

ADRIANA DE SOUZA MARTINS
GERALDO TADEU DOS SANTOS
LUCIANA DA SILVA LEAL KAROLEWSKI
RAQUEL ABDALLAH DA ROCHA
organizadores

DESAFIOS E AVANÇOS DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE



Editora
UEPG

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

REITOR EDITORA UEPG

Miguel Sanches Neto Beatriz Gomes Nadal

VICE-REITOR CONSELHO EDITORIAL

Everson Augusto Krum Beatriz Gomes Nadal (Presidente)

Adilson Luiz Chinelatto

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO Antonio Liccardo

E ASSUNTOS CULTURAIS Augusta Pelinski Raiher

Clóris Regina Blanski Grden Clóris Regina Blanski Grden

Dircéia Moreira

Giovani Marino Favero

Ivana de Freitas Barbola

Névio de Campos

ADRIANA DE SOUZA MARTINS
GERALDO TADEU DOS SANTOS
LUCIANA DA SILVA LEAL KAROLEWSKI
RAQUEL ABDALLAH DA ROCHA
organizadores

DESAFIOS E AVANÇOS DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

Editora
UEPG

Copyright © by Adriana de Souza Martins, Geraldo Tadeu dos Santos,
Luciana da Silva Leal Karolewski, Raquel Abdallah da Rocha orgs &
Editora UEPG

Equipe Editorial

Coordenação editorial

Beatriz Gomes Nadal

Revisão de português

Fábia Mariela De Biasi

Foto da capa

Adriana de Souza Martins

Capa, Projeto Gráfico e Diagramação

Marco Aurélio Martins Wrobel

D441 Desafios e avanços da cadeia produtiva do leite [livro eletrônico]/ Adriana
de Souza Martins et al. (org.). Ponta Grossa: Editora UEPG, 2019.
230 p.; il.; E-book PDF

ISBN: 978-85-7798-252-3

DOI: 10.5212/7798-252-3

1. Pecuária - leite familiar. 2. Leite – cadeia produtiva. 3. Gado leiteiro.
4. Rebanho leiteiro – Paraná. I. Martins, Adriana de Souza et al. (org.). II. T.

CDD: 636.244

Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos – CRB 9/986

Depósito legal na Biblioteca Nacional

Editora filiada à **ABEU**

Associação Brasileira das Editoras Universitárias

Editora UEPG

Praça Santos Andrade, n. 1

84010-919 – Ponta Grossa – Paraná

Fone/fax: (42) 3220-3306

e-mail: vendas.editora@uepg.br

2019

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
--------------------	---

PARTE 1

CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA CADEIA PRODUTIVA DE LEITE NO PARANÁ.....	10
Ronei Volpi, Alexandre Lobo Blanco e Guilherme Souza Dias	

DESAFIOS E AVANÇOS NO DESENVOLVIMENTO DA PECUÁRIA DE LEITE FAMILIAR - PROGRAMA LEITE MAIS	25
Vanderlei Bett, Simony M. B. Lugão, Joaquim R. Martins e Willian Gonçalves do Nascimento	

DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO	45
João Ricardo Alves Pereira	

CRIAÇÃO E MANEJO DE BEZERRAS E NOVILHAS LEITEIRAS ..	55
Geraldo Tadeu dos Santos, Thomer Durman, Alexandre Menezes Dias e Fabio Seiji dos Santos	

PARÂMETROS REPRODUTIVOS - CONCEITOS E AVALIAÇÃO DE REBANHOS DA BACIA LEITEIRA DE CASTRO-PR	72
Paulo de Tarso Borges, Luciana da Silva Leal Karolewski, Bianca Letícia Barbosa e Adriana de Souza Martins	

AVANÇOS NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO REBANHO LEITEIRO NO PARANÁ	92
Victor Breno Pedrosa e Altair Antônio Valloto	

NEOSPORA CANINUM NO GADO LEITEIRO.....	108
Jennifer Mayara Gasparina, Barbara Haline Buss Baiak e Raquel Abdallah da Rocha	

PARTE 2

DESAFIOS NO PERÍODO SECO E DE TRANSIÇÃO DA VACA PARA UMA BOA LACTAÇÃO	120
Rodrigo de Almeida, Guilherme Fernando Mattos Leão e Eloize Jaqueline Askel	
COMO PRODUZIR LEITE COM CCS ABAIXO DE 200.000 CÉLULAS/mL?	143
Avelino Manuel F. Correa, Jose Augusto Horst, Maicon Puertas S. da Silva e Suellen Carolina Henrichs	
CONTROLE DA MASTITE CLÍNICA EM REBANHOS LEITEIROS .	157
Tiago Tomazi, Gustavo Freu, Breno Luis Ney Garcia e Marcos Veiga dos Santos	
LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO	181
Vivian Fischer	
RESÍDUOS TÓXICOS EM LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS	195
Andreas Lazaros Chrysafidis e Mirian Prevelato de Andrade	
SOBRE OS AUTORES	220

APRESENTAÇÃO

Diante da representatividade do setor leiteiro no estado do Paraná e no Brasil, especialmente na região Centro-Oriental, onde se encontra uma das maiores bacias leiteiras do país, a produção desta obra tem como propósito contribuir com informações aos leitores sobre os desafios e avanços da pecuária leiteira. Com a conquista do título oficial de capital nacional do leite pelo município de Castro, no Paraná, a região caracteriza-se por ser pioneira na atividade, com o desenvolvimento e domínio de tecnologias nas áreas de melhoramento genético, nutrição de precisão, controle sanitário e manejo de animais. Neste sentido, esta obra visa atender às demandas de produtores, estudantes, pesquisadores e profissionais nas referidas áreas, com informações provenientes de pesquisas e de dados gerados no campo, de modo a promover o fortalecimento do setor lácteo.

Com foco na verticalização da produção, um dos capítulos é dedicado à apresentação de um programa de melhoramento genético da raça Holandesa no estado, com o intuito de disponibilizar aos produtores informações genéticas das fêmeas bovinas. No entanto, com os avanços do melhoramento genético, há o comprometimento da eficiência reprodutiva do rebanho. Nesse contexto, a obra contempla a apresentação dos índices reprodutivos obtidos na região, bem como suas interpretações, além das principais doenças que acometem bovinos leiteiros.

Em razão da grande representatividade no país, merece destaque o sistema de produção de leite familiar, que necessita de programas e políticas públicas para seu fortalecimento. Diante desse cenário, apresentamos aqui um programa para o desenvolvimento da agricultura familiar, elaborado por pesquisadores e técnicos de instituições de pesquisa e extensão. Essas ações incentivam a pecuária de leite e a permanência dos pequenos produtores na atividade.

Igualmente, a preocupação com a qualidade do leite, relacionada à ocorrência de mastite e também diante das adulterações e da presença de contaminantes no leite tem sido crescente nos últimos anos. Sendo assim, é necessário promover discussões e pesquisas sobre o assunto, com o intuito de melhorar a sanidade do rebanho e também esclarecer as notícias frequentemente veiculadas pela mídia.

Por fim, pretende-se que este livro integre os conhecimentos de produtores, indústrias de laticínios, pesquisadores, professores e acadêmicos, por meio da divulgação de pesquisas, banco de dados e de tecnologias que contribuam com o fortalecimento dos elos da cadeia produtiva do leite.

Registramos aqui o nosso agradecimento a todos que contribuíram para a elaboração deste livro, compartilhando seus conhecimentos e experiências, reforçando a confiança neste trabalho.

Os Organizadores.

PARTE 1

CENÁRIO ATUAL E PERSPECTIVAS DA CADEIA PRODUTIVA DE LEITE NO PARANÁ

Ronei Volpi

Alexandre Lobo Blanco

Guilherme Souza Dias

INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, a atividade leiteira paranaense passou por um processo de prodigioso desenvolvimento, que permitiu ao Paraná galgar posições no *ranking* nacional de produção. Em maior ou menor nível tecnológico, a produção leiteira é a única atividade que está presente nos 399 municípios do estado, representando grande importância socioeconômica para essa unidade federativa.

O que possibilitou esse crescimento foi uma soma de fatores, com destaque para a cultura de sua gente rural, fundamentada preponderantemente na pequena propriedade, alicerçada em tradicionais valores de cooperação e na intimidade com o ofício de produzir leite, herdada dos imigrantes europeus. Condições climáticas que permitem conforto às raças leiteiras especializadas e produção de alimentos de qualidade no inverno e no verão também contribuem, tudo complementado pela parceria que caracteriza as ações entre governo e iniciativa privada para o apoio à atividade. A atuação da assistência técnica oficial, realizada pelo Instituto Emater (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural), associada às capacitações realizadas pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural do Paraná (Senar-PR) em mais de 25 anos de atividade também exercem papel fundamental na construção do *status* atual da produção leiteira paranaense.

DESENVOLVIMENTO

Investimentos em pastagens, rebanhos melhorados geneticamente, incremento da implantação de tecnologias produtivas, políticas públicas e a consolidação do parque industrial fizeram com que o Paraná se consolidasse

como o segundo maior produtor nacional de leite, produzindo em 2017 cerca de 4,8 bilhões de litros, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018c). Em pouco mais de 20 anos, a produção estadual aumentou 218%, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1 – Evolução da produção leiteira nos principais estados produtores de leite no Brasil, de 1996 a 2017, em milhões de litros

Ranking nacional	Estado	1996	2017*	Variação (%)
1º	Minas Gerais	5.601	8.819	57,4
2º	Paraná	1.515	4.826	218,5
3º	Rio Grande do Sul	1.861	4.625	148,5
4º	Santa Catarina	866	3.175	266,6
5º	Goiás	1.999	2.599	30
-	Brasil	18.515	33.094	78,7

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2018).

Nota: (*) Estimativa.

A produção paranaense representa cerca de 15% da produção brasileira, de 33 bilhões de litros em 2017. No *ranking* nacional, o primeiro lugar é ocupado pelo estado de Minas Gerais, que produziu 8,8 bilhões de litros, seguido pelo Paraná, e em terceiro ficou o Rio Grande do Sul, com 4,6 bilhões. Nota-se que os três estados do Sul produzem o equivalente a 37,7% do montante nacional, consolidando a região como a principal produtora nacional, ultrapassando a antiga região líder, o Sudeste.

Atualmente, a atividade corresponde a 6,68% do Valor Bruto da Produção (VBP) paranaense, movimentando cerca de R\$ 5,7 bilhões em 2017 e ocupando a quarta colocação no *ranking* por culturas daquele ano (DERAL/SEAB, 2018). A produção leiteira fica atrás somente da soja (R\$ 20,34 bilhões), do frango de corte (R\$ 13,05 bilhões) e do milho (R\$ 6,60 bilhões). O levantamento é elaborado pelo Departamento de Economia Rural da Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento do Paraná – DERAL/SEAB.

As margens reduzidas da atividade, associadas a maiores custos de produção principalmente decorrentes das altas cotações do milho em 2016, colaboraram com menores investimentos e receitas líquidas por parte dos produtores. Com isso, o montante movimentado pela cadeia no VBP estadual em 2017 apresentou redução de 2% em relação a 2016.

Nota-se também que em razão do maior volume de trabalho demandado pela atividade, parte dos produtores vem abandonando a produção leiteira. Dados de 2009 do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES) em associação com o Instituto Emater (IPARDES; EMATER, 2009) apontam que naquele ano o estado contava com 99 mil produtores de leite; já o Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017) contabilizou aproximadamente 87 mil, corroborando essa teoria.

Todavia, estima-se que a parcela de produtores que abandonam a produção leiteira é referente àqueles de menor aporte tecnológico. Nesse contexto, dado o incremento da produção verificado no período, é possível inferir que produtores mais eficientes têm investido na absorção desse rebanho e aumentando os investimentos, sejam em equipamentos, processos ou instalações, gerando reflexos positivos no volume de produção.

Esses fatores colaboram com o destaque do estado na produção nacional, com algumas regiões apresentando produtividades superiores a 7 mil kg/vaca/ano, como é o caso do município de Castro, reconhecido como a capital nacional da produção leiteira, título conferido pela Lei Federal nº 13.584, de 27 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017).

Dados do IBGE (2018c) apontam que a produtividade média do estado é de 3.028 litros/vaca/ano, com a ordenha de pouco mais de 1,5 milhão de cabeças. Entre as unidades da federação, o Paraná ocupa novamente o segundo lugar, com a maior produtividade sendo conferida ao Rio Grande do Sul, com 3.240 litros/vaca/ano. A Tabela 2 mostra os números referentes ao rebanho, à produção e à produtividade média dos principais estados produtores no Brasil.

Tabela 2 – Produção, vacas ordenhadas e produtividade dos principais estados produtores de leite no Brasil, em 2017

Estado	Produção (milhões de litros)	Vacas ordenhadas (mil cabeças)	Produtividade (L/vaca/ano)
Minas Gerais	8.819	4.616	1.909
Paraná	4.826	1.594	3.028
Rio Grande do Sul	4.625	1.427	3.240
Santa Catarina	3.175	1.120	2.836
Goiás	2.599	2.036	1.277
Brasil	33.094	18.606	1.779

Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2018).

Importante lembrar que a produção estadual apresenta certa regularidade, pois não existe variação acentuada na captação entre os períodos de inverno e de verão. A superação da sazonalidade da produção está associada ao desempenho apresentado pelos maiores produtores, que mantêm praticamente constante a oferta de alimento durante todo o ano. Entretanto, é possível inferir que produtores menores ainda estão sujeitos à menor produção nos períodos de escassez de alimentos.

Além das questões já elencadas, algumas iniciativas colaboraram sobremaneira para a construção do status atual da cadeia leiteira paranaense. O surgimento da iniciativa cooperativista, associado à criação de fóruns de discussão e à consolidação de políticas de transparência, foi determinante. Um exemplo disso é o Conselho Paritário dos Produtores/Indústrias de Leite do Estado do Paraná (Conseleite Paraná), cuja criação remonta ao início dos anos 2000, quando passou a vigorar o entendimento de ambos os setores de que não mais era possível conviver com a volatilidade e as inconsistências nos preços do leite no estado. Nesse contexto, ficou evidente a necessidade de mitigar as relações conflitantes entre produtores e indústrias, geradas em sua maior parte pela falta de confiança mútua e transparência nas políticas de formação de preços da proteína láctea.

Para contornar esse entrave, propôs-se estabelecer um referencial de preços estabelecidos com rigor científico e de forma idônea. Após exaustivas tratativas entre produtores e indústrias, lideradas pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná e Sindicato da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados do Paraná, a iniciativa se consolidou em 2002, com a assinatura do Estatuto por ambas as instituições em 29 de outubro.

Para realizar o levantamento e manter a idoneidade da iniciativa foi então contratado o Departamento de Economia Rural da Universidade Federal do Paraná, que por meio de reuniões técnicas, discussões que renderam entendimentos comuns entre os setores produtivo e industrial, pôde-se estabelecer uma metodologia transparente, que considera o desempenho comercial da indústria e parâmetros de qualidade e volume do leite entregue ao laticínio para a formação de preços.

Com base nas cotações de produtos lácteos comercializados no atacado, essa referência destina-se a ser um valor justo e objetivo, tanto para produtores como para as indústrias. Pretendeu-se, ao mesmo tempo, favorecer

o desenvolvimento sustentável da produção de leite e seus derivados, bem como contribuir para a melhoria de sua qualidade.

Semanalmente a Universidade levanta junto às indústrias participantes os dados referentes à comercialização de 14 produtos derivados do leite no atacado, denominado *mix de comercialização*. Considerando preços, volume, rendimento industrial e outros critérios, as informações são aplicadas em fórmulas validadas pela Câmara Técnica do Conselho e divulgadas mensalmente durante as reuniões realizadas em Curitiba, conforme exemplo apresentado na Tabela 3.

Os valores identificados no levantamento são então correlacionados à participação de cada derivado no *mix* de comercialização, com o resultado de cada produto sendo somado para a composição do valor de referência para a matéria-prima leite. Os valores são apresentados em plenária e, se aprovado por todos, é publicado no endereço eletrônico do Conseleite.

Tabela 3 – Preços no atacado, rendimento industrial e valor de referência para o produto final na indústria, para os 14 produtos do *mix* de comercialização

Derivado	Preço médio no atacado (R\$/kg)	Participação matéria prima (%)	Rendimento Industrial	Valor de referência para o produto final (R\$/kg)
Bebida láctea	2,2106	26,87	0,5000	1,1880
Creme de leite	8,5508	40,21	1,9417	1,7708
Doce de leite	8,0822	37,62	2,4200	1,2564
Iogurte	5,0165	22,93	0,7692	1,4954
Leite cru	1,2088	80,43	1,0000	0,9753
Leite em Pó	11,6166	71,03	8,3623	0,9867
Leite pasteurizado	2,1303	58,19	1,0000	1,2396
Leite UHT	2,0124	44,82	1,0000	0,9060
Manteiga	18,5857	38,83	4,1189	1,7521
Queijo muçarela	13,9977	67,53	9,7601	0,9623
Queijo parmesão	21,7305	64,09	12,3267	1,1298
Queijo prato	14,5797	71	9,9778	1,0375
Queijo provolone	18,0303	66,02	10,3219	1,1532
Requeijão	13,0579	41,58	4,7737	1,1374

Fonte: Adaptado de CONSELEITE PARANÁ (2018).

Dados não publicados.

É importante frisar que a resolução figura como um balizador de preços; por isso é denominado *valor de referência*. Esse valor atua como um informativo aos produtores, que utilizam dessa ferramenta para a negociação de seu produto junto ao laticínio. O mesmo ocorre com a indústria, que encontra no valor de referência um indicador estadual fidedigno, que poderá ser usado como estratégia comercial. A Tabela 4 representa a Resolução nº 8/2018 do Conseleite Paraná, aprovada em 14 de agosto de 2018.

Tabela 4 – Resolução nº 8/2018 do Conseleite Paraná

Valores de referência da matéria-prima (leite) posto propriedade (*) em junho e julho/2018

Matéria-prima	Valores finais	Valores finais	Variação	
	Junho/2018	Julho/2018	(Junho-Julho)	
	(Leite entregue em junho a ser pago em julho)	(Leite entregue em julho a ser pago em agosto)	Em valor	Em %
Leite padrão (R\$/litro)	1,3115	1,3144	0,0029	0,22%

Observações: (*) Os valores de referência da tabela são para a matéria-prima leite "posto propriedade", o que significa que o frete não deve ser descontado do produtor rural. Nos valores de referência está incluso Funrural de 1,5% a ser descontado do produtor rural.

Valores de referência da matéria-prima (leite) posto propriedade (*) em julho e agosto/2018

Matéria-prima	Valores finais	Valores finais	Variação	
	Julho/2018	Agosto/2018	(Julho-Agosto)	
	(Leite entregue em julho a ser pago em agosto)	(Leite entregue em agosto a ser pago em setembro)	Em valor	Em %
Leite padrão (R\$/litro)	1,3436	1,2334	-0,1102	-8,20%

Observações: (*) Os valores de referência da tabela são para a matéria-prima leite "posto propriedade", o que significa que o frete não deve ser descontado do produtor rural. Nos valores de referência está incluso Funrural de 1,5% a ser descontado do produtor rural.

Fonte: CONSELEITE PARANÁ (2018).

É importante ressaltar que os valores divulgados pelo Conselho são referentes ao leite padrão, regulamentado pela Instrução Normativa vigente, que disciplina os atributos de qualidade do produto. Sendo assim, a metodologia Conseleite prevê também bonificação para matéria-prima com qualidade superior aos critérios vigentes.

Para verificar a possível remuneração diferenciada ao superar os parâmetros, a página eletrônica do Conseleite (<<http://conseleitepr.com.br/>>) conta com uma calculadora que simula o ágio inerente a esse produto. Para sua utilização, basta acessar a página e preencher o simulador com os valores de proteína, gordura, contagem de células somáticas e contagem bacteriana, assim como o volume diário de leite entregue no laticínio. A calculadora correlaciona os valores com a faixa de bonificação estabelecida cientificamente pela Câmara Técnica do Conselho e apresenta os valores de ágio ou deságio para cada um dos critérios analisados. O resultado mostra os valores finais para o leite em questão, conforme os três últimos valores de referência divulgados pelo Conseleite. A Figura 1 trata-se de um *print* de tela em que são exibidos os resultados do simulador, considerando-se um leite com 3,5% de proteína, 3,9% de gordura, 150 mil células somáticas/ml e 50 mil UFC/ml, com volume de entrega de mil litros diários.

