas calibrações mediante uso de materiais de referência adequado. Neste último aspecto, o LANAGRO-MG tem feito grande esforço para estabelecer o preparo de número crescente de materiais de referência em suas dependências.

## **SISTEMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO LEITE BRASILEIRO (SIMQL)**

Cada laboratório credenciado pela RBQL está sendo devidamente acreditado sob critérios internacionalmente estabelecidos. Entretanto, a existência de dados analíticos produzidos segundo laboratórios acreditados não significa necessariamente a existência de informações, condição essencial para elaboração de políticas públicas apropriadas a qualquer setor, a exemplo da cadeia do leite. Assim, foram elaboradas as bases de uma Plataforma de Tecnologia de Informação (TI) de Estado, dedicada ao setor leiteiro, de forma a salvaguardar e permitir a transformação dinâmica dos mais de 50 milhões de resultados analíticos (CTB, CCS e componentes) referentes à qualidade do leite, gerados na RBQL, em informações rastreáveis e referenciadas no tempo e no espaço. A plataforma, nomeada Sistema de Monitoramento da Qualidade do Leite (SIIMQL), gera informações estratégicas, referenciadas no tempo e no espaço, sobre a qualidade do leite sob o Serviço de Inspeção Federal (SIF), fornecendo subsídios consistentes para orientação estratégica de políticas públicas e privadas em prol do desenvolvimento do setor leiteiro no país. Mediante melhoria contínua, o SIMQL deverá considerar a incorporação de outras variáveis analíticas (a exemplo da discriminação da microbiota do leite), incluindo o controle de resíduos e contaminantes exercitado segundo regime de ensaios de triagem estrategicamente inseridos na cadeia produtiva.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Mesmo considerando os avanços recentes na agenda nacional para o setor lácteo, permanecem obstáculos que devem ser encarados de forma estratégica e continuada, mediante exercício integrado de políticas públicas e privadas. O grande desafio para melhoria da qualidade do leite não é limitado tanto pelo conhecimento existente em si, mas sim na capacidade de transformar o conhecimento em prática (MORE, 2009). Essa transformação deve incluir a capacitação da mão de obra a campo e ao longo da cadeia, emprego de métodos inovadores e realísticos de “empoderamento” social, sendo estendido aos desafios e limitações infraestruturais (estradas, energia,

saneamento básico no meio rural), que impactam a cadeia láctea. Ademais, resta a necessidade do exercício inteligente e soberano de políticas públicas que considerem as particularidades e vicissitudes do setor, notadamente no tocante às questões econômicas, fiscais e tributárias. O Brasil representa um paradigma mundial do agronegócio de alta qualidade, rentável e sustentável, mas os avanços localizados no setor lácteo nacional ainda parecem modestos frente aquilo que o país já demonstrou ser capaz de entregar em produção competitiva de vários outros alimentos.

## REFERÊNCIAS

ABOUELNAGA, M.; LAMAS, A.; MIRANDA, J. M.; OSMAN, M.; CEPEDA, A.; FRANCO, C. M. Development of a real-time PCR assay for direct detection and quantification of *Bacillus sporothermodurans* in ultra-high temperature milk. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 7867-7871, Oct. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27497907>>.

BARBANO, D. M.; MA, Y.; SANTOS, M. V. Influence of raw milk quality on fluid milk shelf life. **Journal of Dairy Science**, v. 89, Suppl 1, p. E15-9, Mar. 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16527874>>.

BONNET, M.; RAFI, M. M.; CHIKINDAS, M. L.; MONTVILLE, T. J. Bioenergetic mechanism for nisin resistance, induced by the acid tolerance response of *Listeria monocytogenes*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, n. 4, p. 2556-2563, Apr. 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16597957>>

BONNET, M.; MONTVILLE, T. J. Acid-tolerant *Listeria monocytogenes* persist in a model food system fermented with nisin-producing bacteria. **Letters in Applied Microbiology**, v. 40, n. 4, p. 237-242, 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15752211>>.

COSTA, H. B. A. **Avaliação dos principais programas de boas práticas agropecuárias implantados no Brasil para promover a sustentabilidade da cadeia leiteira**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

DERETI, R. M. Transferência e validação de tecnologias agropecuárias a partir de instituições de pesquisa. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 19, p. 29-40, jan./jun. 2009.

DERETI, R. M.; ZANELA, M. B. Best Practices Assessment Tool Development For Dairy Production Farms. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO LEITE, 6., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: CBQL, 2015.

EMBRAPA. **Relatório Final**: Fortalecimento da Rede Brasileira de Laboratórios de Controle da Qualidade do Leite. Convênio 01.08.0587.00 - Encomenda Transversal de Infraestrutura (FNDCT/CT-AGRO). Juiz de Fora, 2013.

ESTEVES, W. T. **Metodologia para o controle de qualidade e segurança do leite em relação à presença de contaminantes inorgânicos**. 2014. 132 f (Dissertação de Mestrado em Química Analítica) - Instituto de Ciências Exatas – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

FAILLE, C.; BÉNÉZECH, T.; BLEL W.; RONSE, A.; RONSE, G.; CLARISSE, M.; SLOMIANNY, C. Role of mechanical vs. chemical action in the removal of adherent *Bacillus* spores during CIP procedures. **Food Microbiology**, v. 33, n. 2, p. 149-157, Apr. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23200646>> .