Figura 1 – Resultados da simulação de bonificação por qualidade do leite acima dos padrões estabelecidos no Conseleite Paraná

Teores analisados				Ágio ou Deságio (R\$/litro)		
				Jun/2018	Jul/2018	Ago/2018 - Projeção
Gordura (%)	3,9		*	0,0350	0,0351	0,0329
Proteína (%)	3,5		*	0,0656	0,0657	0,0617
CCS (mil cél/ml) **	150		*	0,0525	0,0525	0,0493
CBT (mil ufc/ml) **	50		*	0,0525	0,0525	0,0493
Volume entregue (litros/dia)	1000		*	0,0262	0,0263	0,0247
Calcular				Reiniciar		
Jun/2018 (Leite entregue em Jun/2018 a ser pago em Jul/2018)				Jul/2018 (Leite entregue em Jul/2018 a ser pago em Ago/2018)		
Ago/2018 - Projeção (Leite entregue em Ago/2018 a ser pago em Set/2018)						
● Valores de referência do leite padrão*				R\$ 1,3115	R\$ 1,3144	R\$ 1,2334
● Valores de referência para o leite analisado				R\$ 1,5433	R\$ 1,5467	R\$ 1,4513
● Diferença (ágio ou deságio) em relação ao leite padrão				R\$ 0,2318	R\$ 0,2323	R\$ 0,2179

Fonte: <http://conseleitepr.com.br>.

Outros critérios inerentes à propriedade também podem influenciar a remuneração do leite ao produtor, como sua fidelidade e proximidade à indústria em questão, qualidade da estrada de acesso, temperatura na entrega do leite, capacidade de estoque dos tanques de resfriamento, tipo de ordenha, adicionais de mercado regional influenciados pela oferta e procura, entre outros, quesitos não contemplados pelo simulador.

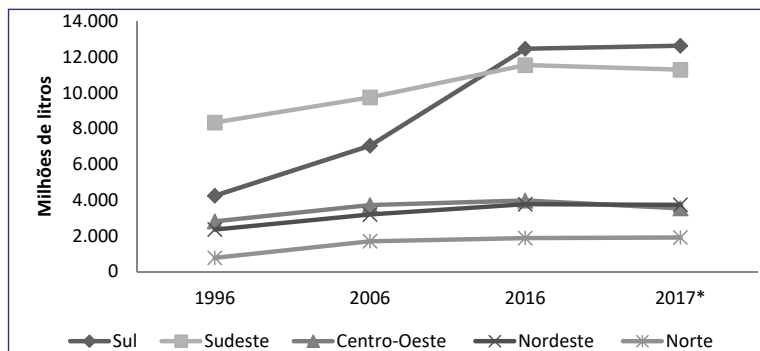
Com a divulgação dos preços de referência, o Conselho passou a fornecer a produtores e indústrias o parâmetro que sempre lhes faltou para

o estreitamento do relacionamento entre os setores e a criação de políticas de pagamento por qualidade. Além disso, possibilitou a indexação de valores para a formalização de contratos. Ainda, a seriedade dos valores divulgados foi reconhecida em nível nacional, com a instauração de Conselhos também nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso do Sul. Minas Gerais está em processo de implantação ainda em 2018, com as tratativas já bastante evoluídas entre os setores.

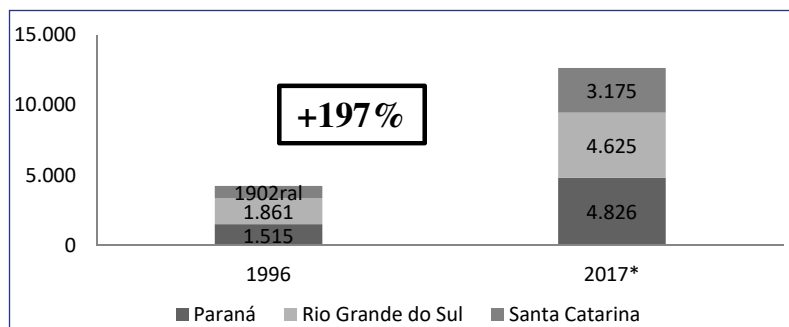
Fato é que, a partir da mobilização da cadeia produtiva associada ao objetivo comum de produção de alimentos seguros e de qualidade, o Conseleite Paraná exerceu papel fundamental para a evolução da produção e produtividade da cadeia leiteira paranaense. Assim foi possível garantir segurança jurídica e transparência para uma cadeia produtiva que tradicionalmente sofreu os impactos de políticas públicas ineficientes até então.

Com a instauração dessa política de transparência nos estados do Sul, os produtores e indústrias passaram a contar com um ambiente favorável ao desenvolvimento da cadeia agroindustrial. Nesse contexto, houve certa segurança para aportes de tecnologia e a instalação de unidades industriais capazes de absorver a produção. Isso, associado ao desenvolvimento de novos produtos lácteos, ao aumento da renda e à mudança nos padrões de consumo da população, reforçou a demanda pelo leite nas propriedades, gerando efeito cascata e incentivando a produção. Esses e outros fatores, portanto, colaboraram para que a região aumentasse substancialmente a produção, passando de 4,2 bilhões de litros em 1996 para 12,6 bilhões, em 2017. Os Gráficos 1 e 2, a seguir, ilustram essa evolução.

Gráfico 1 – Evolução da produção leiteira nas diferentes regiões do Brasil, de 1996 a 2017



Fonte: IBGE (2018).

Gráfico 2 – Evolução na produção de leite nos três estados do Sul, de 1996 a 2017, em milhões de litros

Fonte: IBGE (2018).

Os dados demonstram que, nos últimos 22 anos, somando-se a média dos três estados do Sul, a produção leiteira da região aumentou em 197%, fruto dos diversos fatores já elencados. Em 2017, 70% da produção foi adquirida pelas indústrias sob algum tipo de inspeção, o equivalente a 8,9 bilhões de litros, conforme dados do IBGE (2018c). Os 30% restantes foram consumidos pela população rural, pelo setor de cria nas propriedades leiteiras, ou pela produção de queijos artesanais, segundo Spies (2018).

Com as semelhanças entre as características produtivas e industriais dos três estados, somadas aos desafios também comuns, em 2014 foi proposta a criação da Aliança Láctea Sul-Brasileira. A iniciativa consiste em manter um fórum permanente de discussão e proposição de soluções aos entraves encontrados pela atividade leiteira sulista. Participam do fórum os setores produtivos, representados pelas Federações de cada estado, industrial, igualmente representado pelos sindicatos das indústrias, e entidades governamentais, com a participação dos Secretários de Estado da Agricultura, agências de defesa, instituições de ensino e pesquisa, entre outras.

Com a coordenação exercida em rodízio entre os estados, a Aliança Láctea busca promover a harmonização da produção, a industrialização e a compatibilização de estratégias sanitárias, almejando consolidar a região como uma grande nação láctea. Juntos, esses três estados produzem mais leite que importantes *players* do mercado internacional, como Uruguai e Argentina somados.

Entre as linhas de atuação, figuram a criação de políticas de pagamento por qualidade para o leite diferenciado, acima dos padrões estabelecidos em

legislação. Entende-se que somente haverá incentivo e êxito no incremento da qualidade do leite nacional quando a indústria reconhecer e validar os esforços do produtor no sentido de promover a excelência na produção.

Outra linha de atuação tem sido a continuidade da evolução da sanidade nos rebanhos leiteiros. Febre aftosa ainda é um desafio a ser vencido pela cadeia bovina, seja ela de corte ou de leite, pois figura como importante barreira sanitária para o acesso a mercados externos mais exigentes, como Japão e Coreia do Sul. Santa Catarina é o único estado do Brasil a erradicar a doença e ter o *status* livre de aftosa sem vacinação, conforme reconhecido pela Organização Internacional de Saúde Animal (OIE), em 2007.

O Paraná pleiteia a retirada da vacina após a campanha de maio de 2019, com o reconhecimento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) a ser realizado em 2020, e da OIE, somente em 2021. Essa iniciativa representa adiantar-se ao cronograma proposto pelo Mapa na nova versão do Plano Nacional de Erradicação de Febre Aftosa (PNEFA), em 2017. Rio Grande do Sul, por sua vez, tem a retirada da vacina proposta para 2021, com reconhecimento pela OIE a ocorrer em 2023.

Vencido o desafio da aftosa, o objetivo da Aliança passa a ser harmonizar os sistemas de controle e erradicação de brucelose e tuberculose, identificando as estratégias mais assertivas contra essas enfermidades e propondo a implantação da mais eficiente, de maneira comum aos três estados. Naturalmente, isso exige discussões profundas entre as agências de defesa, pois cada uma delas exerce uma política diferente ao abordar essas doenças. Todas elas têm participado das discussões do MAPA na revisão do Programa Nacional de Controle e Erradicação de Brucelose e Tuberculose (PNCEBT), iniciadas no segundo semestre de 2018, além de reuniões da Aliança Láctea na qual esses temas entram em pauta.

Em outra linha de ação figura a conciliação das políticas tributárias, que visa à desregulamentação da comercialização e maior competitividade ao escoamento da produção. A expectativa dos produtores perante as eleições de 2018 era de que o novo quadro político nacional e estadual procedesse com a tão necessária reforma tributária, contribuindo para esse cenário e a resolução dos entraves inerentes à chamada *guerra fiscal*.

Por último, mas não menos importante, figura a abertura de mercados para a exportação de lácteos produzidos no Sul do Brasil. O incremento da

produção na região nos últimos 22 anos ao mesmo tempo em que merece ser comemorado, demanda seriedade e atenção. A região abriga pouco mais de 14% da população nacional, mas produz o equivalente a 38% de todo o leite do Brasil (IBGE, 2018c). Dessa forma, é fundamental desenvolver estratégias eficientes para o escoamento da produção para “não nos afogarmos em leite”.

De maneira geral, pode-se afirmar que a produção nacional, e especificamente a paranaense, é focada no atendimento ao mercado interno. O principal mercado consumidor do Brasil é representado por São Paulo, com seus 45 milhões de habitantes. Logo, é possível inferir que existe a tendência de que a produção seja escoada no sentido Norte-Sul, sendo absorvida nos grandes centros urbanos. Nesse contexto, Spies (2018) pontua que a disponibilidade de lácteos por habitante no Brasil é de aproximadamente 180 litros ao ano, já consideradas as importações.

O IBGE (2018a) aponta que em 2026 o Brasil terá 220 milhões de habitantes; correlacionando-se esse dado a uma produção de 44,4 bilhões de litros estimada pela FIESP (2016), a oferta interna anual seria cerca de 200 litros por habitante/ano, consumo recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Vale lembrar, todavia, que apenas a disponibilidade interna não garante seu consumo, uma vez que a demanda é extremamente sensível a variações no orçamento doméstico, influenciada por fatores macroeconômicos.

Por se tratar de um cenário de recuperação econômica, havendo geração de emprego e renda para a população é possível inferir que a produção continuaria voltada ao atendimento ao mercado interno. Para isso, contudo, faz-se necessário engajamento de todo o setor leiteiro e de entidades governamentais no sentido de desenvolver estratégias alternativas de escoamento da produção, como o acesso ao mercado internacional com vistas à equalização da relação produção/demanda/consumo.

Para tanto, é preciso vencer os desafios listados e, ainda, promover soluções logísticas para o incremento da captação e escoamento da produção leiteira agroindustrial nacional. O acesso ao mercado externo, além de depender do atendimento à qualidade e à sanidade exigidas, carece de competitividade. De nada adianta garantir o acesso a mercados internacionais se os custos de produção excederem as cotações.

Dessa forma, Spies (2018) aponta que para ser competitivo, o leite tem de apresentar alta qualidade, ser produzido a baixo custo; em acréscimo, as relações entre produtor e indústria devem ser organizadas de maneira formal para mitigar oscilações no fornecimento, mostrando-se seguras. Com relação à qualidade, é necessário aumentar o teor de sólidos de maneira geral, reduzindo os indicadores de contagem de células somáticas e bacteriana, ao mesmo tempo em que se atende às questões sanitárias, especialmente no tocante à brucelose e tuberculose.

Os baixos custos estariam relacionados à otimização da produção, gerando maiores produtividades, aumentando a escala e diluindo os custos fixos, tanto no setor produtivo quanto no industrial. Em resumo, o caminho parece ser mesmo aplicar as tecnologias mais eficientes já disponíveis e buscar a competitividade. Nesse quesito ainda figura o incremento da questão logística, pois países competitivos no mercado internacional, como a Nova Zelândia, são capazes de coletar 200 litros por quilômetro rodado, ao passo que o Brasil, coleta apenas 47 (SPIES, 2018).

Em suma, o acesso ao mercado externo deverá se manter como a principal meta para a cadeia leiteira nacional, servindo como norteador das ações dos diversos setores, uma vez que esse acesso depende do atendimento a diversos quesitos de qualidade inerentes aos sistemas de produção, coleta, processamento, industrialização e escoamento. É preciso que haja o engajamento de toda a cadeia com o compromisso de promover condições para atender os quesitos já elencados, promovendo o desenvolvimento harmônico da atividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Paraná apresenta vantagens competitivas que permitem o pleno desenvolvimento da atividade leiteira, encontrando respaldo na capacitação, na extensão rural, na estrutura industrial e nas políticas públicas estaduais adequadas. Todas essas questões contribuíram para a consolidação do estado como segundo maior produtor nacional.

Entretanto, ainda há muito a se evoluir, pois ao mesmo tempo em que o estado abriga campeões nacionais em produção e produtividade, alguns sistemas produtivos ainda apresentam resultados inferiores, sendo necessário encontrar estratégias para incrementar os resultados e aumentar a renda nas propriedades rurais.

A consolidação de um parque industrial capaz de absorver o incremento da produção, a iniciativa cooperativista formalizando as relações entre produtores e indústrias, a criação de políticas de transparência para a formação de preços e a implantação de tecnologias foram determinantes para os crescimentos expressivos na produção. Entretanto, para acompanhar esse incremento é necessário criar estratégias para que o aumento da produção não seja comprometido em uma situação de excesso de oferta sem aumento na demanda, o que desestimularia o setor produtivo.

Nesse contexto, a criação de fóruns para a discussão de problemas e oportunidades comuns é fundamental para se encontrar soluções aos entraves atuais e futuros. A atuação das entidades representativas da cadeia como um todo de maneira harmônica demonstra o comprometimento de todos os setores em promover o pleno desenvolvimento da atividade leiteira, movimentando a economia e gerando emprego, renda e divisas.

O combate ao chamado *Custo Brasil*, caracterizado pelos altos custos logísticos decorrentes da falta de infraestrutura para o escoamento da produção deve ser preconizado pelas autoridades competentes, mas todo o setor deve se comprometer com a otimização de seus processos, buscando cada vez mais incrementar a competitividade dos produtos nacionais.

Ainda existem muitos desafios a serem vencidos, mas conforme descrito por Spies (2018), a atividade leiteira apresenta muitos “bons problemas”. Segundo o autor, para aumentar em 50% a produção nacional de lácteos, é preciso que todos os produtores façam aquilo que os melhores já fazem. Nas propriedades, o atendimento à nutrição, ao cuidado com a sanidade dos rebanhos, a promoção do manejo adequado e a gestão assídua da atividade ainda são as quatro bases que sustentam qualquer atividade pecuária.

Associada a isso, a atuação das instituições de amparo ao setor, envolvendo as entidades de pesquisa, ensino, assistência técnica e extensão rural, promovem o respaldo necessário para desenvolver novas tecnologias e garantir que sejam aplicadas em campo, para que sejam gerados incrementos e potencializada a produção de alimentos para um mundo que cresce em população e renda.

Ainda, as entidades regulatórias deverão acompanhar a evolução da atividade e promover a segurança alimentar, mas buscando harmonizar a legislação às necessidades do setor. A busca pela evolução no *status* sanitário

deve ainda se manter como um dos principais norteadores das políticas públicas nacionais e estaduais.

Em suma, a atividade leiteira estadual e nacional se manterá em expansão, mas é preciso olhar para o futuro e aprender as lições que os grandes *players* do mercado internacional mostram aos demais produtores. Nota-se que nesses países as dificuldades aqui enfrentadas foram há muito vencidas e que assim, e somente assim, foram capazes de se consolidar como expoentes em suas atividades produtivas e comerciais.

Espera-se que, no médio prazo, as ações promovidas ao longo da cadeia possam surtir o efeito esperado e que haja harmonia na produção, na captação, na industrialização, no escoamento e no consumo, contribuindo para o desenvolvimento pleno da atividade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal nº 13.584, de 27 de dezembro de 2017. Confere ao município de Castro, no estado do Paraná, o título de capital nacional do leite. **Diário Oficial da União**, 27 dez. 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Lei/L13584.htm>. Acesso em: 19 out. 2019.

CONSELEITE PARANÁ – CONSELHO PARITÁRIO PRODUTORES/INDÚSTRIAS DE LEITE DO ESTADO DO PARANÁ. 2018a. Dados não publicados.

CONSELEITE PARANÁ – CONSELHO PARITÁRIO PRODUTORES/INDÚSTRIAS DE LEITE DO ESTADO DO PARANÁ. **Resolução no 08/2018**. 2018b. Disponível em: <<https://conseleitepr.com.br/wp-content/uploads/2018/08/r08a2018.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2019.

DERAL/SEAB – DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL DA SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Valor bruto da produção agrícola paranaense em 2017**. 2018. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/analisevbp2017resumidavd.pdf>. Acesso em 10 ago.2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017** – resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 108 p. Disponível em: <<https://biblioteca>.

ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Projeção da população**. 2018a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa trimestral do leite**. 2018b. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1086>>. Acesso em: 10 ago.2018.

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; EMAER PR – INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná**: sumário executivo. Curitiba, 2009. 29 p.

SPIES, A. **Perspectivas, desafios e oportunidades para a produção e exportação de lácteos na região sul do Brasil**. 2018. Dados não publicados.

DESAFIOS E AVANÇOS NO DESENVOLVIMENTO DA PECUÁRIA DE LEITE FAMILIAR - PROGRAMA LEITE MAIS

Vanderlei Bett

Simony M. B. Lugão

Joaquim R. Martins

Willian Gonçalves do Nascimento

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira no Brasil está mudando. Há algum tempo já se ouve dizer que haverá redução no número de propriedades produtoras de leite no país. De fato, a publicação dos resultados do Censo Agropecuário 2017 confirmou esse fato. Segundo o Censo Agropecuário de 2006, o Brasil tinha até aquele ano 1.349.326 estabelecimentos que se declaravam ligados à atividade produtiva de leite; já no Censo Agropecuário de 2017, o número de estabelecimentos caiu para 1.171.190, uma redução de 13,2% (Tabela 1). No mesmo período, o número de animais ordenhados apresentou uma redução de 5,1%, caindo de 12,6 milhões (IBGE, 2006) para 11,9 milhões de animais (IBGE, 2018).

No entanto, a despeito dessas reduções, a produtividade média das vacas aumentou no período. Os valores variaram de 4,4 para 6,9 litros de leite/vaca/dia, um aumento de 57,4%, o que proporcionou o aumento da escala de produção nas propriedades, passando de 40,9 litros/dia para 70,4 litros/dia, representando aumento de 72,1%.

O aumento na escala de produção, um dos fatores marcantes para ampliar as chances de sucesso na atividade, proporciona a melhoria na receita da propriedade. A média de receita apresentada no Censo Agro 2006 foi de aproximadamente R\$ 545,00/mês, já o Censo Agro 2017 apresentou a receita de R\$ 1.994,00/mês em média, um aumento de 266,1% na receita dos estabelecimentos produtores de leite no país.

Tabela 1 – Evolução da pecuária leiteira do Brasil, segundo Censo Agropecuário 2017

Brasil	Censo Agropecuário		
	2006	2017	Variação (%)
Estabelecimentos	1.349.326	1.171.190	-13,2
Vacas ordenhadas	12.636.548	11.990.450	-5,1
Leite produzido (× 1.000 L)	20.157.682	30.114.345	49,4
Valor (× R\$ 1.000)	8.817.536	28.017.899	217,8
Receita por Propriedade/mês	545	1.994	266,1
Produção de Leite/Propriedade/dia (Litros)	40,9	70,4	72,1
Produção de Leite/Vaca/dia (Litros)	4,4	6,9	57,4

Fonte: Censo Agropecuário IBGE 2006 e 2017.

*Estimativa

No estado do Paraná o cenário não difere muito daquele observado em âmbito nacional. No intervalo de tempo entre os censos agropecuários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 27,2% dos estabelecimentos pecuários do estado deixaram a atividade leiteira (de 119.563 para 87.048 estabelecimentos), ao mesmo tempo em que o número de vacas ordenhadas aumentou 2,1%, item que difere da tendência nacional (Tabela 2).

A produtividade das vacas teve aumento significativo entre os dois Censos, partindo de 5,7 para 10,5 litros/vaca/dia, um aumento de 84,9%. O reflexo dessa melhora expressiva na produtividade foi o aumento na produção média em cada propriedade, que saltou de 41,6 para 108 litros/dia, representando aumento de 159,4% na produção no período referido.

A renda mensal em cada propriedade do estado teve aumento ainda mais expressivo, equivalente a 513,3% (de R\$ 530,00 passou para R\$ 3.250,00/mês). Esse crescimento é explicado não somente pelo aumento da escala de produção, mas também pela melhoria do preço médio pago pelas indústrias.

Os dados comparados entre os resultados dos dois referidos censos agropecuários permitem inferir que houve sim o abandono da atividade leiteira por um número considerável de produtores, porém deve-se ter em vista que esses produtores que desistiram eram os menos eficientes. Mesmo com a diminuição do número de estabelecimentos no país e no estado e com a redução de vacas ordenhadas no território nacional, houve aumento dos índices de produtividade, uma vez que os produtores ineficientes e,

provavelmente, suas vacas de raças não especializadas, deixaram de figurar nos cálculos.

Tabela 2 – Evolução da pecuária leiteira do Paraná, segundo Censo Agropecuário 2017

Paraná	Censo Agropecuário		
	2006	2017	Variação (%)
Estabelecimentos	119.563	87.048	-27,2
Vacas ordenhadas	877.890	896.679	2,1
Leite produzido (× 1.000 litros)	1.816.426	3.431.041	88,9
Valor (× R\$ 1.000)	760.686	3.395.029	346,3
Receita por propriedade/mês	530	3.250	513,0
Produção de leite/propriedade/dia (Litros)	41,6	108,0	159,4
Produção de leite/vaca/dia (Litros)	5,7	10,5	84,9

Fonte: Censo Agropecuário IBGE 2006 e 2017.

Ao mesmo tempo, os estabelecimentos que permaneceram na atividade, tanto a gestão por parte dos produtores quanto os animais, melhoraram suas eficiências, aumentando a especialização e consequentemente, melhorando os índices para além dos percentuais de desistência, ou seja, os produtores se profissionalizaram na atividade leiteira.

Somada à especialização na atividade, a assistência técnica também deve evoluir para contribuir com a necessidade desses estabelecimentos, especialmente os de pequeno e médio porte, que carecem de uma assistência técnica e extensão rural (Ater) periódica, contínua, especializada em sistemas de produção leiteira e multidisciplinar.

PROGRAMA LEITE MAIS

O Programa Leite MAIS (sigla que significa “modelo de assistência técnica de intensificação sustentável” de sistemas de produção de leite) atua visando à melhoria da produtividade, da escala de produção e da rentabilidade na atividade leiteira. Por conseguinte, com mais recursos, o produtor melhora a qualidade de vida familiar e abre espaço para a sucessão na atividade (MARTINS et al., 2014).

O Programa Leite MAIS foi criado após análise dos resultados de pesquisas empreendidas pelas áreas de produção e nutrição do Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar) e difundidos pelo Instituto Emater (Empresa

de Assistência Técnica e Extensão Rural). Juntos, esses órgãos coordenam o Projeto Redes de Referência para Agricultura Familiar, cujo objetivo é acompanhar e orientar sistemas de produção, entre eles os sistemas leiteiros, em diversas regiões do Paraná; esses estudos que geraram as “Referências para os Sistemas de Produção de Leite” regionais (PLATAFORMA DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2018).

A metodologia de trabalho do Programa Leite MAIS foi criada com a compilação de técnicas existentes, algumas consagradas na atividade, que foram estudadas e publicadas por diversas instituições de ensino superior do país e exterior. Tais técnicas foram adaptadas para a utilização em propriedades leiteiras, testadas em propriedades-referências com o acompanhamento dos pesquisadores do Iapar e extensionistas do Instituto Emater e, após validadas em sua exequibilidade, foram difundidas aos demais produtores. A união das diversas técnicas validadas nesses estudos, com vistas ao acompanhamento sistêmico da propriedade leiteira, formou o Programa Leite MAIS (BETT; LUGÃO; MARTINS, 2017).

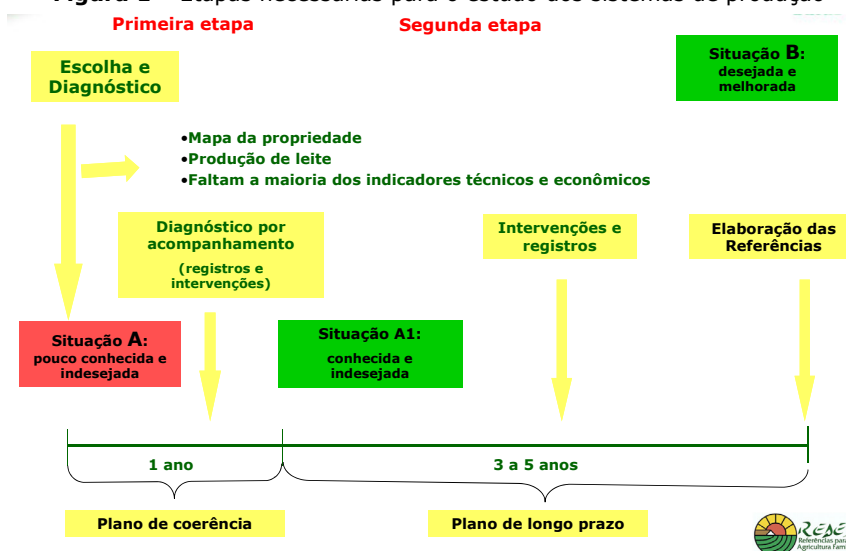
Essa forma de estudar os sistemas de produção agropecuários surgiu no Brasil em 1988, com a criação do Projeto Redes de Referência para Agricultura Familiar (deste ponto em diante referido simplesmente como *Projeto Redes*), a partir de um convênio entre o Brasil e a França, baseado na experiência do Institut de l’Elevage, visando à validação e à transferência de tecnologias viáveis para os sistemas de produção estudados. O Projeto Redes foi criado com o objetivo de apoiar o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis para a agricultura familiar paranaense (Iapar, 2019b), mas as metodologias que surgiram desde então podem ser aplicadas aos mais diversos tipos de sistemas de produção, desde que devidamente adaptadas (LUGÃO et al., 2008).

O Projeto Redes de Referência ao iniciar o estudo de um sistema de produção, realiza um levantamento prévio da região para conhecer os recursos naturais e caracterizar as condições socioeconômicas locais, buscando com isso a identificação dos principais sistemas de produção, seja pela frequência com que ocorrem, seja por seu potencial regional (Iapar, 2018a); somente depois disso, o sistema a ser estudado é escolhido.

O estudo inicia com a construção do chamado *marco zero* da propriedade, que é utilizado para estimar o grau de evolução possível para o sistema

de produção em foco. Com base nessas informações iniciais, é elaborado o Plano de coerência (conforme ilustra a Figura 1). Esse é um planejamento de ações de curto prazo que serve para a realização de um diagnóstico aprofundado da propriedade e também para orientar a redução de perdas e a correção de possíveis incoerências entre os objetivos dos agricultores e suas famílias perante o sistema de produção conduzido. O plano de coerência permite a ratificação e/ou retificação do diagnóstico inicial. O tempo médio de execução do Plano de Coerência é de aproximadamente 12 meses (ALMEIDA et al., 2014).

Figura 1 – Etapas necessárias para o estudo dos sistemas de produção



Fonte: Adaptado de <http://iapar.br/modules/conteudo/conteudophp?conteudo=546>

Terminado esse período inicial, pesquisadores, extensionistas e produtores dão início à confecção do plano de longo prazo, que visa à melhoria do sistema de produção levando em consideração a situação atual e a situação desejada pelo produtor e sua família, desde que possível de ser atingida. Esse plano de longo prazo pode durar de 4 a 8 anos, de acordo com o sistema de produção estudado (Iapar, 2019c). Em alguns casos, em razão da grande complexidade nos sistemas de produção leiteiros, somada à condição socioeconômica familiar, o tempo para atingir a estabilidade da propriedade,

tanto de uso do solo quanto do tamanho do rebanho, pode se estender para além de 8 anos.

Foi utilizando os resultados desses estudos de sistemas de produção leiteira que o Iapar e o Emater criaram o Programa Leite MAIS. O programa, referido anteriormente, adota o seguinte itinerário técnico: planejamento forrageiro de verão e inverno, produção de forragens com qualidade, conforto animal, nutrição de precisão, controle reprodutivo, sanidade, criação de bezerras, qualidade do leite, adequação ambiental e gestão de indicadores técnicos e econômicos. A prestação de assistência técnica é realizada por dois profissionais, um da área de produção animal e outro de produção vegetal, que, após treinamento ministrado pelos pesquisadores do Iapar, realizam visitas mensais alternadas (ou seja, num mês a propriedade é visitada por um profissional da produção vegetal e no mês seguinte por um da produção animal) às propriedades com duração de meio período.

RESULTADOS

As análises dos resultados obtidos nas propriedades acompanhadas na região do Oeste Paranaense, incluindo os municípios de abrangência da Bacia do Paraná 3 (BP3), foram feitas durante 16 meses de atuação do projeto (de fevereiro de 2017 a maio de 2018). O grupo de propriedades estava sob responsabilidade do convênio entre o Iapar e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) Regional Oeste, incluídas no Programa Sebraetec, que custeava parte do trabalho da Ater privada que aplicava a metodologia do Programa Leite MAIS. Esse programa do Sebrae incentiva os setores de produção mediante melhoria de processos, produtos, serviços através da introdução de inovações, possibilitando o acesso subsidiado a serviços tecnológicos.

O monitoramento e o tratamento das informações geradas nas propriedades atendidas foram realizados pelo Iapar, sob o convênio Iapar/Itaipu Binacional, sob o nome *Projeto IBITIBA*, em seu Plano de Ação 7.

Nos resultados das propriedades que aderiram ao Programa Leite MAIS no Projeto IBITIBA, foram encontradas nítidas diferenças de comportamento. Em razão dessas diferenças detectáveis, foi possível classificar as propriedades em três categorias. As propriedades cujos responsáveis aceitavam prontamente a implantação de novas tecnologias e adotavam a maioria das orientações técnicas feitas pelos profissionais da Ater foram classificadas

como *propriedade de alta adoção*. Já aquelas que realizavam parcialmente as recomendações técnicas foram classificadas como *propriedade de média adoção*; por fim, aquelas que realizavam poucas das recomendações técnicas, ou seja, apresentavam resistência perante as tecnologias apresentadas pelos técnicos da Ater, foram chamadas *propriedades de baixa adoção*.

Em virtude das diferenças detectadas, na análise, as propriedades foram reunidas em dois grupos. No primeiro, ficaram as propriedades de alta e média adoção, pois apresentaram menor resistência às tecnologias apresentadas; no segundo, ficaram as de baixa adoção, cuja resistência às mudanças foi maior.

Nível de adoção

O Programa Sebraetec foi encerrado em julho de 2018. Após essa data, parte dos produtores assumiu o valor subsidiado e permaneceu com a Ater (sendo classificados como *ativos*); os produtores que não quiseram aumentar sua contribuição para pagar a Ater (considerados *inativos*) saíram do Programa; e os produtores interessados em entrar no Programa Leite MAIS foram adicionados (sendo considerados *novos*). Na Tabela 3 estão quantificados os produtores em cada categoria, a partir de agosto de 2018.

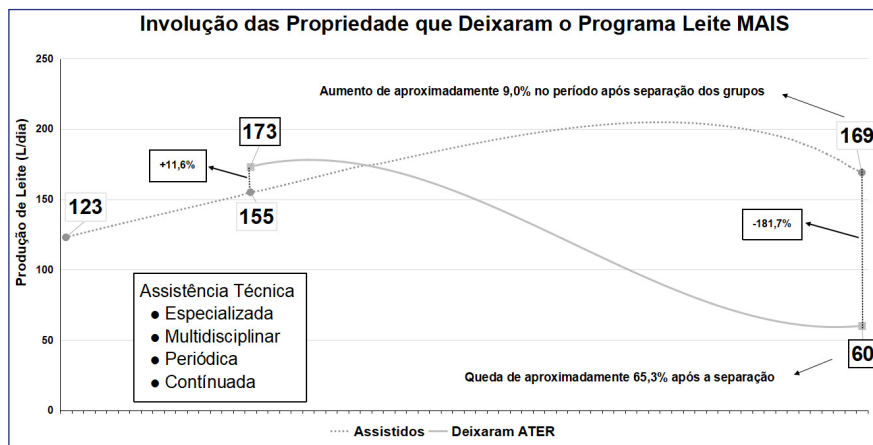
Tabela 3 – Classificação dos produtores que a partir de agosto de 2018 foram classificados como ativos e inativos na assistência técnica do Programa Leite MAIS

Produtores	Nº de produtores	% de produtores
Ativos	77	74%
Inativos	23	22%
Novos	4	4%
Total	104	100%

Do total de produtores, 22% saíram da Ater do Programa Leite MAIS devido ao término do projeto com a parceria do Sebraetec. Sem o SEBRAETEC, a partilha do custo da Ater passaria a ser de R\$ 220,00 para o laticínio e de R\$ 220,00 para os produtores, os quais, por se enquadrarem no regime familiar de trabalho e ainda estarem com baixa escala de produção, consideraram o valor alto, motivando a saída do projeto, mesmo sabendo que, ao deixarem a Ater, a tendência seria não mais executar práticas corriqueiras

do sistema de produção leiteira que são de suma importância para a boa condução da atividade e gerência do sistema (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Produção de leite de propriedades que são atendidas pelo Programa Leite MAIS e propriedades que deixaram a Ater



Fonte: BETT; LUGÃO; MARTINS (2017).

Em estudos anteriores, verificamos que o grupo de produtores que deixa a Ater, em curto prazo, volta à escala de produção verificada no marco zero da propriedade.

Os dados evidenciam que, ao deixar a Ater, devido à alta complexidade do sistema de produção de leite, o produtor não tem mais tempo para realizar atividades simples, como medir a produção diária de leite das vacas, manejar corretamente o desenvolvimento ponderal de novilhas, manejar corretamente a utilização do pasto e de insumos das rações. Todas essas tarefas, ao serem abandonadas, levam a um gasto excessivo e ineficiente dos recursos, causando queda na produtividade, diminuição da escala de produção e aumento nos custos de produção.

Dos produtores que saíram do Programa a partir de agosto 2018, 83% eram classificados como de baixa adoção da tecnologia e 13% como de média adoção (Tabela 4). Nenhum dos produtores que apresentavam alta adoção da tecnologia saiu do projeto.

Tabela 4 – Porcentagens de adoção das tecnologias nos produtores que saíram do projeto de assistência técnica do Programa Leite MAIS a partir de agosto 2018

Nível de adoção das tecnologias	Produtores inativos	
	Número	Percentual
Alta adoção	0	0%
Média adoção	3	13%
Baixa adoção	20	87%
Total	23	100%

Os dados da Tabela 4 confirmam o que registramos no início deste capítulo, quando afirmamos que os produtores que saíram da atividade leiteira eram os menos eficientes, pois dispunham de menos recursos para suportar as crises periódicas e já esperadas do mercado do leite brasileiro. Quando a crise financeira se apresenta mais acentuada, como é o caso da que se desenrola na atualidade, o produtor menos eficiente se vê obrigado a abandonar a atividade.

Na Tabela 5 estão classificados por adoção da tecnologia os produtores que irão permanecer no projeto a partir de agosto de 2018.

Tabela 5 – Porcentagens de adoção das tecnologias nos produtores que irão permanecer no projeto de assistência técnica do Programa Leite MAIS a partir de agosto 2018

Nível de Adoção das tecnologias	Produtores inativos	
	Número	Percentual
Alta adoção	9	11%
Média adoção	45	58%
Baixa adoção	24	31%
Total	78	100%

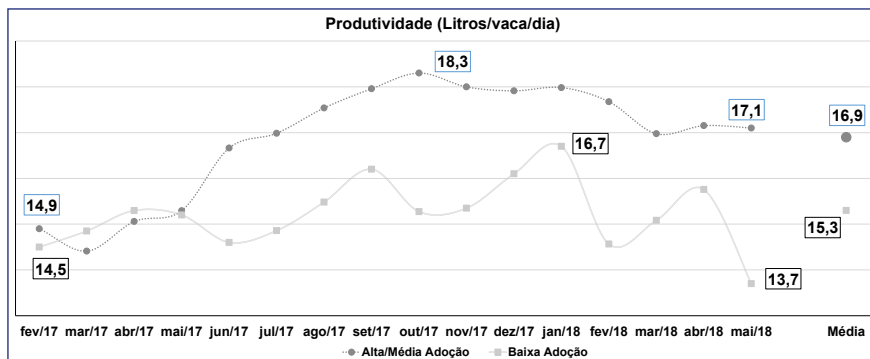
Dos produtores que decidiram permanecer recebendo orientações técnicas especializadas do Programa Leite MAIS, 69% são produtores considerados de alta e média adoção e o grupo de produtores considerados de baixa adoção representa 31%.

Produtividade e produção do rebanho

No Gráfico 2 são apresentados os resultados da produtividade das vacas (litros/dia) dos grupos avaliados. No grupo de alta/média adoção houve um incremento na produtividade dos animais, passando de 14,9 litros/vaca/dia para 17,1 litros/vaca/dia. Esse resultado na melhoria da produtividade

do rebanho é decorrente do conjunto das intervenções técnicas constituído de: planejamento de forragem, manejo do pastejo e da fertilidade das pastagens, e nutrição de precisão dos rebanhos das vacas lactantes. Já no grupo de baixa adoção houve redução da média de produtividade das vacas; a queda observada foi de 14,5 litros/vaca/dia para 13,7 litros/vaca/dia.

Gráfico 2 – Produtividade do rebanho (litros/vaca/dia) médio no período, para os grupos de produtores de baixa e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018



No período inicial dos trabalhos da Ater são realizados os ajustes no rebanho, incluindo secagem de vacas próximo ao parto, pouco produtivas e/ou com escore corporal (ECC) baixo, no intuito de viabilizar economicamente a propriedade. Em razão do pouco tempo de trabalho e da grande variação dos dados provocada por esses ajustes iniciais, discutiremos os resultados utilizando o valor da produção inicial e a média obtida no período.

Observa-se que o grupo de maior adoção (alta/média) teve um incremento de 13,4% na produtividade, comparando-se o valor inicial com a média no período. Já o grupo de baixa adoção obteve incremento de 5,5%, também comparando o valor inicial com a média no período.

Além de obter um incremento maior na produtividade das vacas que o grupo de baixa adoção, o grupo de adoção alta e média apresenta maior estabilidade na produtividade ao longo do período avaliado.

É difícil afirmar que nas propriedades com baixa adoção das orientações a tendência é não melhorar a produtividade dos animais, visto que, pelos estudos realizados no Projeto Redes, a estabilização de uma propriedade leiteira com Ater especializada em sistemas de produção leiteira, somando-se os planos de coerência e de longo prazo, ocorre entre 5 e 9 anos, podendo

se estender devido às particularidades de cada sistema de produção. Os estudos indicam ainda que, quanto menor o nível de adoção, mais tempo se leva para atingir a estabilidade da propriedade. Isso indica que, mesmo as propriedades de baixa adoção podem alcançar estabilidade, porém, num período de tempo mais longo.