FIL (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE LÁCTEOS. IDF). 2013. **Bulletin**. Identification and assessment of emerging issues associated with chemical contaminants in dairy products. Bulletin of the International Dairy Federation 465/2013. Guide to prudent use of antimicrobial agents in dairy production. Brussels, Belgium: International Dairy Federation, 2013.

HAMMER, B. W.; BABEL, F. J. **Dairy bacteriology**. 4th. New York: Wiley, 1957. 614 p.

HANDFORD, C. E.; CAMPBELL, K.; ELLIOTT, C. T. Impacts of Milk Fraud on Food Safety and Nutrition with Special Emphasis on Developing Countries. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, v 15, p. 130–142, 2016. doi:10.1111/1541-4337.12181

IVY, R. A.; RANIERI, M. L.; MARTIN, N. H.; DEN BAKKER, H. C.; XAVIER, B. M.; WIEDMANN, M.; BOOR, K. J. Identification and characterization of psychrotolerant sporeformers associated with fluid milk production and processing. **Applied Environmental Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 1853-64, Mar. 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22247129>> .

JINDAL, S.; ANAND, S.; HUANG, K.; GODDARD, J.; METZGER, L.; AMAMCHARLA, J. Evaluation of modified stainless steel surfaces targeted to reduce biofilm formation by common milk sporeformers. **Journal of**

**Dairy Science**, v. 99, n. 12, Sep. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27692715>>.

MELLO, P. L.; RIBOLI, D. F. M.; PINHEIRO, L.; MARTINS, L. de A.; BRITO, M. A. V. P.; CUNHA, M. de L. R. DE S. da. Detection of Enterotoxigenic Potential and Determination of Clonal Profile in *Staphylococcus aureus* and Coagulase-Negative Staphylococci Isolated from Bovine Subclinical Mastitis in Different Brazilian States. **Toxins** (Basel), v. 8, n. 4, p. 104, Apr. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27092525>>.

MONTANARI, G.; BORSARI, A.; CHIAVARI, C.; FERRI, G.; ZAMBONELLI, C.; GRAZIA, L. Morphological and phenotypical characterization of *Bacillus sporothermodurans*. **Journal Applied Microbiology**, v. 97, n. 4, p. 802-809, 2004. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15357730>>.

MORE, S. Global trends in milk quality: implications for the Irish dairy industry. **Irish Veterinary Journal**, v. 62, Suppl 4, p. S5-14, Apr. 2009a. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22081986>>.

MORE, S. J.; CLEGG, T. A.; LYNCH, P. J.; O'GRADY, L. The effect of somatic cell count data adjustment and interpretation, as outlined in European Union legislation, on herd eligibility to supply raw milk for processing of dairy products. **Journal Dairy Science**, v. 96, n. 6, p. 3671-3681, Jun. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23587392>>.

MORENO SWITT, A. I.; ANDRUS, A. D.; RANIERI, M. L.; ORSI, R. H.; IVY, R.; DEN BAKKER, H. C.; MARTIN, N. H.; WIEDMANN, M.; BOOR, K. J. Genomic comparison of sporeforming bacilli isolated from milk. **BMC Genomics**, v. 15, p. 26, Jan 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24422886>>.

OIE (OFFICE INTERNATIONAL DES EPIZOOTIES). **The Use of Antibiotics In Animals**: Ensuring the Protection of Public Health: Summary and recommendations from the European Scientific Conference, 24-24, March, 1999, Paris. Summary Report of Groups 1, 2, 3 and 4.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUTRITION, 2., 2014, Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/about/meetings/icn2/en/>>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (OMS). 2004. Codex Alimentarius, List of Standards. Code of Hygiene Practice for Milk and Milk Products. CAC/RCP 57-2004.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE LÁCTEOS (IDF). 2013. Guia de boas práticas na pecuária de leite. Produção e Saúde Animal, Diretrizes. 8.E-ISBN 978-92-5-006957-9. Roma, 2013.

ROCHA, D. A.; TORRES, J. P.; REICHEL, K.; NOVOTNY, E. H.; ESTRELLA, L. F.; MEDEIROS, R. O.; NETTO, A. D. Determination of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) in Brazilian cow milk. **The Science of the Total Environment**, v. 572, p. 177-184, Aug. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27497035>>.

SANTOS, M. V.; MA, Y.; BARBANO, D. M. Effect of somatic cell count on proteolysis and lipolysis in pasteurized fluid milk during shelf-life storage. **Journal Dairy Science**, v. 86, n. 8, p. 2491-503, Aug. 2003. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12939072>>.

SCHELDEMAN, P.; HERMAN, L.; FOSTER, S.; HEYNDRICKX, M. Bacillus sporothermodurans and other highly heat-resistant spore formers in milk. **Journal Applied Microbiology**, v. 101, n. 3, p. 542-55, Sep. 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16907805>>.

SCHELDEMAN, P. Incidence and diversity of potentially highly heat-resistant spores isolated at dairy farms. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 3, p. 1480-94, Mar. 2005. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15746351>>.

VAN SOEST, F. J.; SANTMAN-BERENDS, I. M.; LAM, T. J.; HOGEVEEN, H. Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 10, p. 8365-8374, Oct. 2016. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27474980>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Antimicrobial resistance**: global report on surveillance. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2014. 232 p.