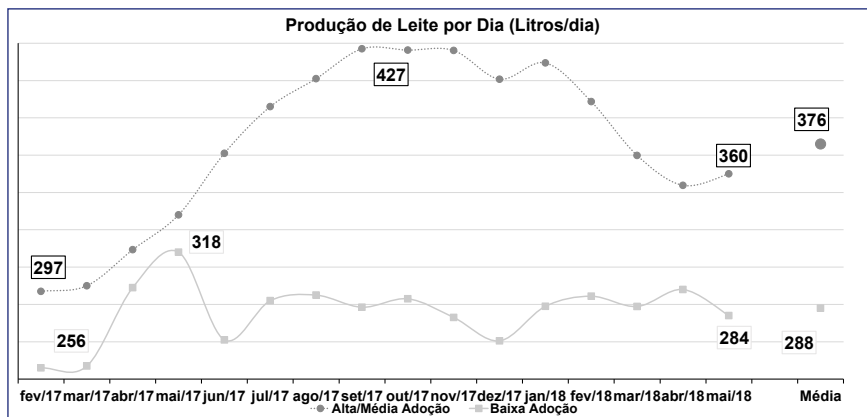
Esse incremento de produtividade evidencia que o potencial genético do rebanho é bem maior do que os produtores acreditam e, por estarem subutilizando esse potencial, estavam alcançando baixa eficiência com o seu rebanho leiteiro. Os dados mostram que vacas bem-alimentadas, além de expressar o potencial genético produtivo, melhoram os indicadores reprodutivos, reduzindo intervalo entre partos e apresentando, consequentemente, maior percentagem de vacas lactantes do rebanho, aumentando a escala de produção de leite. No entanto, esse indicador (intervalo entre partos) só pode ser calculado após parições subsequentes das vacas.

A produção média nas propriedades dos grupos de produtores que têm alta/média adoção das orientações técnicas subiu de 297 litros/dia para 376 litros/dia. Comparando-se o valor inicial com a média obtida no período, observa-se um aumento de 26,6% na produção diária (Gráfico 3).

Nas propriedades dos produtores classificados como de baixa adoção das orientações técnicas, houve aumento da produção média, que de 256 litros/dia passou a 284 litros/dia no período analisado. Quando comparado o valor inicial com a média no período, o incremento é de aproximadamente 12,5% na produção diária.

Nota-se que os produtores que têm uma maior adoção tiveram um pouco mais que o dobro de incremento na produção e com uma menor variação entre os meses. Os de baixa adoção, apesar do menor incremento, também tiveram sua produção beneficiada pela Ater.

Gráfico 3 – Produção média (litros/dia) nas propriedades e média no período, para os grupos de produtores de baixa e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018

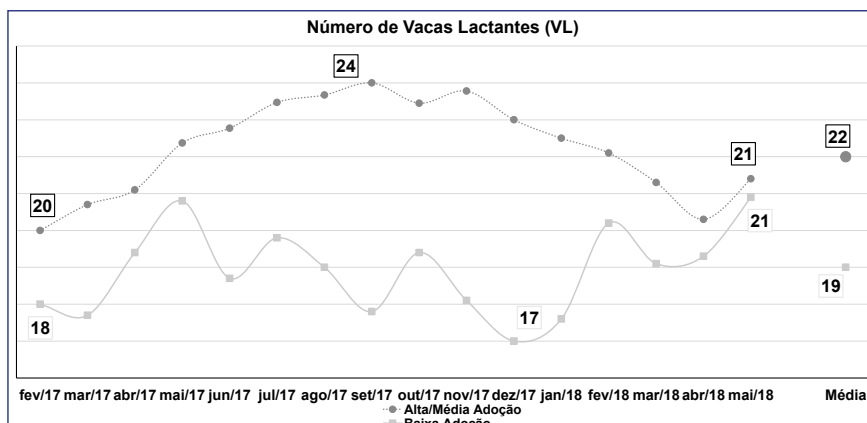


Número de vacas lactantes, vacas adultas e percentagem de vacas lactantes em relação as vacas adultas

O aumento de produção diária é reflexo do aumento da produtividade das vacas lactantes, e também da melhoria da persistência da lactação decorrente de uma boa nutrição.

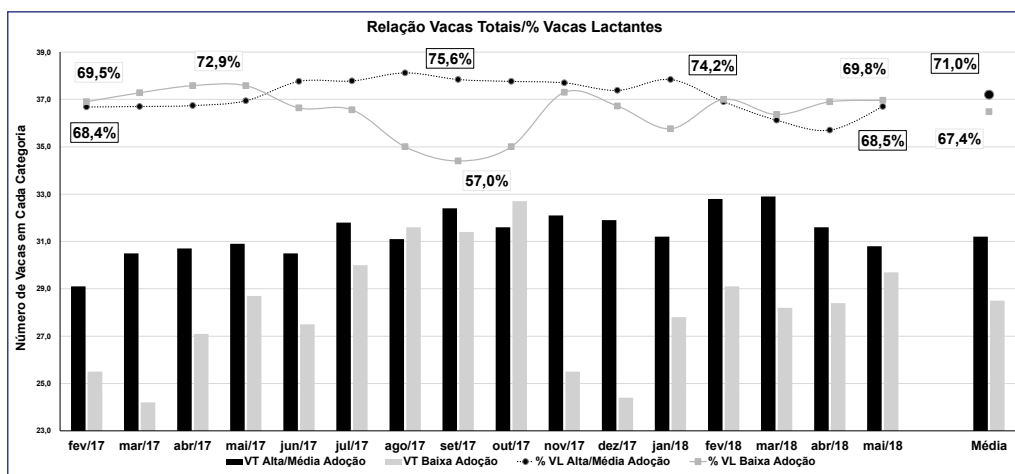
Outro indicador que afeta a produção diária é o número de vacas lactantes (VL). Observa-se que a variação dos números de VL durante o período avaliado foi pequena para o grupo de produtores com alta/média adoção (com média de 22 VL), já para o grupo considerado de baixa adoção, a variação foi bem maior (com média de 19 VL).

Gráfico 4 – Número de vacas lactantes (VL) por mês e média no período, para os grupos de produtores de baixa adoção e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018



A relação das Vacas Adultas/Lactantes (Vacas Totais - VT) nas propriedades, em média ainda está aquém do desejado (Gráfico 5) para os dois grupos avaliados. No grupo de alta/média adoção, 71% das vacas adultas (VA) segue produzindo, porém com uma distribuição melhor ao longo do período avaliado, quando comparado com o grupo de baixa adoção, que tem somente 67% das vacas produzindo e desuniformemente distribuídas.

Gráfico 5 – Número de vacas totais (VT) e porcentagem de vacas lactantes no rebanho e média no período, para os grupos de produtores de baixa adoção e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018

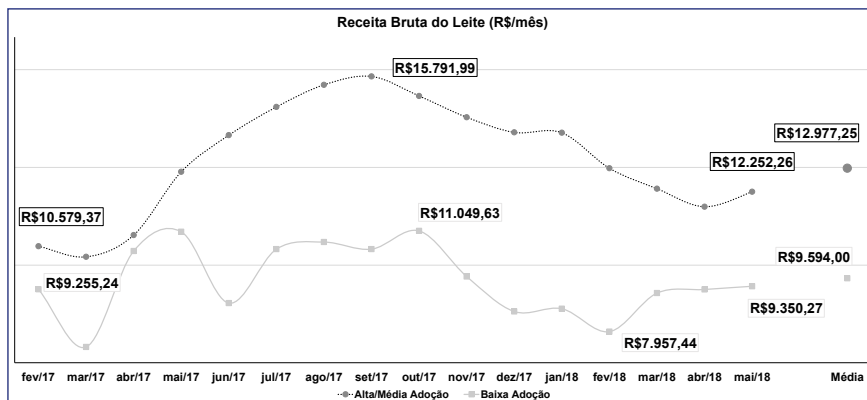


A baixa percentagem de VL leva à diminuição da receita, quando se compara o potencial de produção diária com o rebanho existente. Seria interessante para um maior retorno financeiro da atividade que de 80% a 83% das vacas adultas (VA) estivessem em lactação. A melhoria desses indicadores não foi gerada a curto prazo; e essa relação entre VL/VT é um índice que se ajusta ao longo do tempo. Não é possível tecnicamente, com o rebanho existente, alterar esse índice rapidamente, pois ele depende de múltiplos fatores: alimentação ajustada, reprodução, sanidade e manejo adequado.

Resultados financeiros com a Ater do Programa Leite MAIS

O aumento de produção nas propriedades que participam do programa de Ater gerou maior renda com a venda do leite. No Gráfico 6 são mostradas as receitas médias mensais com a venda do leite, das propriedades de baixa e de alta/média adoção das orientações técnicas preconizadas pelo Programa Leite MAIS.

Gráfico 6 – Receita bruta do leite por mês (R\$/mês) e média no período, para os grupos de produtores com baixa adoção e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018



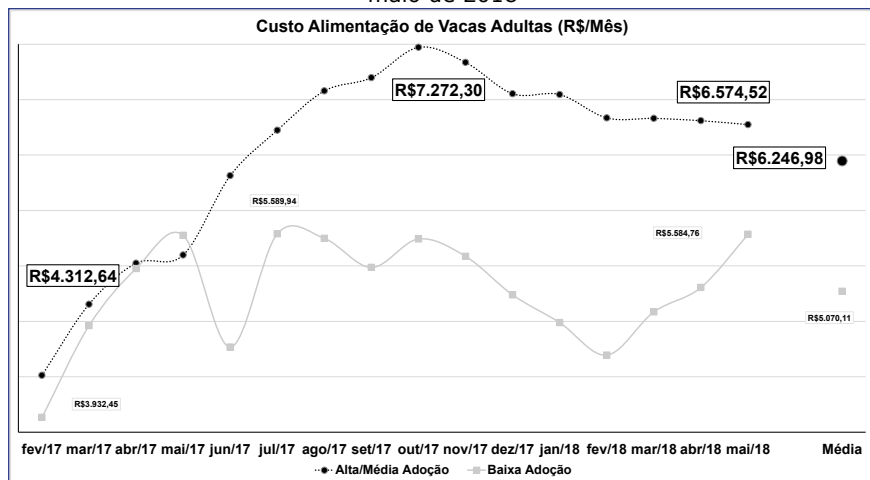
A receita bruta do grupo de produtores com alta/média adoção das orientações técnicas passou de R\$ 10.579,37/mês para R\$ 12.252,26/mês, obtendo a média de R\$ 12.977,25/mês durante o período avaliado. Comparando-se o valor inicial com a média, percebe-se um incremento de 22,7%. No mesmo período, no grupo de produtores com baixa adoção a receita bruta saiu de R\$ 9.255,24/mês para R\$ 9.350,27/mês, com média de R\$ 9.594,00/mês no período, com aumento de 3,2%.

A maior adoção das orientações técnicas possibilitou uma receita bruta média de 35,9% maior que a alcançada pelo grupo de baixa adoção. Em todos os meses estudados, a receita com a venda do leite foi maior para o grupo de alta/média adoção e com menores oscilações durante o período avaliado, na comparação com o grupo de baixa adoção.

No Gráfico 7 são apresentados os valores do custo da alimentação de VA. O custo da alimentação do grupo de produtores com alta/média adoção das orientações técnicas saiu do R\$4.312,64/mês para R\$6.574,52/mês, em média de R\$6.246,98/mês, durante o período avaliado. Quando comparado o valor inicial com a média no período, o aumento no gasto foi de 44,8%. No grupo de produtores com baixa adoção, por sua vez, o custo com alimentação aumentou de R\$ 3.932,45/mês para R\$ 5.584,76/mês, com média de R\$ 5.070,00/mês, registrando aumento de 28,9% do valor inicial comparado com a média de gasto. Esse maior custo da alimentação do grupo de produtores de alta/média adoção teve como resultados maior produção de leite, melhor condição corporal dos animais (ECC), menor intervalo entre parto (IEP),

além de melhor sanidade do rebanho. Em análise econômica, o que é mais importante é o lucro; sendo assim, o produtor pode gastar mais, desde que o incremento da produção seja maior e, conseqüentemente, a receita seja compensatória.

Gráfico 7 – Custo da alimentação das vacas adultas (VA) (R\$/mês) e média no período, para os grupos de produtores com baixa adoção e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018



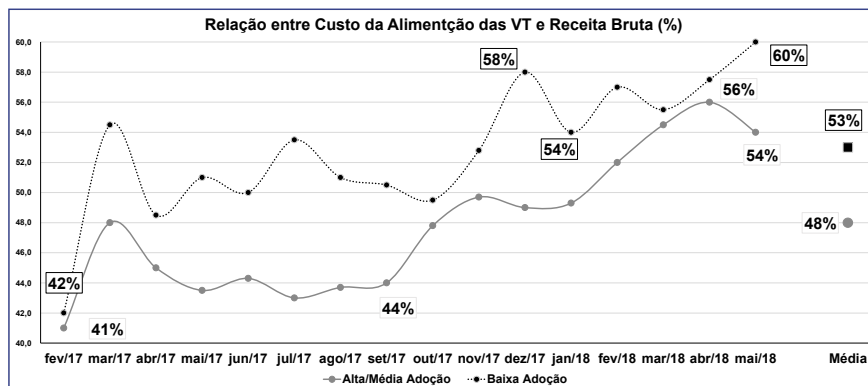
Em sistemas leiteiros, a alimentação é o item do custo de produção com maior peso, representando de 40% a 60% do custo total da atividade. Segundo Nascif et al. (2017) o custo da alimentação do rebanho não pode passar de 55% em relação a receita bruta.

No Gráfico 8 são apresentadas as percentagens do custo da alimentação das vacas totais em relação a receita bruta com a venda do leite.

O percentual do custo da alimentação do grupo de produtores com alta/média adoção das orientações técnicas se elevou de 41% para 54%, obtendo a média de 48% durante o período avaliado, com um incremento de 17,1%, ou 7 pontos percentuais. No mesmo período, no grupo de produtores com baixa adoção o percentual do custo da alimentação passou de 42% para 60%, com média de 53%, aumento de 26,2% com relação à média do período, ou seja, 11 pontos percentuais. A maior adoção das orientações técnicas possibilitou uma redução no percentual do custo de alimentação em relação à receita bruta de 9,43% para o grupo de alta/média adoção, quando

comparado ao grupo de baixa adoção e também com menores oscilações durante o período avaliado.

Gráfico 8 – Percentagem do custo da alimentação das vacas totais (VT) em relação à receita bruta (RB) mensal e média no período, para os grupos de produtores com baixa adoção e alta/média adoção das orientações técnicas no Oeste Paranaense, de fevereiro de 2017 a maio de 2018



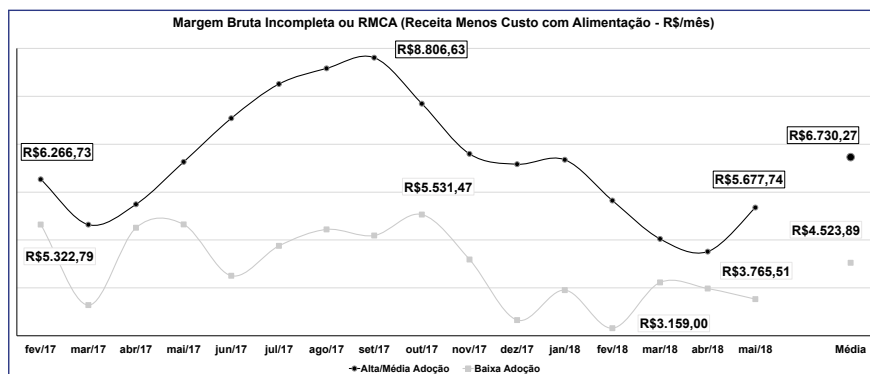
Como o custo da alimentação representa um percentual alto em relação à receita bruta, este indicador (custo da alimentação/RB) deve ser bem trabalhado. Por isso, a produção de volumosos durante o ano, tanto em quantidade como em qualidade, deve ser técnica e economicamente trabalhada com eficiência, sempre associado a nutrição de precisão. Outro fator de grande impacto no custo de produção da alimentação do rebanho é a utilização de ração comercial. Quando comparada com a utilização da matéria-prima como ingredientes das rações, tais como farelo de soja e silagem de grãos úmidos de milho ou silagem de milho reidratado, as rações formuladas na propriedade ficam de 20 a 30% mais baratas, além de terem qualidade nutricional superior.

No Gráfico 9 são apresentados os valores calculados pela subtração dos gastos com alimentação da receita obtida com a venda do leite das propriedades estudadas, que chamaremos neste trabalho, arbitrariamente como *margem bruta incompleta*.

A margem bruta incompleta do grupo de produtores de alta/média adoção das orientações técnicas caiu de R\$ 6.266,73/mês para R\$ 5.677,74/mês, sendo a média de R\$ 6.730,27/mês durante o período avaliado, com um incremento de 7,4%, tomando-se em consideração o valor inicial e a média no período. No grupo de produtores de baixa adoção a margem baixou de

R\$ 5.322,79/mês para R\$ 3.765,51/mês, com média de R\$ 4.522,89, com uma redução na margem em relação à média de 15%. A maior adoção das orientações técnicas possibilitou um incremento da margem, mesmo com um custo de alimentação mais elevada (Gráfico 8), representando na média 48,8% a mais que o valor obtido pelo grupo de baixa adoção. Em todos os meses estudados, a margem bruta incompleta foi maior para o grupo de alta/média adoção e com menores oscilações durante o período avaliado, quando comparado com o grupo de Baixa Adoção.

Gráfico 9 – Margem bruta incompleta (receita bruta menos o custo de alimentação em R\$/Mês) e média no período, para os grupos de produtores de Baixa Adoção e Alta/Média Adoção das orientações técnicas, no Oeste Paranaense. Fevereiro 2017 a maio de 2018



Esses resultados econômicos mostram que, mesmo existindo melhorias promovidas pelos ajustes nos sistemas de produção convencionais, a implantação completa e a adoção da metodologia do Programa Leite MAIS bem como a consequente nutrição de precisão podem promover o aumento da renda nas propriedades. Uma boa nutrição, além de aumentar a renda, gera resultados positivos nos indicadores zootécnicos como melhoria os indicadores reprodutivos e melhoria na higidez do rebanho (redução de uso de medicamentos).

Esses dados mostram o quanto é importante para os sistemas leiteiros e principalmente para agricultores familiares uma Ater multidisciplinar, periódica, especializada e contínua.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de produção leiteiro é um dos mais complexos da pecuária. As multitarefas inerentes ao sistema demandam do produtor a definição das atividades prioritárias em sua visão, deixando as demais em segundo plano. Sem o conhecimento técnico, o produtor pode incorrer no erro de relegar tarefas e atividades que são mais simples, porém que são de suma importância para a evolução do sistema. Por esse motivo, o trabalho da Ater auxilia o produtor a executar todas as tarefas do sistema, de forma organizada e eficiente.

O Programa Leite MAIS tem por objetivo principal aumentar a rentabilidade da atividade leiteira pelo ajuste sistêmico da produção; por essa razão é um Programa que atua com a multidisciplinaridade que o sistema leiteiro exige. Baixar custo através da produção e utilização eficiente das forrageiras, manter o bom desenvolvimento ponderal de bezerras e novilhas, produzir rações que atendam às exigências nutricionais dos animais em produção e em crescimento, orientar o bom manejo do rebanho e da ordenha são algumas das inúmeras tarefas corriqueiras da atividade que devem ser encaradas. Isso porque são fundamentais para a melhoria da eficiência da produção no sistema, sendo capazes de transformar determinada propriedade em uma empresa produtora de leite e animais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. D. et al. Intensificação da produção na atividade leiteira e exôdo rural na agricultura familiar: um estudo de caso em Nova Esperança (PR). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 10, 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2014. p. 719-725.

BETT, V.; LUGÃO, S. M. B.; MARTINS, J. R. Pesquisa e desenvolvimento na bovinocultura leiteira: Programa Leite MAIS. In: ZAMBOM, M. A.; SYPERRECK, M. A.; TININI, R. C. R. **Sustentabilidade com competitividade: desafios para os sistemas de produção de leite saudável e seguro**. Marechal Cândido Rondon: Unioeste, 2017. p. 151-180.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Metodologia: redes de referências para a agricultura familiar**. Disponível em: <<http://>

www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=546>.
Acesso em: 20 out. 2019a.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Redes de referências para a agricultura familiar**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=546>>.
Acesso em: 20out. 2019b.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Saiba mais**: redes de referências para a agricultura familiar um dispositivo de pesquisa & desenvolvimento para apoiar a promoção da agricultura familiar. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=532>>. Acesso em: 20 out. 2019c.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006** – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 758 p. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv61914.pdf>>.
Acesso em: 20 out. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017** – resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. 108 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/3093/agro_2017_resultados_preliminares.pdf>. Acesso em: 20 out. 2019.

LUGÃO, S. M. B. et al. Redes de referências: um dispositivo de pesquisa e extensão para o desenvolvimento da agricultura familiar. In: CCA/DZO/UEM. (Org.). SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, 3., 2008, Maringá. **Anais [...]** Maringá: EDUEM, 2008. p. 1-23.