# INOVAÇÃO EM MÉTODOS DE DIAGNÓSTICO EM SANIDADE ANIMAL

Matheus Nunes Weber; Cláudio Wageck Canal

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um importante produtor mundial de alimentos e o agronegócio é um dos principais segmentos da economia nacional. As doenças virais e bacterianas são preocupações constantes em qualquer programa de sanidade, devido aos grandes prejuízos econômicos que causam e o seu diagnóstico correto depende de técnicas laboratoriais eficientes. Além disso, também podem acarretar riscos à saúde humana, como no caso da brucelose e tuberculose. O maior acesso a técnicas baseadas na amplificação de ácidos nucléicos e sequenciamento de DNA tem provido maior rapidez na detecção de agentes infecciosos. Além disso, têm proporcionado o conhecimento acerca da epidemiologia molecular do patógeno, que pode ser importante na escolha de medidas adequadas de controle e prevenção de determinadas enfermidades. O uso coordenado de metodologias atuais e inovadoras, além de medidas de controle baseadas nesse processo insere maior eficiência na sanidade animal, reduzindo os prejuízos causados por importantes patógenos endêmicos em nossa região. Com isso, o intuito da presente apresentação é ressaltar a importância de técnicas inovadoras no diagnóstico de importantes patógenos na sanidade animal e como podem servir de base para o estabelecimento de medidas de controle eficientes.

O Brasil é um importante produtor mundial de alimentos e o agronegócio é um dos principais segmentos da economia nacional. Atualmente, o Brasil é o maior exportador de carne bovina e o quarto maior produtor mundial de leite (USDA. FAS, 2014). O Agronegócio desempenha um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego e renda do Brasil. As doenças virais são preocupações constantes em qualquer programa de sanidade, devido aos grandes prejuízos econômicos que causam e o seu diagnóstico correto depende de técnicas laboratoriais eficientes (HOUE, 2003).

Os vírus do gênero *Pestivirus* e família *Flaviviridae* compreendem duas espécies frequentemente relatadas em bovinos e reconhecidas pelo Comitê Internacional de Taxonomia Viral (ICTV): vírus da diarréia viral bovina tipo 1 (BVDV-1) e tipo 2 (BVDV-2). (SIMMONDS et al., 2011). Além disso, o vírus 'HoBi'-like é uma espécie atípica proposta no gênero *Pestivirus*, que causa sintomatologia indistinguível das causadas pelos BVDV-1 e 2 (DECA-



RO et al., 2011; WEBER et al., 2016a). A maior importância econômica das infecções por pestívirus é a redução do desempenho reprodutivo. Além disso, elas reduzem a produtividade, diminuindo o ganho de peso e aumentando o tempo para abate e produção de leite (HOUE, 2003; MACLACHLAN; DUBOVI, 2011). Para aumentar a competitividade no mercado internacional é preciso cuidar especialmente da sanidade de criações comerciais através da prevenção e controle. Contudo, estas só são possíveis quando existe uma estrutura eficiente para o diagnóstico e informações adequadas sobre a sua epidemiologia. O conhecimento das variantes virais em determinada região é importante para o estabelecimento de métodos de diagnóstico e de controle adequados, visto que há relatos de falhas de protocolos comumente utilizados em casos de novas variantes virais (PELETTO et al., 2012; WEBER et al., 2016a) e baixa reatividade cruzada entre espécies e subtipos virais que podem levar a falhas vacinais (RIDPATH et al., 2010; BIANCHI et al., 2011). Além disso, o estudo de hospedeiros não usuais é importante para o conhecimento do papel epidemiológico dessas espécies em determinadas regiões (VILCEK; NETTLETON, 2006; WEBER et al., 2016b).

A brucelose causada pela *Brucella abortus* e a tuberculose pelo *Mycobacterium bovis* afetam principalmente as espécies bovina e bubalina. Essas doenças também são transmissíveis ao homem e suas maiores ou menores ocorrências dependem da prevalência destas espécies nos bovinos e bubalinos, hábitos alimentares da população, condições sócio-econômicas, procedimentos adotados na manipulação e conservação dos alimentos e das medidas de prevenção e controle adotadas nas propriedades (BIBERSTEIN; HIRSH, 2003; WALKER, 2003; POLETTO et al., 2004). O Plano Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose (PNCEBT) adotado pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem levado a diminuição na incidência de novos casos, contudo ainda é uma técnica considerada invasiva.

Os métodos de biologia molecular, principalmente a reação em cadeia da polimerase (PCR) e PCR quantitativa (qPCR), podem ser adotados com fins diagnósticos, tendo vantagens de detectar pequenas quantidades de agentes microbianos e partículas virais e bacterianas não íntegras (BRUM; WEIBLEN, 2012). Além disso, permitem a identificação de pequenas quantidades do agente infeccioso, podendo ser aplicados a materiais representativos do status total dos animais da propriedade, como o tanque de leite, permitindo praticidade e eficiência ao diagnóstico. Pode ainda, proporcionar material a ser enviado para sequenciamento com o intuito de oferecer informações acerca da epidemiologia molecular da região.

## TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS

- Importância da bovinocultura na economia brasileira;
- Prejuízos econômicos causados por infecções virais;
- Perdas associadas a infecções por pestivírus;
- Inovação no diagnóstico e pesquisa de pestivírus;
- Prejuízos econômicos causados por infecções bacterianas;
- Perdas e riscos associados a infecções por *Brucella abortus* e *Mycobacterium bovis*;
- Inovação no diagnóstico e pesquisa de brucelose e tuberculose;
- Importância da associação do diagnóstico e pesquisa no embasamento de medidas de controle adequadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito da presente apresentação é ressaltar a importância de técnicas inovadoras no diagnóstico de importantes patógenos na sanidade animal e como podem servir de base para o estabelecimento de medidas de controle eficientes.

## REFERÊNCIAS

- BIANCHI, E.; MARTINS, M.; WEIBLEN, R.; FLORES, E. F. Perfil genotípico e antigênico de amostras do vírus da diarreia viral bovina isoladas no Rio Grande do Sul (2000-2010). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 8, p. 649-655, 2011.
- BIBERSTEIN, L.; HIRSH, D. C. Espécies de *Mycobacterium*: os agentes da tuberculose animal. In: HIRSH, D. C.; ZEE, Y. C. (Ed.). **Microbiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 149-154.
- BRUM, M. C. S.; WEIBLEN, R. Detecção, identificação e quantificação de vírus. In: FLORES, E. F. (Ed.). **Virologia veterinária: virologia geral e doenças víricas**. 2. ed. Santa Maria: Editora UFSM, 2012. p. 53-82.
- DECARO, N.; LUCENTE, M. S.; MARI, V.; CIRONE, F.; CORDIOLI, P.; CAMERO, M.; SCIARRETTA, R.; LOSURDO, M.; LORUSSO, E.; BUONAVOGLIA, C. Atypical pestivirus and severe respiratory disease in calves, Europe. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, n. 8, p. 1549-1552, 2011.
- HOUE, H. Economic impact of BVDV infection in dairies. **Biologicals**, v. 31, p. 137-143, 2003.

MACLACHLAN, N. J.; DUBOVI, E. J. Flaviviridae. In: MACLACHLAN, N. J.; DUBOVI, E. J. (Ed.). **Fenner's Veterinary Virology**. 4. ed. London: Academic Press, 2011. p. 467-481.

PELETTO, S.; ZUCCON, F.; PITTI, M.; GOBBI, E.; MARCO, L. De; CAMELLI, M.; MASOERO, L.; ACUTIS, P. L. Detection and phylogenetic analysis of an atypical pestivirus, strain IZSPLV\_To. **Research in Veterinary Science**, v. 92, n. 1, p. 147-50, 2012.

POLETTO, R.; KREUTZ, L. C.; GONZALES, J. C.; BARCELLOS, L. J. G. Prevalência de tuberculose , brucelose e infecções víricas em bovinos leiteiros do município de Passo Fundo , RS. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 26-29, 2004.

RIDPATH, J. F.; FULTON, R. W.; KIRKLAND, P. D.; NEILL, J. D. Prevalence and antigenic differences observed between bovine viral diarrhoea virus subgenotypes isolated from cattle in Australia and feedlots in the southwestern United States. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 22, p. 184-191, 2010.

SIMMONDS, P.; BECHER, P.; COLLET, M. S.; GOULD, E. A.; HEINZ, F. X.; MEYERS, G.; MONATH, T.; PLETNEV, A.; RICE, C. M.; STIANSNY, K.; THIEL, H. J.; WEINER, A.; BUKHET, J. Flaviviridae. In: KING, A. M. Q.; ADAMS, M. J.; CARSTENS, E. B.; LEFKOWITZ, E. J. (Ed.). **Virus Taxonomy: Ninth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses**. San Diego: Academic Press, 2011. p. 1003-1020.

USDA. FAS (Foreign Agricultural Service). **Current World Production, Markets, and Trade Reports**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 22 set. 2016.

VILCEK, S.; NETTLETON, P. F. Pestiviruses in wild animals. **Veterinary Microbiology**, v. 116, n. 1-3, p. 1-12, 2006.

WALKER, R. L. Brucella. In: HIRSH, D. C.; ZEE, Y. C. (Ed.). **Microbiologia Veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p. 185-191.

WEBER, M. N.; MÓSENA, A. C. S.; SIMÕES, S. V. D.; ALMEIDA, L. L.; PESSOA, C. R. M.; BUDASZEWSKI, R. F.; SILVA, T. R.; RIDPATH, J. F.; RIET-CORREA, F.; DRIEMEIER, D.; CANAL, C. W. Clinical presentation resembling mucosal disease associated with “HoBi”-like pestivirus in a field outbreak. **Transboundary and Emerging Diseases**, v. 63, n. 1, p. 92-100, 2016a.

WEBER, M. N.; PINO, E. H. M.; SOUZA, C. K.; MÓSENA, A. C. S.; SATO, J. P. H.; BARCELLOS, D. E. S. N.; CANAL, C. W. Primeira evidência da infecção pelo vírus da diarreia viral bovina em javalis. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 44, p. 1398, 2016b.

# **POTENCIAL DE APLICAÇÃO DO SONDALEITE – INSTRUMENTO ESPECTROSCÓPICO PARA DETECÇÃO QUALIDADE DO LEITE**

**Washington Luiz de Barros Melo; Diego Henrique Garbuio;  
Vicente Silva Mattos**

## **INTRODUÇÃO**

O leite é uma substância biológica e complexa que apresenta variações de qualidade devido a diversos fatores, principalmente, manejo dos animais. Estes, como todos os seres vivos, são acometidos por doenças, estresses, alimentação inadequada, escassez, variação de temperatura, entre tantos outros que podem causar a mudança na qualidade do leite. Devido a isso, diversos métodos e equipamentos são relatados na literatura e encontrados comercialmente para qualificar o leite conforme os teores de proteína e de gordura, armazenamento térmico, contagem de microrganismos presentes, além de outros fatores. Alguns desses usam métodos químicos (reagentes) como indicadores da condição do leite, outros aplicam métodos físicos (ópticos) para análises espectrofotométricas (ALBANELL et al., 2003; CASTILLO et al., 2000; FORCATO et al., 2005; GRUETZMACHER; BRADLEY, 1999).