MARTINS, J. R. et al. Modelo de assistência técnica em sistemas leiteiros no Noroeste Paranaense. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 10., 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2014. p. 1045-1051.

NASCIF, C. et al. (coord.). **Gerenciamento da empresa rural**: pecuária leiteira. Apostila do Curso de Curso de Gerenciamento da Empresa Rural – Labor Rural, 2017.

PLATAFORMA DE BOAS PRÁTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Apresenta o Programa Leite MAIS (03 A), 2009. Disponível em: <<http://www.boaspraticas.org.br/index.php/pt/areas-tematicas/agricultura/307-programa-leite-mais>>. Acesso em: 20 out. 2019.

DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO

João Ricardo Alves Pereira

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira do Brasil nasceu em 1532, quando a expedição colonizadora de Martim Afonso de Sousa trouxe da Europa para a então colônia portuguesa os primeiros bois e vacas. Durante quase cinco séculos de existência, a atividade caminhou morosamente, sem grandes evoluções tecnológicas.

A partir de 1950, coincidindo com o surto da industrialização do país, a pecuária leiteira entrou em sua fase moderna; mesmo assim, o progresso continuou muito tímido. No final dos anos 1960, o rumo dessa história começou a se alterar, quando o revolucionário leite tipo B ganhou expressão nacional. Entretanto, o salto mais qualitativo da pecuária leiteira aconteceu somente por volta de 1980. Daí em diante, o setor exibiu um dinamismo que nunca tinha apresentado, o que nos permite afirmar que os progressos que teve em apenas duas décadas foram maiores que o dos 500 anos anteriores.

No início da década de 1980, o leite C e o B eram líderes do mercado consumidor das regiões metropolitanas. O leite tipo A começava a disputar a preferência dos compradores. O leite longa vida chegou de mansinho e pouco a pouco foi deixando os concorrentes para trás até se tornar o leite mais vendido no país. O ciclo do leite longa vida provocou vários fenômenos na agroindústria leiteira, como a expansão das bacias leiteiras para regiões que antes não tinham expressão nacional na atividade, como as do Centro-Oeste e do Norte. O leite longa vida extinguiu o caráter regional das marcas de leite, pois agora ele pode ser produzido num pequeno município e vendido em outros a milhares de quilômetros de distância. Para a velha geração, a

imagem mais autêntica do leite era as saudosas garrafas de vidro. Para a nova, é a caixinha (RUBEZ, 2019a).

Os anos 90 foram marcantes para o Brasil e para a pecuária leiteira. O começo da década foi caracterizado pela especulação financeira; numa época em que a inflação era de 3% ao dia, os laticínios vendiam o leite à vista e chegavam a pagar os produtores num prazo de 50 dias. Em 1990, a Sunab baixou a Portaria 43, que acabou com o tabelamento do preço do leite, pondo fim a um ciclo que durou meio século e gerou distorções que prejudicaram a atividade leiteira. Embora a abertura econômica tenha provocado grande desnacionalização das empresas brasileiras e invasão de produtos estrangeiros no mercado nacional, como os lácteos, fazendo do país pátria mundial desses produtos, por outro lado ela obrigou a atividade a se tornar mais profissional, pois essa é a lei da globalização econômica.

Nessa década também foi iniciada a coleta de leite a granel, quando a economia brasileira e mundial foi tomada pela globalização. A ordem agora era ser moderno, competitivo, estar preparado para enfrentar a concorrência. Aconteceu o advento da informática e da internet. O Brasil criou o Código de Defesa do Consumidor. A sociedade passou a ter uma postura mais crítica perante os produtos que comprava. O lançamento do Plano Real, que venceu o dragão inflacionário, levou as empresas de laticínios a buscarem seus lucros mais na parte operacional do que na especulativa (RUBEZ, 2019b).

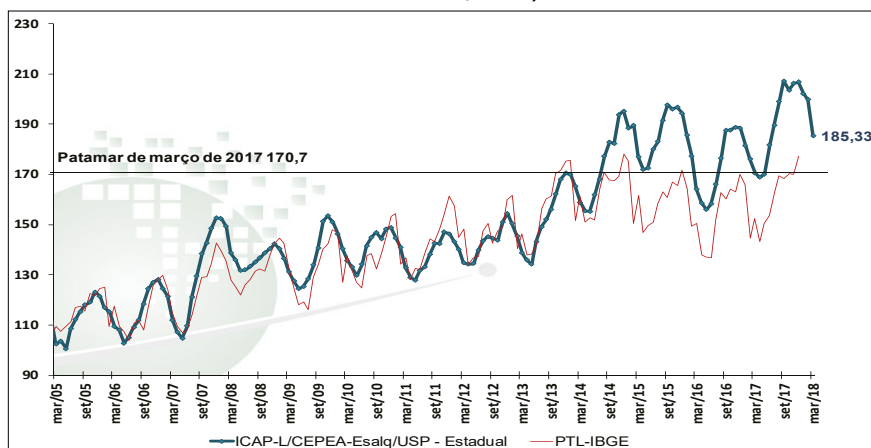
Ao longo dos últimos 20 anos, o setor lácteo passou por diversas transformações e vivenciou momentos distintos. Mesmo nos diferentes ambientes de intervenção, a produção sempre cresceu. Somente nos últimos 10 anos a produção de leite aumentou quase 50% no Brasil. As empresas de beneficiamento do produto estão apostando no crescimento do setor abrindo fábricas com capacidades bem acima do volume processado na atualidade (CARVALHO, 2011).

Por ora, as exportações lácteas brasileiras estão retraídas. Além da necessidade de alavancar a demanda doméstica, torna-se fundamental uma inserção agressiva do país no mercado internacional de leite e derivados. No período entre 2006 e 2010, por exemplo, o Brasil foi o segundo país em aumento absoluto na produção de leite, ficando atrás apenas da Índia. Esse crescimento aproximou o Brasil da Alemanha, da Rússia, da China e do Paquistão, podendo vir a ocupar, nos próximos anos, o posto de terceiro

maior produtor mundial, atrás de Índia e Estados Unidos, caso mantenha essa taxa de crescimento (CARVALHO, 2011).

Verifica-se claramente que, mesmo em patamares de produção mais elevados, ainda é muito expressiva a variação na produção nacional de leite. Junho é o mês de menor produção e dezembro é o de maior produção, o que está associado à sazonalidade da produção de forragem. Geralmente, em junho inicia-se a estação seca, e em dezembro, o pico da estação chuvosa (Gráfico 1). Assim, é evidente a importância de se armazenar forragem de alta qualidade para os períodos críticos bem como para a manutenção de maiores produções dos rebanhos durante o ano.

Gráfico 1 – ICAP-L/Cepea – Índice de Captação de Leite – março/18 (Base 100=Junho/2004)



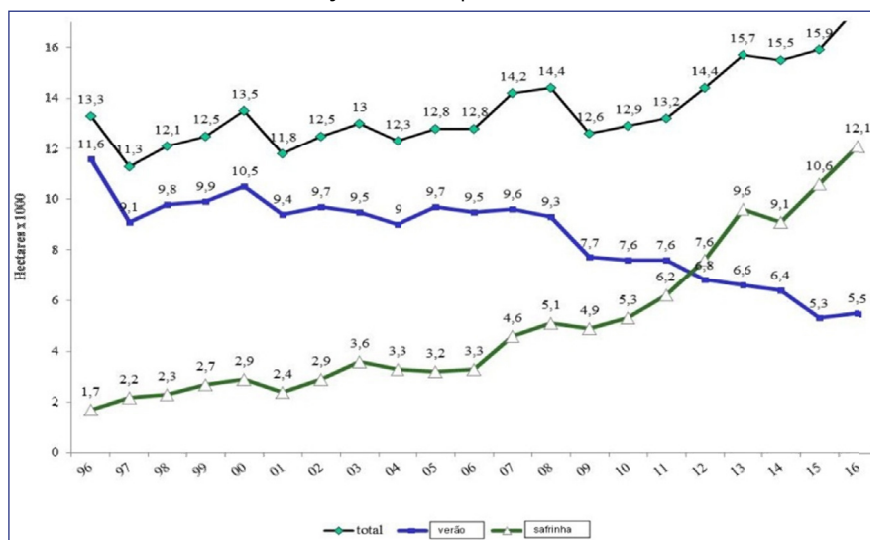
Fonte: Cepea (2018).

Como opção de volumoso conservado em mais de 70% das propriedades, a cultura do milho, na forma de grão e silagem, participa de forma significativa na evolução da pecuária de leite brasileira. A intensificação dos sistemas de produção, para a exploração do maior potencial genético dos rebanhos e a alta nos preços dos grãos e seus derivados foram fatores determinantes para o aumento dos investimentos dos pecuaristas na produção de volumosos de qualidade.

A área plantada de milho no Brasil atingiu mais de 15 milhões de hectares, com grande avanço na área de cultivo de milho safrinha. Até meados da década de 1990, o safrinha ocupava pouco mais de 1,5 milhão de hectares, respondendo por apenas 10% da produção total de milho grão

no país. Atualmente, ele representa mais de 70% de toda a área de milho cultivada no Brasil (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Evolução da área plantada de milho no Brasil



Fonte: Embrapa (2017).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), a área de milho para silagem representa de 14% a 18% do total da semente de milho certificada vendida no país.

Quanto à eficiência nacional em produzir milho, Peixoto (2011) informa que o país ficou estagnado com produtividades de cerca de 6.000 kg/ha durante anos, poucos agricultores colhiam 7.000 kg/ha. No início dos anos 2000, era raro encontrar lavouras de milho que, na média, alcançassem 9.000 kg/ha. A difusão de tecnologia e o aumento do intercâmbio entre as regiões de maior desenvolvimento tecnológico, graças à necessidade de aumentar a rentabilidade e a sustentabilidade dos negócios, foram os principais responsáveis por essa difusão. Entretanto, foi na safra 2007/2008 que o progresso aconteceu de fato. Uma barreira estava sendo quebrada. Nessa ocasião, não por coincidência e nem obra do acaso, alguns agricultores estavam conhecendo a tecnologia Bt (das iniciais do nome científico da bactéria *Bacillus thuringiensis*).

A engenharia genética ampliou os limites do melhoramento de muitas espécies vegetais, como o milho. A transferência de genes de uma espécie para

outra criou novas possibilidades, conferindo à planta resistência a uma praga, tolerância a um herbicida e até mesmo tornando-a mais apta a enfrentar a seca e o frio. A proteína Bt reduziu a incidência de pragas, aumentou o rendimento de grãos e de forragem por hectare de milho para silagem. Com menos uso de agroquímicos, as silagens se tornaram mais baratas e ganharam melhor qualidade. Ademais, os grãos OGMs (organismos geneticamente modificados) têm baixa incidência de microtoxinas decorrentes de danos causados por lagartas, reduzindo o uso de medicamentos e melhorando o desempenho dos animais. Há pesquisas em andamento com genes que melhoram a qualidade nutritiva do milho, aumentando o teor de aminoácidos essenciais, a digestibilidade e a absorção de minerais. Quando esses transgênicos estiverem à disposição do produtor, este desfrutará da redução de insumos e haverá menos emissão de resíduos, que, em quantidades elevadas, podem ser poluentes do solo e da água.

TERCEIRIZAÇÃO DE SERVIÇOS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM NO BRASIL

Segundo Pereira e Barros (2004), a terceirização de serviços foi originada do sistema de parceria na produção de volumosos que começou a ser mais expressiva em meados da década de 1990 na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná, envolvendo principalmente produtores de leite das cooperativas Batavo e Castrolanda. Essa terceirização surgiu da necessidade de pecuaristas e agricultores de crescer ou ao menos de se manter na atividade, que passava por profundas alterações. No Quadro 1, são resumidas algumas das alterações segundo o grupo afetado.

Atualmente, impulsionada pelo significativo crescimento da pecuária bovina de leite e carne, a terceirização de serviços, principalmente de colheita, vem se tornando uma prática cada vez mais comum em diferentes regiões do Brasil. Cabe ressaltar que a terceirização na produção de forragem conservada não está associada somente às forrageiras autopropelidas, mas também a toda forma de trabalho que envolva pagamento em espécie e/ou troca por serviços pelo uso de máquinas, equipamentos e veículos nas etapas de produção e colheita de forragem destinada à conservação.

Quadro 1 – Alterações na pecuária brasileira na década de 1990

Pequenos produtores de leite	Áreas destinadas à produção de leite foram reduzidas em virtude de divisões familiares e a aquisição de novas áreas era inviabilizada pela crescente valorização das terras. A necessidade de aumento da produção para viabilizar novos investimentos ou mesmo saldar investimentos anteriores, além do estímulo, por meio de pagamento diferenciado, para maiores volumes de leite entregue. Impossibilidade e mesmo inviabilidade da aquisição de novos equipamentos forrageiros, seja por seu alto custo ou pelo pequeno número de horas empregadas durante o ano. Necessidade da constância na produção de leite durante todo o ano e oferta de uma alimentação adequada para os animais de maior produtividade, fazendo fundamental o uso de forragem conservada.
Grandes produtores de leite	Necessidade de investimentos em equipamentos forrageiros (maior custo fixo) para produção de grandes volumes de silagem. Altos custos de manutenção dos equipamentos. Produção e manutenção da qualidade de silagens de alto valor nutritivo. Integração da atividade leiteira com as atividades agrícolas (planejamento integrado das atividades).
Agricultores	Precisava de novas opções de renda, integrando essa atividade ao seu planejamento ou mesmo prestando serviços com seu maquinário (redução de custos fixos). Necessidade de amortizar parte dos custos das culturas de inverno, plantadas como cobertura para plantio direto.

Trabalho realizado por Kruppa (2009) com a Cooperativa Santa Clara, uma das maiores cooperativas de leite do Rio Grande do Sul, constatou que: 62% dos produtores utilizavam-se de serviços de terceiros (prefeituras ou particulares) para colheita de milho ou sorgo para ensilagem; 21% tinham equipamentos em sociedade; e apenas 17% tinham máquinas próprias, sendo que todos os equipamentos de colheita eram ensiladeiras acopladas de uma, principalmente, ou duas linhas de corte.

Na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná, estima-se que mais de 70% da colheita de milho para ensilagem seja feita por terceiros utilizando-se de forrageiras autopropelidas.

Informações levantadas entre fabricantes mostram que no ano de 2017 foram vendidas aproximadamente 7.000 ensiladeiras acopladas (uma ou duas linhas). Para as duas principais marcas de forrageiras autopropelidas comercializadas no Brasil, estima-se que tenham sido vendidas mais de 100 máquinas nos últimos três anos.

IMPACTO DA EFICIÊNCIA NA COLHEITA SOBRE A QUALIDADE DA FORRAGEM CONSERVADA

Quando comparados os custos de colheita por área de uma lavoura de milho para produção de silagem, verifica-se que a colheita com forrageira autopropelida tem custo aproximadamente 15% menor que o uso de ensiladeira acoplada de uma linha e 9% menor que a de duas linhas. Contudo, os principais benefícios da colheita com máquinas autopropelidas a uma forragem de melhor qualidade.

Na cultura do milho, o momento ideal de corte, expresso pelo teor de matéria seca da planta e pelo estágio de maturação do grão, tem impacto significativo sobre a qualidade da silagem. O ponto ideal de colheita é quando a planta acumula a maior quantidade de matéria seca de melhor qualidade nutricional. Em geral, esse ponto na lavoura de milho se dá quando os grãos atingem o estágio de farináceo-duro, tendo a planta inteira teores de matéria seca variando entre 32% e 38%. No entanto, fica evidente a dificuldade de se colher lavouras com características nessa faixa ideal se consideradas as dificuldades como períodos frequentes de chuva, a maturação acelerada da cultura no verão, a precocidade e os riscos de perdas por doenças ou geadas na safrinha.

As formas de se amenizar esses riscos consistem, basicamente, em se fazer um bom planejamento agrônômico a fim de se possibilitar maior janela de corte associando-se práticas como a combinação de híbridos de diferentes ciclos com escalonamento de plantio, de modo que apresentem de maneira sequenciada os momentos ideais para corte. Num segundo momento, uma forma de reduzir os riscos é cumprir todas as etapas da ensilagem como corte, transporte e compactação, de maneira rápida e eficiente, o que certamente tem reflexo positivo sobre a qualidade da silagem produzida.

Como poucos produtores consideram essas variáveis no planejamento da lavoura para produção de silagem, a prática mais comum é a antecipação da colheita. Trabalhos de pesquisa realizados na região de Carambeí, no estado do Paraná, indicam que a antecipação do corte da silagem acarreta sensível redução na qualidade da silagem de milho e, conseqüentemente, no seu potencial de transformação em leite e carne (Tabela 1).

Tabela 1 – Produtividade da lavoura e qualidade nutricional da silagem de milho para diferentes pontos de corte

	Teor de matéria seca no ponto de corte			
	27%	31%	35%	39%
Produtividade MS kg/ha	14.680	16.180	17.660	21.050
FDN %	53,7	49,1	46,6	41,2
NDT %	67,6	68,3	66,5	70,2
kg leite/t de MS	1.358	1.394	1.362	1.484
*Leite kg/ha	19.930	22.552	24.045	31.238
*Carne kg/ha	1.900	2.159	2.171	3.042

Fonte: PEREIRA (2011).**Nota:** Valores em estimativas.

Levantamentos sobre a qualidade da silagem feitos em duas regiões do Brasil por Marquardt (2007) e Kruppa (2009) indicam que antecipação do corte da lavoura de milho para ensilagem é o erro mais comum, independentemente da forma de colheita. Mesmo em regiões onde se tem grande participação de forrageiras autopropelidas, região A, mais de 40% das amostras avaliadas apresentavam teores de matéria seca abaixo de 30%, ao passo que, em regiões onde predominavam ensiladeiras acopladas de uma linha, região B, isso ocorria em mais de 50% das amostras (Tabela 2).

Tabela 2 – Teores de matéria seca em amostras de silagem colhidas em duas regiões do Brasil

Matéria seca (%)	Região A (% amostras)		Região B (% amostras)
	2006	2007	2008
20 a 25	4	6	-
25 a 30	41	40	58
30 a 35	34	33	36
35 a 40	21	21	6

Fonte: Adaptado de MARQUARDT (2007) e KRUPPA (2009).

A colheita da lavoura de milho com teores de matéria seca superiores ao intervalo 35-37% na planta inteira, associadas à maior participação de grãos na forragem, demandam maior eficiência na qualidade do corte e do processamento dos grãos. A retirada de ar da massa ensilada é fundamental para a redução do processo de respiração e do aumento de temperatura, que têm como consequência principal a perda de energia na forma de calor. Assim, o corte uniforme das partículas permite que a compactação seja mais intensa, aumentando a densidade da massa ensilada e a capacidade de armazenamento do silo, reduzindo significativamente as perdas de forragem.

Contudo, é possível obter produção de silagem de boa qualidade utilizando-se de ensiladeiras acopladas (uma ou duas linhas). Ciente da menor eficiência de colheita, o produtor deve fazer um bom planejamento de plantio, visando ao escalonamento da colheita, à manutenção diária do equipamento e à divisão da forragem armazenada em silos de menor capacidade com vistas ao fechamento mais rápido, por ocasião da ensilagem, e à retirada de porções maiores por ocasião da abertura.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cenário que se desenha para a pecuária de leite é promissor. Por ser a vaca um transformador de grãos e forragem em leite, a eficiência na aérea agrícola com produtividades crescentes de milho, certamente resultará em custos de produção cada vez mais competitivos perante os concorrentes. Isso fica mais evidente se considerarmos os milhões de hectares existentes em território nacional os quais podem ser cultivados sem que seja necessária a derrubada de um único hectare de floresta. Há muito a aprimorar no que se refere à qualidade do leite produzido no país; de qualquer modo, a despeito da carência de políticas tecnicamente respaldadas para o setor, o leite aqui produzido melhora continuamente. O ciclo das exportações de produtos lácteos brasileiros chegará, pois é uma condição inerente à nossa pecuária leiteira, tendo em vista suas grandes vantagens em relação aos grandes países exportadores. Tanto isso é verdadeiro que já figuram entre as maiores empresas de laticínio do Brasil grandes grupos de investimento e não somente empresas com “tradição” no setor.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, M. P. Brasil é destaque em produção, mas laticínios brasileiros não figuram no ranking dos maiores do mundo. **MilkPoint**, 17 nov. 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/cadeia-do-leite/editorial/brasil-e-destaque-em-producao-mas-laticinios-brasileiros-nao-figuram-no-ranking-dos-maiores-do-mundo-76141n.aspx>>. Acesso em: 14 fev. 2019.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Leite**: índices de captação. 2018. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite-indice-de-captacao.aspx>. Acesso em: 14 fev. 2019.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.

Milho: caracterização. 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

KRUPPA, A. **Avaliação da qualidade da silagem de milho na Cooperativa Santa Clara – RS.** Relatório de conclusão do curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – Campus Castro. Paraná, 2009.

MARQUARDT, I. F. **Avaliação da qualidade da silagem de milho no grupo ABC.** Relatório de conclusão do curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa – Campus Castro. Paraná, 2007.

PEIXOTO, C. M. A evolução da produtividade de milho no Brasil. **Pioneer**, 19 maio 2011. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/media-center/artigos/135/a-evolucao-da-produtividade-do-milho-no-brasil>>. Acesso em: 20 out. 2019.

PEREIRA, J. R. A.; BARROS, M. S. Custos de produção de silagem e feno e evolução da comercialização de forragens conservadas. *In*: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2. Maringá, 2004. p. 198-212.

RUBEZ, J. **Retrospectiva do leite nos anos 90.** Disponível em: http://www.leitebrasil.org.br/artigos/jrubez_040.htm>. Acesso em: 14 fev. 2019a.

RUBEZ, J. **O leite nos últimos 10 anos.** Disponível em: http://www.leitebrasil.org.br/artigos/jrubez_093.htm>. Acesso em: 14 fev. 2019b.

CRIAÇÃO E MANEJO DE BEZERRAS E NOVILHAS LEITEIRAS

Geraldo Tadeu dos Santos

Thomer Durman

Alexandre Menezes Dias

Fabio Seiji dos Santos

INTRODUÇÃO

A base de uma propriedade leiteira depende de uma boa criação de animais jovens, capazes de substituir num momento futuro as vacas em produção, bem como de constituir uma entrada de fluxo de caixa quando de sua venda. Por essa razão, a melhoria genética do rebanho tende a ser orientada conforme a pressão de reposição (taxa de reforma), visando à evolução produtiva que pode acompanhar bons índices na propriedade e refletir na viabilidade econômica da atividade leiteira (RIBEIRO; McALLISTER; QUEIROZ, 2003). Em adição à eficiência reprodutiva (taxa de natalidade), deve-se zelar pelo controle sanitário e garantir baixas taxas de morbidade e mortalidade de bezerras, o que consequentemente melhora o desempenho econômico-financeiro da propriedade (ETIENE; LOPES; RUAS, 2016).

Em um estudo com animais cruzados (com diferentes graus de cruzamentos com a raça Holandesa), Lemos, Teodoro e Madalena (1996) identificaram que os principais responsáveis pelo descarte dos animais do rebanho eram problemas reprodutivos, mastite e outras causas de menor peso. Quanto maior a ocorrência de descartes involuntários motivados por problemas diversos, menores são as chances de se fazer a seleção de matrizes a serem descartadas de forma voluntária.

O programa de descarte de vaca é essencial para a evolução genética do rebanho. O descarte involuntário deve ser o menor possível, dando espaço para um descarte voluntário mais expressivo, o que reflete numa evolução genética mais rápida. O produtor deve substituir anualmente de 20% a 30% das vacas em lactação, considerando potencial prático de reforma das matrizes

e viabilidade econômica (TOZER; HEINRICHS, 2001). A partir de 100 matrizes, em um manejo reprodutivo adequado, sem lançar mão de sêmen sexado, obtêm-se até 33 novilhas aptas a reprodução (CPAQ, 1987). Portanto, o programa de melhoramento genético do rebanho pode ser comprometido quando não se obtém acima de 25 novilhas aptas a reprodução a partir de 100 matrizes. Os fatores que contribuem para esse insucesso são: baixa taxa de natalidade e falha no manejo e na criação das bezerras, envolvendo manejo sanitário deficiente, nutrição e alimentação inadequadas, instalações inapropriadas e falhas no manejo reprodutivo das novilhas. Portanto, estes fatores são decisivos na falta de animais para reposição recomendada.

Uma alternativa para se aumentar a disponibilidade de novilhas no rebanho é o uso de sêmen sexado. Entretanto, em razão do alto custo e da menor taxa de sucesso com o uso de sêmen sexado recomenda-se, por enquanto, seu emprego somente em novilhas, pois esta categoria de animais apresenta fertilidade maior do que a observada nas vacas multíparas.

Para que os animais jovens sejam incorporados eficientemente ao rebanho produtivo, devem ser tomados alguns cuidados em sua criação. Esses animais devem ser manejados de forma eficiente tanto nos aspectos nutricionais quanto nos aspectos sanitários a fim de que atinjam a idade produtiva o mais rápido possível, levando-se em conta um desenvolvimento favorável para a saúde e a produção futura. Os animais que excedam o número de fêmeas predeterminado para o rebanho podem ser vendidos, tornando-se importante fonte de renda para a propriedade.

Os fatores mais relevantes para que as bezerras cheguem com saúde à idade produtiva é a qualidade da transmissão da imunidade passiva (FURMAN-FRATCZAK; RZASA; STEFANIAK et al., 2011; SANTOS, 1989), o desenvolvimento corporal e fisiológico eficiente (ALBINO et al., 2015; CASTELLS et al., 2013; KHAN; WEARY; VON KEYSERLINGK, 2011) e bons cuidados de manejo alimentar, sanitário e reprodutivo.

TRANSMISSÃO DE IMUNIDADE PASSIVA: GARANTIA DE SAÚDE E DESENVOLVIMENTO

A transmissão da imunidade passiva colostrar é dependente de vários fatores, mas que podem ser resumidos em três categorias: 1) fatores ligados à vaca (qualidade do colostro) (SANTOS, 1989); 2) fatores ligados à bezerra (atitude de mamar, capacidade de absorção intestinal das imunoglobulinas)

(SANTOS; GRONGNET, 1990) e; 3) fatores ligados ao criador (modalidade de administração do colostro) (SANTOS; GRONGNET, 1990). Quanto à qualidade do colostro, é importante destacar que o fornecimento deste, oriundo da secreção mamária da vaca após o parto (primeira ordenha) para bezerras recém-nascidas é o manejo alimentar imprescindível no início da vida do animal. Os fatores atribuídos à bezerra estão relacionados a falhas no fornecimento do colostro, as quais podem acarretar atraso no desenvolvimento corporal do animal; como consequências o ganho médio diário de peso para se atingir a desmama fica comprometido e os custos de produção (fornecimento de medicamentos, aumento dos custos com alimentação, dentre outros) são afetados (SANTOS et al., 2002; SANTOS; DAMASCENO; SILVA-KAZAMA, 2010). Dessa forma, realizar a colostragem não é garantia de imunização passiva da bezerra. Os fatores ligados ao criador dizem respeito à forma como o colostro deve ser fornecido no tempo adequado (isto é, imediatamente após o nascimento), na quantidade adequada nas primeiras 12 horas de vida, de 7 a 10 litros, de acordo com o porte da bezerra. A ingestão de apenas 2 a 4 litros pode resultar em mortalidade de 15,3%, já a ingestão de 8 a 10 litros acarreta redução desse índice para 6,5% (WATTIAUX, 1997). Perante um significativo número de falhas de transmissão de imunidade passiva aos bezerros, ajustes de manejo devem ser realizados por parte dos criadores, quanto à modalidade de administração do colostro para que se reduzam os índices de mortalidade dos animais recém-nascidos (GODDEN, 2008). Enganam-se aqueles que acreditam que o melhor método é simplesmente deixar o recém-nascido com a vaca por até 24 horas após o nascimento, falhas de transferência de imunidade passiva podem chegar a até 40% nessas condições. Isso ocorre pela grande dinâmica que faz os anticorpos do colostro serem efetivamente transferidos à corrente sanguínea das bezerras (UETAKE, 2013).

Wattiaux (1997) listou diversos fatores que podem interferir na concentração de imunoglobulinas. Os fatores estudados foram listados destacando-se o de maior e o de menor concentração: os números de ordenhas após o parto (maior concentração na 1ª ordenha com 6% de anticorpos, menor na 5ª ordenha e adiante com menos de 0,1%); as raças leiteiras (maior na Jersey, com 9% de anticorpos no colostro, menor na Holandesa, com 5,6%); a ordem do parto (maior no 3º parto, com 8,2% de anticorpos no colostro, menor no 1º parto, com 5,9%).

O ideal é sempre fornecer o colostro com maior concentração possível de anticorpos, pois produtos com menor concentração podem resultar em menores concentrações séricas de imunoglobulina G (IgG). Caso uma vaca esteja com colostro com menor concentração de IgG, deve-se fornecer o colostro de outro animal, o qual pode estar congelado ou seco liofilizado. Uma boa regra de manejo do colostro é testar sua qualidade antes de este ser oferecido aos bezerros recém-nascidos com o uso de um refratômetro (Figura 1). O colostro da primeira ordenha após o parto deve ter, no mínimo, 21% de brix, sendo ideal 25% de brix. Se for encontrado colostro com grau inferior a 21% de brix, deve-se utilizar outro colostro de vaca recém-parida ou que tenha sido armazenado (congelado) ou mesmo uso de colostro liofilizado. Esse manejo é exigido porque baixa concentração de imunoglobulinas nos bezerros é indicativo de possibilidade de altas taxas de morbidade e mortalidade (DEWELL et al., 2006). Em adição, vale ressaltar que existem outros fatores responsáveis por altas taxas de mortalidade, como os relacionados à origem genética; nesse caso, é razoável empreender melhoria genética no rebanho com o propósito de ajustar esse índice zootécnico (FUERST-WALTZ; SØRENSEN, 2010).

Figura 1 – Refratômetro de brix digital para avaliar a qualidade do colostro



Entre as principais causas de morte, a diarreia aguda neonatal apresenta-se como a mais comum afecção, sendo geralmente causada por bactéria *Escherichia coli*, rotavírus e coronavírus, predominantemente na primeira semana de vida. É praticamente impossível prevenir o problema por meio de vacina.

Ainda tratando das principais causas, citamos as desordens respiratórias, como pneumonias, que também estão associadas às condições de criação das bezerras. Entretanto, essas enfermidades podem ter incidência reduzida em caso de boa transferência de imunidade passiva numa colostragem eficiente. Uma forma eficiente de prevenção de doenças e redução nas taxas de mortalidade é a vacinação das vacas gestantes contra a pneumoenterite. Essa medida amplifica o aporte de anticorpos via colostro aos recém-nascidos. Logo após o nascimento devem-se vacinar contra a pneumoenterite as recém-nascidas aos 7 e repetir a dose aos 14 dias de vida. Outra forma de reduzir taxas de mortalidade nos animais acometidos por essa doença é o tratamento rápido de desidratação por efetiva fluidoterapia e máxima condição de higiene, tomando-se o cuidado de as bezerras não compartilharem materiais de alimentação como bicos de mamadeiras, a fim de se evitarem contaminações cruzadas. Prevenir é sem dúvidas uma forma mais econômica e efetiva de se reduzir a taxa de mortalidade de bezerras em vez de aguardar acometimentos e fazer tratamento terapêutico dos animais doentes (GULLIKSEN et al., 2009; UETAKE, 2013; WINDEYER et al., 2014).

Figura 2 – Bezerras nos primeiros dias de vida



Fonte: Foto obtida por Thomer Durman (2011).

Algumas recomendações técnicas no manejo são:

- a) realizar a imunização da vaca durante a gestação contra antígenos com histórico de prevalência na propriedade leiteira, a fim de produzir um colostro rico em anticorpos;

- b) preparar o local de parto com o máximo de higiene possível;
- c) secar e desobstruir vias aéreas do recém-nascido;
- d) nas primeiras duas horas de vida, fornecer colostro (aproximadamente, 10% do peso vivo, na primeira tomada) de melhor qualidade possível, pois esse é o período em que a eficiência de absorção intestinal das imunoglobulinas é máxima, de 80% a 100%; na sequência, manter o fornecimento de colostro, de preferência a sobra da primeira ordenha, guardada em geladeira;
- e) eliminar os tetos supranumerários, quando for o caso (corte e cauterização);
- f) realizar, nos três primeiros dias de vida, a imersão do umbigo em solução desinfetante (iodo 5% a 7%);
- g) Apesar e identificar a bezerra no segundo dia de vida;
- h) realizar tratamento terapêutico imediato em caso de afecções clínicas.

DESENVOLVIMENTO DAS BEZERRAS: FOCO NA ALIMENTAÇÃO

Diversos pesquisadores contrastam estudos sobre qual seria a melhor dieta para ser fornecida aos animais até o desmame. Embora não haja consenso entre eles, uma conclusão é unânime: manter uma dieta líquida por longos períodos (à base de leite ou substituto lácteo) é economicamente inviável.

Segundo Bittar e Silva (2012), o leite é um dos componentes que mais onera o custo de criação de bezerras leiteiras. A troca da dieta líquida por uma alimentação sólida (à base de concentrado e forragens) deve acontecer o mais rápido possível, conforme os limites fisiológicos de cada animal. O uso de alimentos fibrosos é apontado como ingrediente limitante no consumo, por causa do acúmulo de material não digerido no rúmen e da baixa participação destes no desenvolvimento de papilas ruminais (DRACKLEY, 2008). Entretanto, alguns estudos demonstram na prática que o fornecimento de porções fibrosas de diversas fontes pode ser vantajoso para o desenvolvimento das bezerras. Garantir níveis de ingestão de concentrado superiores, ademais, pode tornar o ambiente ruminal mais propício para a colonização das futuras populações microbianas que serão essenciais na digestão de alimentos no pós-desmama (CASTELLS et al., 2012; CASTELLS et al., 2013; KHAN; WEARY; VON KEYSERLINGK, 2011; THOMAS;

HINKS, 1982). Considerando o baixo consumo de fibra dos animais até o desmame, deve-se fornecer a melhor qualidade de volumoso possível, preferencialmente feno picado.

Os ruminantes recém-nascidos têm o trato gastrointestinal adaptado para receber uma dieta exclusiva de leite, ocupando o abomaso cerca de 50% do volume do complexo, o rúmen-retículo alcança essa proporção apenas por volta de 4 semanas de vida (conforme se registra na Tabela 1) (CHURCH, 1974).

Tabela 1 – Desenvolvimento pós-natal do trato gastrointestinal de bezerras

	Idade da bezerra em semanas				
	0	4	8	16	Adulto
Participação do estômago					
Rúmen-retículo (%)	38	52	60	67	85
Omaso (%)	13	12	13	18	8
Abomaso (%)	49	36	27	15	7

Fonte: CHURCH (1974).

As mudanças anatômicas, fisiológicas e metabólicas do trato gastrointestinal ocorrem geralmente no período entre o nascimento e o terceiro ou quarto mês de idade. Cada uma das transformações ocorridas pode ser acelerada ou modificada mediante manipulação do regime alimentar a que estão sujeitos estes animais. Durante esse tempo, o fechamento da goteira esofágica permite a passagem direta do leite para o omaso e, na sequência, para o abomaso. Posteriormente, quando a bezerra começa a consumir alimentos sólidos, estes passam primeiramente pelo rúmen, provocando uma modificação anatômica e fisiológica dos pré-estômagos. Nas bezerras que recebem leite, concentrado e feno, a capacidade do retículo-rúmen, na 13ª semana de vida, é quatro vezes maior que a dos animais que receberam somente leite. Ocorre também um desenvolvimento considerável das papilas do rúmen das bezerras que recebem alimentos sólidos; estas permanecem rudimentares (± 3 mm de altura) nas bezerras que recebem leite. As papilas chegam ao tamanho normal (8 mm de altura), ou completo desenvolvimento, com 7- 8 semanas e o seu desenvolvimento está associado com a capacidade de absorção do rúmen (CASTELLS et al., 2013; CHURCH, 1974; THOMPSON; KINTNER; PFANDER, 1958). Nessa fase de criação, as bezerras devem ser mantidas separadas em bezerreiros ou em casinhas como a mostrada na Figura 3.

Figura 3 – Instalações simples para criação da bezerra nos primeiros 60 dias de vida



Fonte: Foto obtida por Thomer Durman (2011).

Muito se questiona a real necessidade de alimentação sólida antes da desmama; entretanto, quando o objetivo é a criação de bezerras de alto desempenho, é fundamental fornecer feno e concentrado de alta qualidade, pois a alimentação líquida em exclusividade pode limitar o crescimento. Por exemplo, uma bezerra Holandesa com 45 kg de peso vivo (PV) e com ganho de peso diário de 600 g/dia necessita diariamente de aproximadamente 3,50 Mcal de energia metabolizável e 300 g de proteína bruta de acordo com as recomendações do National Research Council (NRC, 2001). Considerando que essa bezerra receba 10% do seu peso em substituto lácteo, então 4,5 kg de sucedâneo $\times$ 12% de matéria seca $\times$ 1,71 Mcal e 20% PB do sucedâneo = 0,92 Mcal de energia metabolizável e 108 g de proteína bruta (PB) vindas do substituto lácteo. A bezerra deve obter a energia restante (2,60 Mcal de energia metabolizável) e proteína (192 g PB) do concentrado e do feno, os quais, mesmo os de boa qualidade, raramente atingem as exigências energéticas; portanto, qualquer limitação na dieta pode prejudicar o crescimento dos animais. Em adição, é economicamente viável desmamar as bezerras o mais precocemente possível quando, por exemplo, bezerras nascidas com 50 kg de peso vivo, onde se deseja desmamá-las com o dobro do peso, é nítido que um manejo alimentar mais intensivo é economicamente viável (Tabela 2). O produtor deve saber responder não apenas o quanto custa alimentar diariamente suas bezerras, mas também quanto custa desmamá-la.

Tabela 2 – Simulação econômica de manejo alimentar de bezerras

	Desmama precoce	Desmama tardia
Peso inicial	50 kg	50 kg
Ganho de peso médio diário	0,800 kg	0,400 kg
Dias para 100 kg de PV	62,5 dias	125 dias
Dieta (consumo médio)	5 L leite + 0,5 kg concentrado	5 L leite
Custo alimentar diário	R\$ 7,00 + R\$ 1,00	R\$ 7,00
Custo total (até desmama)	R\$ 500,00	R\$ 875,00

Nota: Simulação baseada em custo por Kg de R\$ 1,40-para leite e R\$ 2,00 para o concentrado.

A seguir elencamos algumas recomendações técnicas para o desmame:

- Fornecer concentrado inicial de alta qualidade para bezerras a partir de 3 dias de idade e trocá-lo periodicamente para mantê-lo sempre fresco;
- fornecer leite de qualidade (10% a 12% PV/dia) com redução gradativa a cada 20 dias até o desmame; pode-se optar por um bom substituto lácteo – alta solubilidade, alta digestibilidade, PB entre 18% e 22%, gordura entre 10% e 22%, máximo de 0,2% de fibra (teores maiores indicam uso de proteína de origem vegetal), rico em vitaminas A, D e E – e se deve optar por produtos que tenham estabilidade de preço e disponibilidade do produto no mercado durante todo o ano;
- oferecer água fresca e limpa, iniciando ao terceiro dia de vida; isso porque, apesar de boa parte do leite ser água, este é direcionado ao abomaso, e o rúmen que precisa de líquido para efetivar colonização microbiana deve ter um aporte correspondente de água;
- promover o consumo de alimentos sólidos precocemente, colocando pequena quantidade de concentrado na boca das bezerras após alimentação com leite, ou uma pequena quantidade de concentrado no balde do leite, após a bezerra ter terminado a alimentação;
- desmamar a bezerra da raça Holandesa quando ela estiver consumindo entre 0,9 a 1,0 kg de concentrado por dia por dois dias consecutivos; já as bezerras de pequeno porte, como as vacas Jersey, devem consumir de 0,400 a 0,600 kg;
- fornecer forragens de ótima qualidade em quantidades limitadas até o desmame e à vontade após o desmame, limitando-se em 2 a 3 kg de concentrado/dia/animal.