O teste do álcool/alizarol é o primeiro deste para a avaliação da qualidade da matéria prima nas unidades de produção leiteira (UPL). Essa prova determina as condições de aceitação ou de rejeição do leite no momento da coleta e seu transporte para a indústria. Este teste é de uso praticamente intensivo, porém, sua aplicação é questionável por gerar resultado falso positivo ou negativo. Tanto os produtores quanto os laticínios questionam a prática deste método já que gera tanta subjetividade e desconfiança.

A maior dúvida se encontra com relação ao Leite Instável Não Ácido (Lina), este teste, dentro o grau de subjetividade, tem produzido resultados que causam o descarte do Lina por ser impreciso para diferenciá-lo do leite ácido.

Neste trabalho, pretende-se demonstrar o funcionamento de um instrumento óptico portátil e sua metodologia para a análise do leite cru quanto as suas condições de estabilidade, acidez e leite originado de animais com mastite e/ou elevada contagem de células somáticas (CCS), concluindo com uma demonstração de adulteração por água. Este instrumento é denominado SondaLeite.

## O INSTRUMENTO

O SondaLeite usa oito pares de LED sem diferentes comprimentos de onda e um fotodetector (FD). São responsáveis, respectivamente, por excitar a amostra e captar a luz refletida convertendo-a em sinal elétrico. Estão dispostos em um plano circular no interior de uma lente convergente. A obtenção dos dados espectrais da amostra é rápida, cerca de 20 segundos, pois não tem partes móveis. Pode ser utilizado de diferentes modos: mergulhado no líquido (contato direto), ou usando um suporte de amostra, ou ainda sobre a amostra, mas sem contato. A Figura 1 mostra um esboço do SondaLeite.

## MATERIAL E MÉTODO

As amostras de leite estão separadas por grupos: leite tipo A, UHT e leite cru de rebanho com baixa mestiçagem (Fazenda Canchim) e totalmente misto (Fazenda Santa Marta) em São Carlos/SP. O suporte de amostra (copo) tem fundo transparente para a luz incidir sobre a amostra e o sensor (FD) captar sua reflexão. O sistema é fechado para não ter a influência da luz ambiente. Usou-se de cada amostra um volume de 50 ml, agitou-se por cerca de 60 segundos e, em seguida, obteve-se o espectro pontual do leite.

Os espectros dos leites foram comparados com os espectros de duas referências: i) um disco de teflon como “o branco” posto dentro do copo; ii) copo vazio ou com água destilada. Por meio da Eq.1, obtém-se o fator de refletância (R), dado por:

$$R = \frac{(EspectroAmostra) - (EspectroCopoVazio)}{(EspectroTeflon) - (EspectroCopoVazio)} \quad (Eq.1)$$

A forma de expressar a Eq.1 introduz a correção devido ao suporte de amostra e outros artefatos instrumentais. Em seguida, usou-se a Função de Kubelka-Munk (K-M) para obter o espectro equivalente de absorvância das amostras, (VISCARRA ROSSEL, R.A. et al. 2006) dada por:

$$F\left(\frac{K}{S}\right) = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (Eq.2)$$

Sendo K e S as contribuições da absorção e espalhamento de luz pela amostra, respectivamente. A Função K-M dá informação do quanto a amostra absorve em relação ao quanto espelha a luz. Adotou-se esta função devido às partículas de gorduras formadas no leite serem pontos de espalhamento de luz. As curvas espectrais contínuas foram obtidas usando a técnica de “splice” cúbica.

## RESULTADOS

Aplicando a Eq.2 aos dados experimentais para as amostras de leites tipo A, UHT comerciais e de leite cru fornecido pela Embrapa Pecuária Sudeste, obteve-se os espectros mostrados na Figura 2. Nota-se que o sistema diferencia as três condições dos leites.

A Figura 3 mostra o leite tipo A nas diferentes condições de gorduras: integral, semidesnatado e desnatado. Todos os outros leites também deram similares comportamentos espectrais. O nível espectral mais alto do leite desnatado é devido ao baixo espalhamento deste produto.

Observam-se na Figura 4 as mudanças espectrais do leite cru ao longo dos dias. Cada espectro foi obtido no intervalo de 24 horas mantido o leite em geladeira. O mesmo procedimento foi realizado para os outros tipos de leites, apresentando um comportamento similar. Verificava-se o processo de acidificação do produto.