Crescimento do desmame ao primeiro parto

Pesquisa sobre desenvolvimento de fêmeas bovinas leiteiras no estado de São Paulo, Dos Santos e Beloni (2016), estimou o custo de produção de uma fêmea na fase de aleitamento (60 dias após o nascimento) em R\$ 857,43 (R\$ 14,59/dia), e na fase de recria em R\$ 4.300,14 ao longo de todo o período (R\$ 5,57/dia), (26 meses após o nascimento). O principal componente do custo é a alimentação, independentemente da fase – no aleitamento é a dieta líquida, e na recria, o concentrado. Desta forma, com-objetivo de se obter bom retorno do valor investido, deve-se dar grande atenção ao manejo nessas fases, bem como investir em genética no rebanho. Isso é importante porque os custos de produção de animais de alto rendimento genético e de baixo rendimento genético são semelhantes, mas o retorno não.

Tabela 3 – Relação do ganho de peso na época da puberdade sobre a produção de leite na primeira lactação

Experimento	Ganho de peso diário na puberdade (g)	Produção de leite em 305 dias (kg)	Redução de produção (%)
1	590 680	4.900 4.800	2,1
2	690 890	4.900 3.900	20,4
3	640 820	5.700 4.600	19,3
4	760 1060	4.200 4.000	4,8

Fonte: FARIA e GHEIFI FILHO (1993)

Reconhecendo os altos custos diários na criação dos animais, um manejo comumente praticado pelos pecuaristas é a intensificação de crescimento, com o propósito de se alcançar a primeira lactação o mais cedo possível e diminuir custos de criação. Entretanto, essa prática é encarada com reservas porque um desenvolvimento inadequado da glândula mamária afeta a produção na primeira lactação (FARIA; GHEIFI FILHO, 1993; RADCLIFF et al., 2000), conforme exposto na Tabela 3. Todavia, diferentes pesquisadores têm demonstrado que o problema pode não estar vinculado apenas com a carga energética da dieta ou com os altos ganhos de peso diário, mas sim relacionado a um desequilíbrio entre aporte energético e proteico na dieta (ALBINO et al., 2015; WHITLOCK et al., 2002).

Albino et al. (2015) apontaram como a dieta pode influenciar a composição tecidual da glândula mamária das novilhas, por intermédio de ultrassonografia. Demonstrando que muito além da carga energética aplicada à alimentação pré-púbere das fêmeas, a preocupação deve ser apontada para o balanço entre os níveis de energia e proteína. Assim, dietas que contêm proporções de proteína metabolizável: energia metabolizável menor que 38 g/Mcal não é recomendada, pois pode induzir ao excesso de acúmulo de gordura no parênquima da glândula mamária.

Ao se fazer o controle de crescimento das novilhas, é importante monitorar mensalmente o peso dos animais, utilizando-se balanças ou fitas de mensuração. Em caso de grandes rebanhos, pode-se fazer uma amostragem de 10% a 20% de cada categoria. No controle, é interessante que se avalie o escore de condição corporal, o qual não deve ultrapassar 3,0 (escala de 1 a 5), com variação aceitável entre 2,5 e 3,0 nas idades entre 10 e 17 meses. Recomenda-se, ainda, na faixa entre 8 e 12 meses, obter ganhos moderados, de até 750 g por dia, para as raças Holandês e Pardo Suíça, ao passo que as raças Jersey e Girolando devem ter ganhos médios de até 550 g por dia. O controle mais importante é o que se faz até a primeira inseminação ou primeira cobertura, a qual deve acontecer quando o animal alcança de 340 a 380 kg, quando de raça de grande porte, ou de 250 a 290 kg, quando se trata de raça de pequeno porte. O objetivo é obter o primeiro parto antes que a novilha atinja 28 meses de idade, com PV de 490 a 540 kg para as raças Holandês e Pardo Suíça, 390 a 400 kg para a Girolanda e 320 a 340 kg para as raças pequenas como a Jersey (SANTOS et al., 2002).

O grande desafio nessa fase de desenvolvimento é balancear a precocidade da maturidade sexual das fêmeas, o bom desenvolvimento da glândula mamária e a condição corporal em geral, considerando-se os malefícios de se ter uma novilha obesa parindo na propriedade leiteira. Assim, em um monitoramento intenso do rebanho, deve-se equilibrar os pontos, visando uma produção que explore o máximo potencial genético do animal; caso contrário, de nada adianta investir em melhoria genética do rebanho se a mesma está sendo limitada em manejo equivocado. Para facilitar o monitoramento do desenvolvimento das fêmeas jovens ao longo do período de desenvolvimento, adotando-se as recomendações para cada idade, respectivamente, para a raça Holandesa (Tabela 4) e para a raça Jersey (Tabela 5).

Tabela 4 – Recomendações de crescimento de fêmeas da raça Holandês, para parto aos 24 meses de idade

Idade (meses)	Peso (média ± erro padrão) (kg)	Altura (média ± erro padrão) (cm)
1	62,1 ± 9,1	80,1 ± 3,6
2	82,1 ± 14,3	85,6 ± 4,4
4	122,8 ± 23,1	93,4 ± 5,4
6	168,6 ± 31,3	101,1 ± 5,4
8	209,0 ± 32,7	107,2 ± 5,7
10	255,9 ± 42,2	112,7 ± 5,5
12	302,5 ± 41,5	117,9 ± 4,8
14	343,6 ± 52,6	122,0 ± 5,2
16	380,1 ± 56,8	124,4 ± 5,5
18	419,8 ± 61,2	127,2 ± 5,3
20	448,1 ± 66,7	129,1 ± 5,0
22	495,6 ± 71,3	132,4 ± 5,1
24	515,2 ± 67,2	132,1 ± 5,0

Fonte: HEINRICHS e HARGROVE (1987).

Tabela 5 – Recomendações de crescimento de fêmeas da raça Jersey, para parto aos 22 meses de idade

Idade (meses)	Peso (média ± erro padrão) (kg)	Altura (média ± erro padrão) (cm)
1	42,1 ± 6,9	73,3 ± 5,2
2	55,2 ± 11,3	77,3 ± 5,4
4	82,9 ± 15,7	85,8 ± 5,9
6	117,4 ± 28,4	91,2 ± 5,3
8	152,0 ± 34,9	98,5 ± 5,6
10	177,4 ± 41,9	100,6 ± 6,1
12	214,0 ± 35,0	106,8 ± 5,8
14	242,9 ± 30,6	110,6 ± 4,9
16	264,5 ± 35,8	112,2 ± 5,3
18	290,1 ± 51,9	114,8 ± 4,9
20	316,7 ± 52,2	116,2 ± 4,0
22	344,3 ± 57,6	119,5 ± 5,9
24	358,8 ± 46,8	121,5 ± 3,5

Fonte: HEINRICHS e HARGROVE (1991).

Atingindo-se a maturidade reprodutiva e o peso adequado de primeiro serviço, deve-se atentar aos fatores envolvidos em efetivar a prenhez, bem como manter essa gestação ao longo do período. Walsh, Williams e Evans (2011) listaram alguns fatores envolvidos no âmbito reprodutivo de novilhas que caracterizam uma baixa fertilidade, como demonstra a Quadro 1.

Quadro 1 – Problemáticas que contribuem para uma baixa fertilidade em novilhas

Evento	Dias pós-serviço	Desordem	Incidência	Razão	Implicação
Estro/Ovulação	0	Cio curto e de baixa intensidade	14 h	Estresse: claudicação, baixo ECC, mastite, baixo conforto térmico	Estradiol e LH baixo
		Falha na ovulação	1%	Baixo estradiol	Folículo pobre
		Falha de fertilização		Técnica IA, sêmen pobre, severo balanço energético negativo, acúmulo de lipídios no ovócito	Ambiente no oviduto e ovócito pobre
		Morte embrionária muito precoce		Curto ciclo de P4, patologia uterina, modulação imunológica	Ambiente uterino pobre
	7	Morte embrionária precoce		Corpo lúteo e folículo pobre, fígado sobrecarregado	Baixa progesterona, fraca comunicação útero-embrião
Reconhecimento materno da gestação	21	Repetição de cio	30%	Falha na ovulação ou fertilização	Mortalidade embrionária
		Descarte	5%	Falha constante na prenhez	Insuficiente reposição de rebanho
		Morte embrionária tardia		Função placentária pobre, patologias	Afecção de cromatina embrionária (epigenética)
	75	Morte fetal		Epigenética, doenças reprodutivas	Falha no planejamento reprodutivo
Trabalho de parto	282	Natimorto	20%	Distocia, parto gemelar, consanguinidade	Riscos à novilha

Fonte: Adaptado de WALSH, WILLIAMS, EVANS (2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que algumas medidas são necessárias na criação e no manejo de bezerras leiteiras, quais sejam:

- monitorar o crescimento das novilhas e controlar o ganho de peso diário para não ultrapassar, no momento da puberdade (8-12

meses), 750 g/dia, para as raças de grande porte e 550 g/dia em raças de pequeno porte, devendo-se atentar para a proporção energética e proteica. Antes e/ou após a puberdade, ganhos de peso parecem não afetar, negativamente, o desenvolvimento da glândula mamária;

- b) atentar para fatores relacionados à baixa fertilidade dos animais;
- c) realizar tratamento terapêutico imediato em caso de afecções clínicas;
- d) fornecer volumoso de boa qualidade e, assim, atender às exigências nutricionais com menores quantidades de concentrado.

REFERÊNCIAS

- ALBINO, R. L. et al. Mammary gland development of dairy heifers fed diets containing increasing levels of metabolisable protein: metabolisable energy. **Journal of Dairy Research**, v. 82, n. 1, p. 113-120, 2015.
- BITTAR, C. M. M.; SILVA, J. T. Sistemas alternativos de manejo e criação de bezerras. In: SUL LEITE - SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 5., 2012, Maringá. **Anais [...]** Maringá: Gráfica e Editora Nova Sthampa, 2012. p. 25-46.
- CASTELLS, L. et al. Effect of different forage sources on performance and feeding behavior of Holstein calves. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 1, p. 286-293, 2012.
- CASTELLS, L. et al. Effects of forage provision to young calves on rumen fermentation and development of the gastrointestinal tract. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 8, p. 5226-5236, 2013.
- CHURCH, D. C. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza: Acribia, 1974.
- CPAQ, C. D. P. A. D. Q. Bovins laitiers. **Agdex**, v. 410, p. 215, 1987.
- DEWELL, R. D. et al. Association of neonatal serum immunoglobulin G1 concentration with health and performance in beef calves.

Journal of the American Veterinary Medical Association, v. 228, n. 6, p. 914-921, 2006.

DRACKLEY, J. K. Calf nutrition from birth to breeding. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 24, n. 1, p. 55-86, 2008.

ETIENE, F. P. T. J.; LOPES, M. A.; RUAS, J. R. M. Efeito da taxa de natalidade e mortalidade de bezerros na rentabilidade da atividade leiteira. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v. 24, n. 1, p. 49-58, 2016.

FARIA, V. P.; GHEIFI FILHO, H. **Manejo e alimentação de bovinos jovens em confinamento**. Piracicaba: FEALQ, 1993.

FUERST-WATTL, B.; SØRENSEN, M. K. Genetic analysis of calf and heifer losses in danish holstein. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 11, p. 5436-5442, 2010.

FURMAN-FRATCZAK, K.; RZASA, A.; STEFANIAK, T. The influence of colostral immunoglobulin concentration in heifer calves' serum on their health and growth. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 11, p. 5536-5543, 2011.

GODDEN, S. Colostrum management for dairy calves. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**, v. 24, n. 1, p. 19-39, 2008.

GULLIKSEN, S. M. et al. Calf mortality in Norwegian dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 6, p. 2782-2795, 2009.

HEINRICHS, A.; HARGROVE, G. Standards of weight and height for Holstein heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 70, n. 3, p. 653-660, 1987.

HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standars of weight and height for Guernsey and Jersey heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 1684-1689, 1991.

KHAN, M.; WEARY, D.; VON KEYSERLINGK, M. Hay intake improves performance and rumen development of calves fed higher quantities of milk. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 7, p. 3547-3553, 2011.

LEMOS, A.; TEODORO, R.; MADALENA, F. Comparative performance of six Hotstein-Friesian x Guzera grades in Brazil. 9. Stayability, herd

life and reasons for disposal. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 19, p. 259-264, 1996.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press. 2001. 157 p.

RADCLIFF, R. et al. Effects of diet and injection of bovine somatotropin on prepubertal growth and first-lactation milk yields of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, p. 23-29, 2000.

RIBEIRO, A. C.; MCALLISTER, A. J.; QUEIROZ, S. A. D. Efeito das taxas de descarte sobre medidas econômicas de vacas leiteiras em Kentucky. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1737-1746, 2003.

SANTOS, G. T. Transmissão da imunidade passiva colostrar em ruminantes: qualidade do colostro. **Revista do Gado Holandês**, v. 159, p. 27-35, 1989.

SANTOS, G.; BELONI, T. Custo de produção de bezerras e novilhas leiteiras – um estudo de caso. **Revista iPecege**, v. 2, n. 1, p. 29-39, 2016.

SANTOS, G.T.; DAMASCENO, J. C.; SILVA-KAZAMA, D.C. Criação e manejo de bezerras leiteiras. In: SANTOS, G. T. et al. (ed.). **Bovinocultura leiteira: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Maringá: Eduem, 2010. p. 47-77.

SANTOS, G.T.; GRONGNET, J.F. Transmissão da imunidade passiva colostrar em ruminantes. **Revista Gado Holandês**, v. 178, p. 17-30, 1990.

SANTOS, G. T. et al. Importância do manejo e considerações econômicas na criação de bezerras e novilhas. In: SUL LEITE, 2., 2002, Toledo. **Anais [...]** Toledo, 2002. p. 212.

THOMAS, D. B.; HINKS, C. The effect of changing the physical form of roughage on the performance of the early-weaned calf. **Animal Science**, v. 35, n. 3, p. 375-384, 1982.

THOMPSON, G.; KINTNER, L.; PFANDER, W. Some effects of ration preparation on alterations of the rumen mucous membrane. **Journal of Animal Science**, v. 17, p. 1220, 1958.

TOZER, P.; HEINRICHS, A. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: a multiple-component analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 84, n. 8, p. 1836-1844, 2001.

UETAKE, K. Newborn calf welfare: a review focusing on mortality rates. **Animal Science Journal**, v. 84, n. 2, p. 101-105, 2013.

WALSH, S.; WILLIAMS, E.; EVANS, A. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 123, n. 3-4, p. 127-138, 2011.

WATTIAUX, M. A. **Eleavage des génisses laitières**. Instituto Babcock, University of Wisconsin, Madison, USA. 133p, 1997.

WHITLOCK, B. K. et al. Effect of dietary protein on prepubertal mammary development in rapidly growing dairy heifers. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 6, p. 1516-1525, 2002.

WINDEYER, M. et al. Factors associated with morbidity, mortality, and growth of dairy heifer calves up to 3 months of age. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 113, n. 2, p. 231-240, 2014.

PARÂMETROS REPRODUTIVOS - CONCEITOS E AVALIAÇÃO DE REBANHOS DA BACIA LEITEIRA DE CASTRO-PR

Paulo de Tarso Borges

Luciana da Silva Leal Karolewski

Bianca Letícia Barbosa

Adriana de Souza Martins

INTRODUÇÃO

A reprodução das fêmeas bovinas impacta diretamente a produção de leite, uma vez que se existirem problemas no desempenho reprodutivo do rebanho, haverá menor produção de bezerros, aumento nas despesas de manutenção das vacas secas, elevada porcentagem de descarte involuntário e uso de mais doses de sêmen para cada concepção (LEITE; MORAES; PIMENTEL, 2001).

Nas últimas cinco décadas, observou-se redução da fertilidade das vacas leiteiras, concomitante a um crescimento na produção de leite por animal. Muitas causas foram relacionadas, entre elas problemas quanto à fisiologia, capacidade reprodutiva natural, nutrição (dietas desbalanceadas ou que não correspondem ao desempenho) e manejo (NASCIMENTO et al., 2013; WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011). Além disso, a seleção genética sucessiva para o incremento da produção de leite pode ter declinado a fertilidade (PRYCE et al., 2004). Índices têm sido adotados para estimar a eficiência reprodutiva na pecuária leiteira, dentre eles destacam-se: o intervalo entre partos, o período de serviço e a taxa de concepção.

Atualmente, a realidade do setor leiteiro no país revela a busca por sistemas de produção de leite especializados, sendo observado o crescimento de grandes propriedades leiteiras, com foco em gestão, capacitação e ganho em escala (ZOCCAL, 2018). O município de Castro, localizado na região Centro-Oriental do Paraná, foi considerado referência em produção de leite, genética e produtividade, com volume produzido de 273,4 milhões de litros em 2017, conquistando o título de capital nacional do leite pela Lei Federal nº 13.584, de 27 de dezembro de 2017 (ZOCCAL, 2018). Essa conquista

foi motivada por seu desempenho em atividades como seleção genética do rebanho, nutrição de precisão, rigoroso controle sanitário e tecnificação no manejo dos animais, oriundo em grande parte de famílias com tradição na pecuária leiteira, de origem holandesa na região.

Tendo em vista o impacto da eficiência reprodutiva sobre a produtividade do rebanho e a rentabilidade do produtor, é importante conhecer e avaliar constantemente os índices reprodutivos para traçar estratégias que viabilizem o avanço da atividade. Neste capítulo foram conceituados os índices reprodutivos e identificada sua relação com a produção e a qualidade do leite, avaliando-se os dados de 18 propriedades leiteiras de rebanhos predominantemente holandês (HPB), localizadas nos municípios paranaenses de Arapoti, Carambeí, Castro e Ponta Grossa, pertencentes à bacia leiteira de Castro. Foram avaliados os registros de 12.499 fêmeas bovinas entre os meses de janeiro a dezembro de 2017. Os dados avaliados estão distribuídos nas categorias novilhas (18%), primíparas (26%) e múltiparas (56%).

CONCEITOS E AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES REPRODUTIVOS DO REBANHO LEITEIRO

Nesta seção, serão apresentados conceitos e critérios de avaliação que são aplicados na análise do desempenho reprodutivo de um rebanho leiteiro.

a) Intervalo entre partos (IEP)

O intervalo entre partos (IEP) é um dos indicadores que monitoram o desempenho reprodutivo do rebanho. Esse indicador é afetado pela fertilidade do touro, da vaca, e pelos fatores de manejo do rebanho, como a identificação do estro, o número de inseminação artificial (IA) por concepção e o intervalo entre o parto e o momento até a primeira IA (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2008).

O IEP repercute diretamente nas despesas de produção, pois afeta a composição e a evolução do rebanho e o faturamento da atividade leiteira. Lopes et al. (2009) estudaram o impacto econômico do IEP em uma simulação hipotética tendo como cenários três rebanhos de gado de leite, com intervalos entre partos de 365, 510 e 657 dias. A máxima eficiência do rebanho foi decorrente do maior número de vacas em lactação e menor número de vacas secas verificados quando o IEP é mais curto.

Nas propriedades estudadas, o IEP médio foi de 428,5 dias (14,3 meses), sendo 386 dias o mínimo e 544 dias o valor máximo registrado. Historicamente, o IEP considerado ideal é de 12 meses (BALL; PETERS, 2006; JAINUDEEN; HAFEZ, 2004), mas esse número é apenas um parâmetro indicador dos procedimentos de manejo reprodutivo (LEITE; MORAES; PIMENTEL, 2001). Contudo, é importante ressaltar que o IEP mais próximo ao idealizado representou ganho na reposição de bezerras e maior produção de leite por se obter, proporcionalmente, mais vacas próximo ao pico de lactação, o que otimizou a produção de leite na região.

b) Período de serviço ou dias em aberto

O período de serviço (dias em aberto) é definido como o intervalo entre o parto e a fecundação sucessiva bem-sucedida (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2008). Os sistemas mais tecnificados e atuais de produção de leite exigem que as vacas sejam fertilizadas o quanto antes após o parto; entretanto, sabe-se que resultados adequados de fertilidade são alcançados a partir de 60 dias após o parto (LEITE; MORAES; PIMENTEL, 2001).

Para manter o IEP de 12 meses, 90% das vacas leiteiras devem demonstrar cio em torno de 60 dias após o parto e conceber em 85 dias (JAINUDEEN; HAFEZ, 2004). O período de serviço é influenciado principalmente pelo reestabelecimento da atividade cíclica ovariana após o parto e a manifestação e a identificação do estro. A falha em detectar o estro pode ocorrer em virtude da inatividade ou da atividade ovariana anormal e da ovulação silenciosa (BALL; PETERS, 2006).