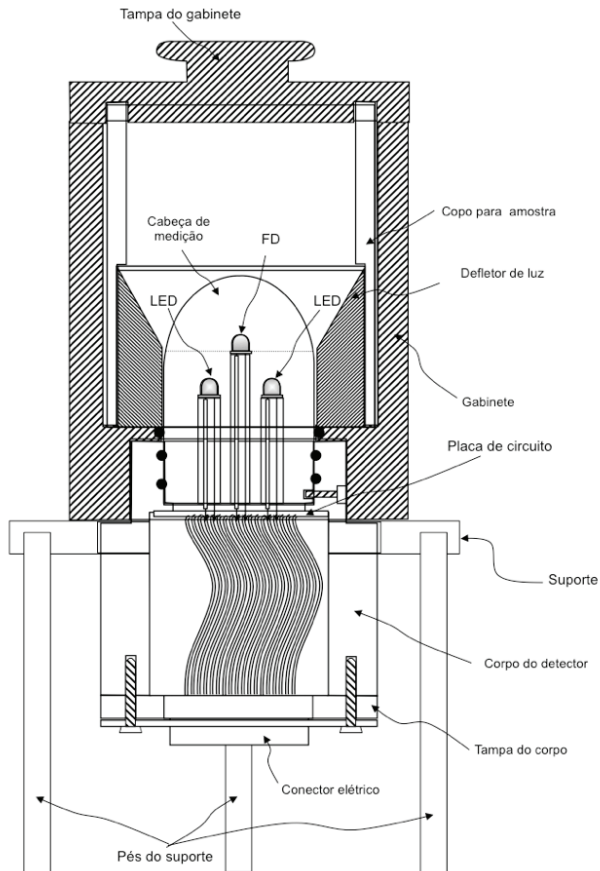
Para observar a evolução rápida do leite cru, foi adicionado à amostra do leite 1ml de ácido clorídrico (HCl) na concentração de 1 molar. A Figura 5 mostra o efeito após duas horas de medição. Ao longo do tempo, a acidificação do leite aumentou, mas depois tendeu ao nível praticamente constante como se o processo tivesse estabilizado.

A Figura 6 mostra a variação do leite de rebanho misto ao longo dos dias. Do dia 30/05 até 20/06/16 o manejo era o mesmo, por isso, as curvas apresentam comportamentos muito próximo. Porém, a amostra do dia 11/07/16 apresentou alterações espectrais, atribui-se à mudança de ração. A curva média desses espectros é comparada às curvas de leites das vacas com quadro de mastite clínica e subclínica, como mostra a Figura 7. Observa-se que o espectro devido à mastite clínica apresenta uma curva espectral intencional na região do azul em relação aos espectros dos outros casos. A evolução temporal em temperatura ambiente da banda no infravermelho para o leite cru e o do animal com mastite é mostrada na Figura 8. Como esperado, isto indica que o leite da vaca com mastite sofreu uma degradação no tempo mais rápida do que a outra amostra de leite cru, sugerindo alta atividade microbiana. As linhas retas contínuas são os melhores ajustes de uma função linear aos pontos experimentais. Os parâmetros de ajuste são mostrados na legenda interna à Figura. Os valores das inclinações das retas informam uma degradação de cerca de seis vezes mais rápido entre os dois leites.

Quanto a aplicação do SondaLeite para detectar adulteração, a Figura 9 mostra um leite tipo A adicionado à água. Os percentuais apresentados na legenda interna à Figura correspondem a quantidade de leite na mistura. O retângulo evidencia a região espectral para detectar esta adulteração com melhor de precisão.

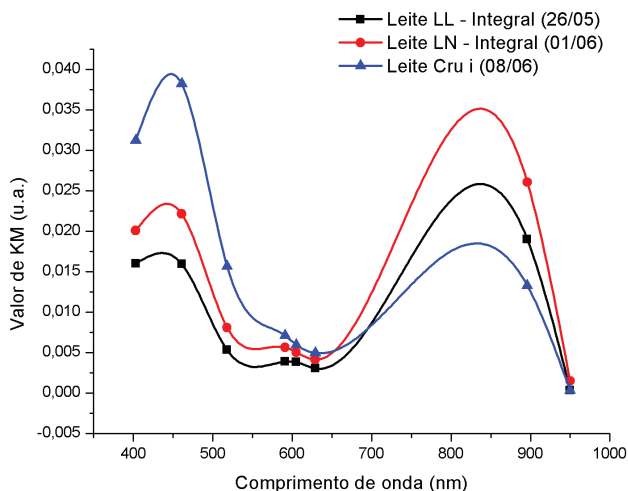
## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo apresentado acima, conclui-se que o SondaLeite foi capaz de identificar diferentes condições de estabilidade, sintomas de mastite no animal, entre outros. O equipamento é simples de manusear, tem resposta rápida possibilitando obter resultado em poucos minutos. Ainda se verifica a necessidade de explorar o funcionamento em outros intervalos de comprimentos de onda. Além disso, será importante uma abordagem voltada especificamente para as regiões do infravermelho e do azul, visto que foram obtidas diversas informações nestas faixas. Espera-se com isto aprofundar os estudos de variação de dieta, de estresse calórico, de manejo, de patologias, entre outros.

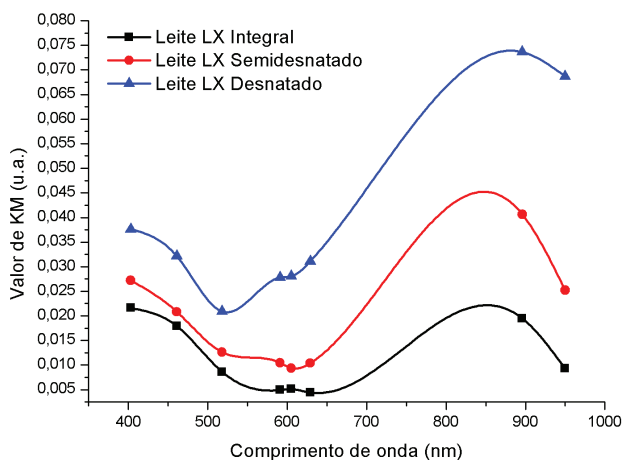


**Figura 1.** Esboço do SondaLeite.

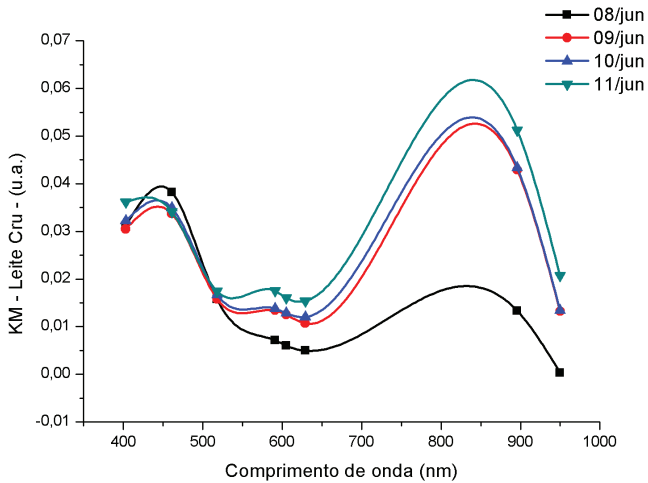




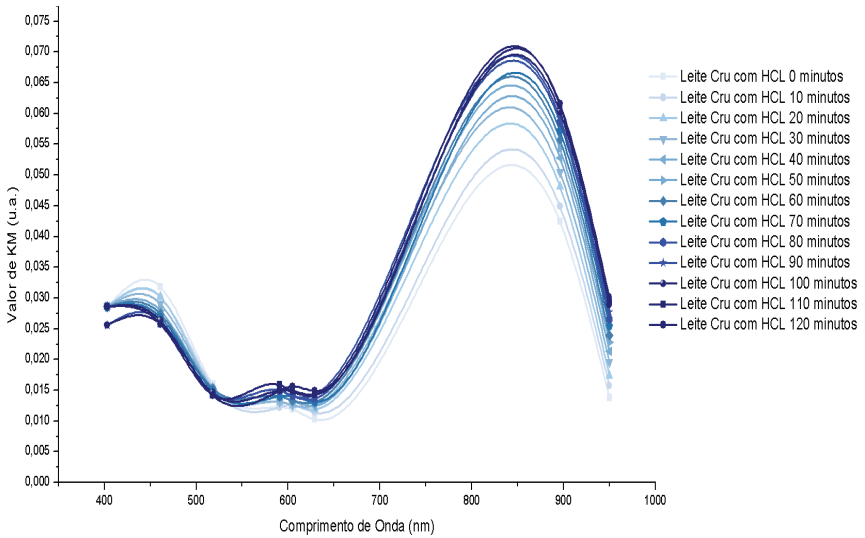
**Figura 2.** Comparação do sinal de KM para amostras de leite de diferentes fontes, leite do Tipo A (LL), leite UHT (LN) e leite cru (Cru i). As siglas LL e LN são usadas para não expor as marcas.



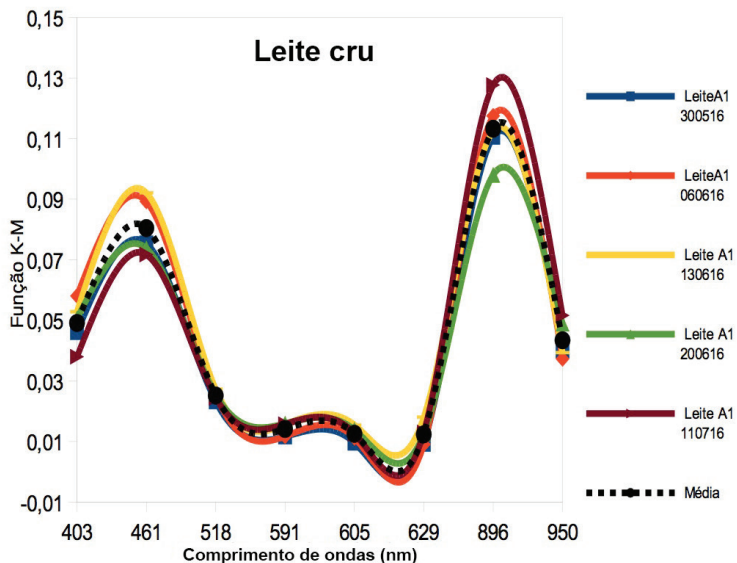
**Figura 3.** Diferença no espectro de KM para as diferentes classes para o leite LX (siglas para não expor as marcas).



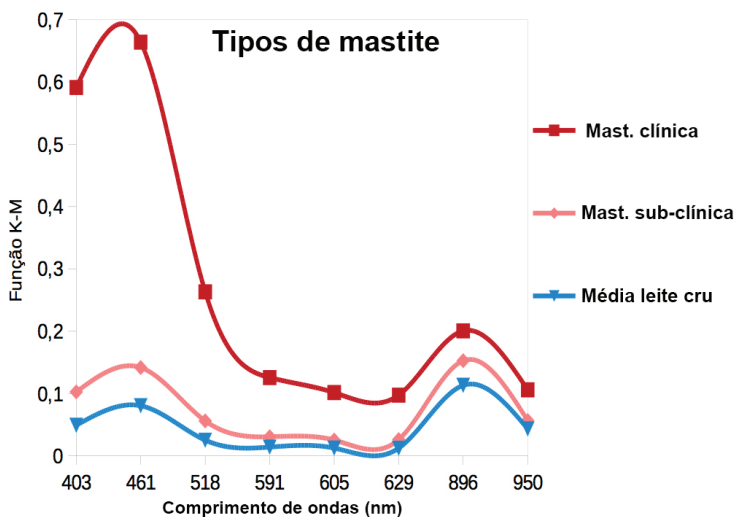
**Figura 4.** Evolução do espectro de KM nos quatro dias de análise para o Leite Cru i.



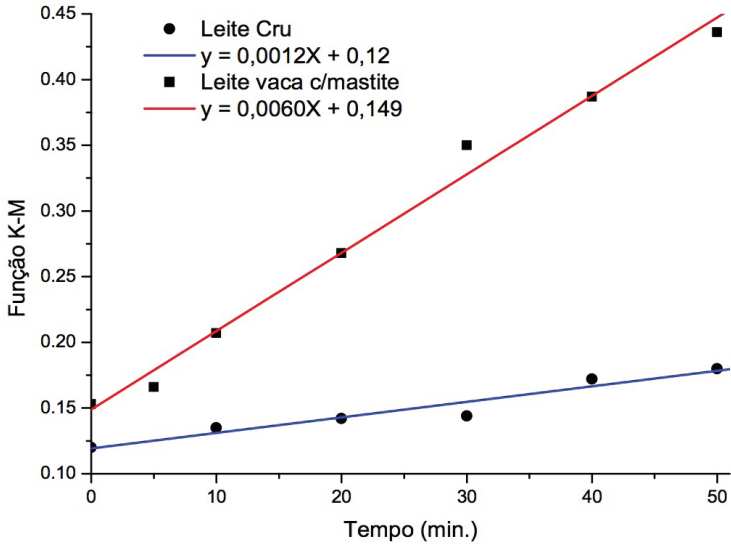
**Figura 5.** Observação da acidificação artificial do leite cru, com adição de HCl, nas primeiras 2 horas.



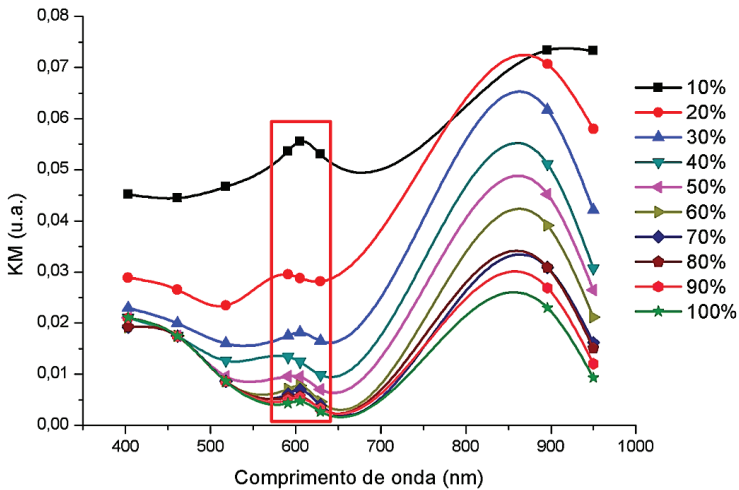
**Figura 6.** Curvas espectrais das amostras do rebanho misto (Fazenda Santa Marta). A curva tracejada é a curva média de todos os espectros dos leites.



**Figura 7.** Espectro médio das amostras de leite cru do rebanho do Fazenda Santa Marta.



**Figura 8.** Evolução da banda no infravermelho para os leites cru e do animal com mastite subclínica. As linhas contínuas são os melhores ajustes de curva para os dois casos



**Figura 9.** Espectros de leite tipo A adicionado a água destilada. Os percentuais correspondem à quantidade de leite na mistura.

## REFERÊNCIAS

ALBANELL, E.; CAJA, G.; SUCH, X.; ROVAL, M.; SALAMA, A. A. K.; CASALS, R. Determination of fat, protein, casein, total solids, and somatic cell count in goat's milk by near-infra red reflectance spectroscopy.

**Journal of AOAC International**, v. 86, n. 4, 2003.

CASTILLO, M.; PAYNE, F. A.; HICKS, C. L.; LOPEZ, M. B. Predicting cutting and clotting time of coagulating goat's milk using diffuse reflectance: effect of pH, temperature and enzyme concentration.

**International Dairy Journal**, v. 10, n. 8, p. 551-562, 2000.

FORCATO, D. O.; CARMINE, M. P.; ECHEVERRÍA, G. E.; PÉCORA, R. P.; KIVATINITZ, S. C. Milk fat content measurement by a simple UV spectrophotometric method: an alternative screening method. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 2, p. 478-481, 2005.

GRUETZMACHER, T. J.; BRADLEY JR., R. L. Identification and control of processing variables that affect the quality and safety of fluid milk. **Journal of Food Protection**, v. 62, n. 6, p. 625-631, June 1999.

VISCARRA ROSSEL, R. A.; WALVOORT, D. J. J.; Mc BRATNEY, A. B.; JANIK, L. J.; SKJEMSTAD, J. O. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. **Geoderma**, v. 131, p. 59- 75, 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Clima Temperado  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
BR 392 - km 78 - CEP. 96010-971 - Pelotas, RS - Cx. Postal 403  
[www.embrapa.br/clima-temperado](http://www.embrapa.br/clima-temperado)  
[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)



MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO  
SOCIAL E AGRÁRIO

**Embrapa**

MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO