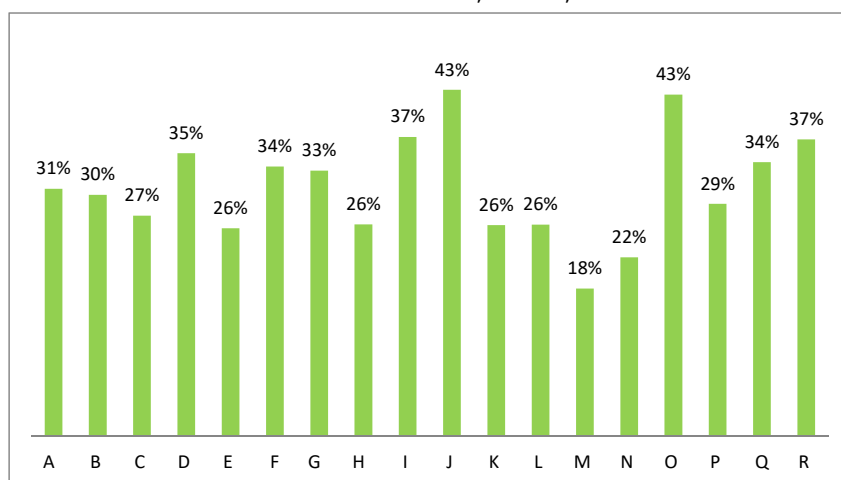
Na região avaliada neste estudo, o período de serviço médio foi de 141 dias, o que é considerado longo. Vacas de leite de alta produção podem estar sujeitas a muitos eventos puerperais que aumentam o período de serviço. Afecções ovarianas e uterinas, distúrbios metabólicos, condição corporal pós-parto e estresse calórico são alguns exemplos. As doenças reprodutivas comuns neste período (retenção das membranas fetais e metrite) têm mais que um efeito local, elas também diminuem o consumo alimentar, o que agrava o balanço energético. Já o estresse calórico reduz a produção de estrógeno pelo folículo pré-ovulatório, prejudicando a identificação do cio (CORASSIN et al., 2009).

c) Taxa de concepção

A fertilidade é um componente da performance reprodutiva que define a habilidade das fêmeas se tornarem gestantes, mas é no final refletida pelo nascimento de uma bezerra. A fertilidade é usualmente monitorada por dados indiretos, como o não retorno ao estro ou índices mais acurados como a taxa de concepção e a taxa de prenhez, confirmados por exames clínicos (RODRIGUEZ-MARTINEZ et al., 2008), dentre eles o ultrassonográfico a partir dos 28 dias de inseminação.

O Gráfico 1 mostra a taxa de concepção média nas 18 propriedades leiteiras avaliadas (representadas por letras – de “A” a “R”). Observa-se que houve variação de 18% a 43%, sendo a média 31%. O método de concepção usado incluiu a inseminação artificial (IA) com detecção de estro ou em tempo fixo.

Gráfico 1 – Taxa de concepção média em propriedades leiteiras localizadas na bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



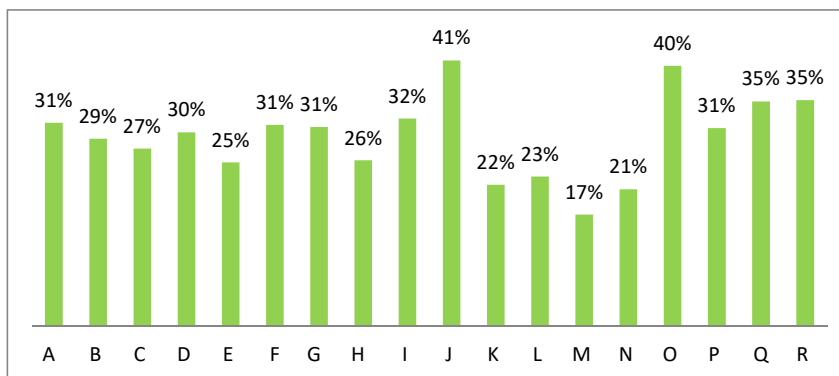
O resultado de concepção também é influenciado pela categoria reprodutiva das fêmeas, ou seja, se pariram uma única vez (primíparas), se pariram por duas ou mais vezes (múltiparas) ou se nunca pariram anteriormente (novilhas). No Gráfico 2, estão demonstrados os dados médios de concepção nas fêmeas de parto único. Considerando-se somente as fêmeas primíparas, o estudo nas propriedades demonstrou taxa de concepção variando de 20% a 51%, com média de 33% (1.057/3.245).

Gráfico 2 – Taxa de concepção média de primíparas em propriedades leiteiras localizadas na bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



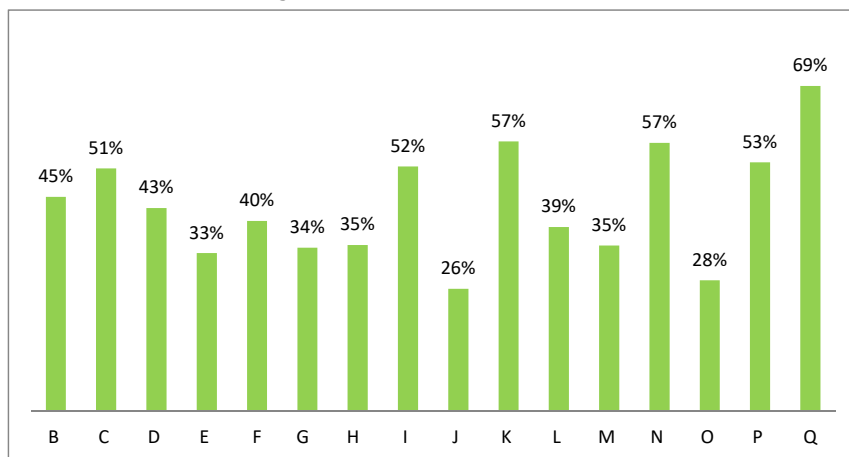
Com relação às fêmeas múltiparas (Gráfico 3), o levantamento de dados evidenciou uma amplitude de 17% a 41% nos resultados de concepção, com média de 27% (1.874/6.884).

Gráfico 3 – Taxa de concepção média de múltiparas em propriedades leiteiras localizadas na bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



Por último, considerando-se somente a concepção das novilhas, verificou-se uma oscilação de 26% a 69%, com média de 42% (937/2.229), registrando-se resultados superiores em relação às outras categorias de fêmeas bovinas avaliadas (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Taxa de concepção média de novilhas em propriedades leiteiras localizadas na região da bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



As fêmeas múltíparas apresentaram a menor taxa de concepção dentre os grupos estudados, achado que também foi registrado por Lima et al. (2009). Em contraponto, deve-se destacar que as vacas múltíparas retomam a ciclicidade estral após o parto anteriormente às fêmeas primíparas (SANTOS; RUTIGLIANO; SÁ FILHO, 2009) e isso ocorre em razão da maior concentração de ácidos graxos não esterificados e corpos cetônicos identificados no sangue das fêmeas primíparas no puerpério inicial e que foram relacionados à diminuição da função imunológica, incidência de doenças uterinas e atraso na ovulação (HAMMON et al., 2006; SHELDON et al., 2002). A maior porcentagem de concepção das fêmeas primíparas em comparação às múltíparas pode ser explicada, em parte, por uma possível menor perda embrionária no período do reconhecimento materno da gestação - 14 a 16 dias após a IA – (LANDIM-ALVARENGA, 2006). Em adição, as primíparas são mais habilitadas na manutenção da temperatura corporal adequada em condições de estresse térmico têm menor contagem de células somáticas no leite e menor impacto da produção de leite na reprodução, já que produzem menos.

Existe a expectativa de se obter bons resultados de prenhez em novilhas, pela razão de não serem lactantes, não estão expostas às ocorrências fisiológicas e metabólicas adversas que a produção láctea desencadeia no corpo das fêmeas durante o puerpério e o efeito destas na reprodução. Walsh; Williams e Evans (2011) acreditam que, em adição ao estresse calórico, o

status fisiológico (lactantes ou não lactantes) pode comprometer significativamente o sucesso da fertilização.

d) Taxa de concepção segundo o número de inseminações

A Tabela 1 apresenta a taxa de concepção segundo o número de inseminações. Verifica-se que a taxa de concepção média foi similar para uma, duas ou três inseminações pós-parto, em torno de 30%; sendo que houve uma queda a partir da quarta inseminação (24%). Na primeira IA, as vacas apresentavam, em média, 69 dias pós-parto; na segunda IA, 111 dias; na terceira IA, 152 dias; e na quarta, 196 dias.

Tabela 1 – Taxa de concepção (%) segundo o número de inseminações (IA) de propriedades leiteiras (identificadas pelas letras de A à R) localizadas na bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017

Propriedade	1ª IA	2ª IA	3ª IA
A	33	21	33
B	28	37	29
C	27	37	27
D	42	39	30
E	36	27	15
F	36	39	34
G	29	16	24
H	22	29	15
I	45	28	20
J	36	49	48
K	23	29	34
L	29	29	27
M	17	9	16
N	26	17	29
O	36	50	48
P	34	33	29
Q	40	29	26
R	39	41	40
Média	32,13	31,00	29,12

A fertilidade das vacas leiteiras após o parto envolve um processo complexo que está sujeito à interferência de diversos fatores (únicos ou associados) que atrasam, ou até mesmo, impossibilitam a concepção. Por essa razão, muitas vezes, é difícil detectar precisamente as causas da baixa fertilidade dos animais. Dentre os fatores que estão relacionados à concepção ao primeiro serviço em vacas leiteiras de alta produção, pode-se citar a condição corporal no parto e na cobertura, número de partos (animais primíparos apresentam mais chances de concepção ao primeiro serviço do que os múltíparos), época do ano na concepção (o inverno é mais favorável do que o verão), doenças

no período periparto (atrasam a concepção) e a relação entre a gordura e a proteína do leite, que quando elevada indica uma boa condição ruminal, beneficiando a concepção mais precoce (CORASSIN, et al., 2009).

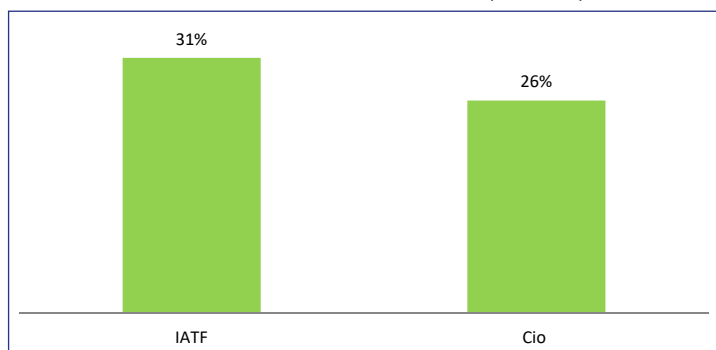
e) Inseminação artificial em tempo fixo

Vacas de alta produção láctea, principalmente durante as épocas do ano em que a temperatura ambiente é mais elevada, apresentam muita dificuldade de se reproduzirem. O *clearance* metabólico de hormônios sexuais esteroides (estradiol e progesterona), decorrente do elevado fluxo sanguíneo ao fígado e os efeitos negativos de diferentes tipos de estresse são causas da baixa fertilidade (LÓPEZ-GATIUS, 2012; NASCIMENTO et al., 2013). Reforça-se, ainda, a dificuldade no estabelecimento da gestação e perda nos períodos embrionário final e fetal inicial (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011).

Uma adequada concentração sanguínea dos hormônios esteroides é fundamental para a atividade reprodutiva. Se o nível de 17β estradiol estiver baixo, a expressão dos sinais e a duração do cio são prejudicadas. Se a progesterona estiver em baixa concentração no sangue da fêmea, o estabelecimento e a manutenção da gestação são comprometidos (NASCIMENTO et al., 2013).

As informações obtidas na região da bacia leiteira de Castro, no Paraná, indicam a superioridade no processo de fecundação das fêmeas bovinas leiteiras sujeitas à inseminação artificial em tempo fixo (IATF), em comparação à IA, conforme destaca-se no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Percentual de vacas prenhes em função da utilização ou não da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF), em propriedades leiteiras localizadas na bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



A má expressão e a dificuldade de detectar o estro em vacas leiteiras de alta produção dificultam ainda mais a inseminação no momento correto (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011); sendo assim, a IATF é uma estratégia reprodutiva indicada (BARBOSA et al., 2011), pois dispensa a necessidade de identificação do estro e sincroniza a ovulação, aumentando-se os índices de concepção.

Conforme Barbosa et al. (2011), a resposta à adoção dos protocolos de IATF ainda é muito variada e alguns fatores foram mais fortemente implicados à taxa de concepção. Dentre eles, pode-se citar o elevado número de dias pós-parto (dias em lactação) e épocas com temperaturas elevadas, que afetam negativamente a fertilização. Esses pesquisadores constataram que a condição corporal só afetou a resposta quando caracterizada como inferior a 2,25 pontos. Um bom escore de condição corporal (ECC) parece ser mais significativo no período pós-parto inicial, visto que Lima et al. (2009) descreveram que vacas leiteiras com escore $\geq 2,75$ tiveram uma proporção de prenhez superior nos primeiros 21 dias de tentativas reprodutivas, que se iniciaram aos 80 dias pós-parto. O ECC baixo no pós-parto também impacta as demais inseminações, pois o período gasto para recuperar a condição corporal corresponde ao período de queda de fertilidade em dias em leite (DEL) avançado. Dessa forma, o ECC, quando atinge o desejável, reduz o período de serviço, o IEP, aumentando a lucratividade do sistema. Deve-se atentar à quantidade de peso que as vacas perdem, pois aquelas que perdem mais ECC no período entre o parto e a IA são as que menos ciclam até os 65 dias pós-parto (SANTOS; RUTIGLIANO; SÁ FILHO, 2009).

O volume de leite produzido também pode impactar a concepção após a IATF. Contudo, esse conceito não é unânime, posto que a produção de leite não teve relação com a taxa de concepção aos 30 e aos 58 dias após a IA ou a IATF na pesquisa de Santos, Rutigliano e Sá Filho (2009), que estudaram um número expressivo de fêmeas bovinas da raça Holandesa (6.396) caracterizadas por apresentarem elevada produção leiteira (de 31,6 a 51,6 kg/dia).

Quando as vacas são submetidas a programas reprodutivos de longa duração, a monta natural pode se mostrar vantajosa, pois, nessas condições, são maiores as chances de as fêmeas fecundarem, uma vez que ficam expostas aos touros constantemente (LIMA et al., 2009). Em uma revisão realizada por López-Gatius (2012), o autor afirmou que a IA, a despeito de todos os fatores que intervêm na técnica, ainda é a escolha mais indicada e mais

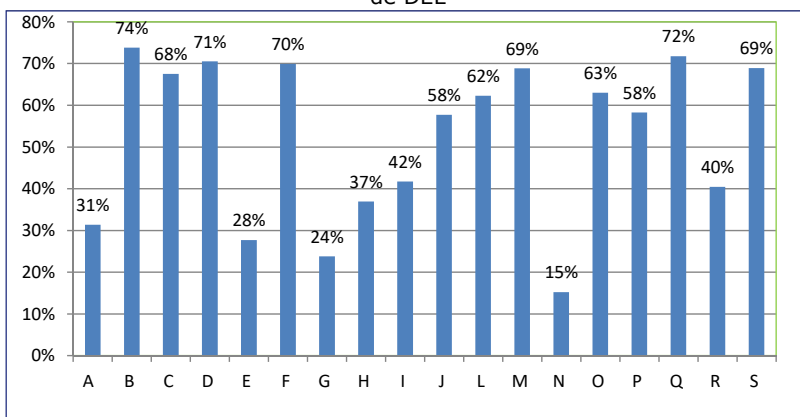
benéfica em relação à monta natural, principalmente pela possibilidade de ganho genético. Sendo assim, ambas as técnicas podem ser adotadas de maneira estratégica, competindo ao técnico escolher a mais interessante segundo as especificidades de cada propriedade.

f) Dias em leite (DEL)

Um dos indicadores utilizados para avaliar a eficiência produtiva do rebanho é o dia em leite (DEL), determinado pelo período médio em lactação das vacas que estão produzindo leite na propriedade. Atrasos na concepção das vacas causam aumento do intervalo entre partos e refletem no aumento do DEL. De acordo com a literatura, recomenda-se que o DEL médio do rebanho seja entre 150 e 170 dias. Valores muito altos significam problemas reprodutivos e, conseqüentemente, menor produção de leite, uma vez que há menor proporção de vacas no início da lactação. A perda em produção estimada é de aproximadamente 0,8 kg de leite por vaca a cada 10 dias de DEL acima de 150 dias (RODRIGUES; GUIMARÃES; OLIVEIRA, 2012). Por outro lado, DEL abaixo de 150 dias é reflexo de uma concentração de partos em determinada época do ano, normalmente realizada propositalmente pelo produtor, em busca de melhores preços por litro de leite, sendo uma situação incomum de ocorrer.

O Gráfico 6 apresenta a porcentagem de vacas prenhes até os 150 de DEL nas respectivas propriedades. Desses dados não foram suprimidas as ocorrências de perdas gestacionais.

Gráfico 6 – Percentual de vacas prenhes em cada propriedade avaliada, provenientes do rebanho da bacia leiteira de Castro, Paraná, com até 150 dias de DEL



Das 18 propriedades (12.499 vacas) avaliadas, 7 apresentaram percentual de prenhez abaixo de 50%, com DEL de até 150 dias, ou seja, menos da metade das vacas ficaram prenhes com até 150 dias em leite. Em outras 7 propriedades, o percentual de prenhez com DEL de até 150 dias foi superior a 68%. Esse resultado é consequência de um bom manejo reprodutivo e repercute no aumento da produção de leite, uma vez que a maioria das vacas encontra-se na fase inicial e intermediária da lactação, momento em que a produção de leite é mais alta em relação à fase final.

Os cuidados na fase inicial da lactação são fundamentais para se obter êxito produtivo, reprodutivo e econômico na atividade leiteira. Mudanças fisiológicas ocorrem nessa fase, entre elas, o balanço energético negativo (BEN), definido pela mobilização de reservas corporais em virtude do baixo consumo de alimentos. O BEN tem ação direta sobre a saúde, a reprodução e a produção de leite; seus efeitos negativos podem ser potencializados pelo escore de condição corporal (ECC). Vacas muito gordas ao parto têm tendência a desenvolver esteatose hepática e cetose, pois o alto ECC reduz o consumo de alimentos e a gordura abdominal é mobilizada mais rapidamente (AMORIM, 2009). Portanto, o ECC deve ser constantemente monitorado e ajustado para assegurar a secagem das vacas com condição corporal ideal para o parto.

Com o BEN, ocorrem várias ações neuroendócrinas que podem culminar com a diminuição da concentração e da frequência dos picos de hormônio luteinizante (LH). Como consequência, os níveis de glicose sanguínea são reduzidos em razão de sua utilização para a síntese de lactose, e aumento dos níveis de ácidos graxos não esterificados (AGNE), que causam o comprometimento do consumo de alimentos. A inibição dos níveis de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e de LH ocorre em decorrência da concentração reduzida de insulina, resultante dos baixos níveis de glicose sanguínea.

A diminuição da concentração de insulina durante o BEN pode resultar em diminuição da resposta ovariana às gonadotrofinas na fase inicial da lactação. Da mesma forma, a concentração de fator de crescimento semelhante à insulina tipo 1 (IGF-1) diminui em condições de restrição alimentar e, portanto, esse hormônio também pode estar envolvido na atividade reprodutiva de vacas em lactação (BERGAMASCHI; VICENTE, 2010). Segundo Borges (2009), é possível que os AGNE exerçam um sinal

inibitório sobre a secreção de LH, porém, alguns estudos não comprovam essa interferência.

Outra alteração hormonal proveniente do BEN no pós-parto refere-se à secreção de leptina, um peptídeo produzido pelos adipócitos que age no hipotálamo para regular o consumo de alimentos, o balanço energético do organismo, a termogênese e o controle da fertilidade, atuando sobre os ovários. Sua concentração plasmática varia em função da ocorrência de mudanças bruscas na alimentação e está relacionada com o aumento do tecido adiposo. Em vacas leiteiras, a leptina está relacionada positivamente com os níveis sanguíneos de insulina e de glicose e negativamente com os níveis de GH e de AGNE. Possivelmente, vacas em BEN apresentam deficiência de leptina, sendo este um fator causador de inibição dos níveis de GnRH. Após a recuperação do balanço energético, a leptina tende a influenciar a secreção de GnRH, promovendo o restabelecimento dos ciclos estrais (BORGES, 2009).

Amorim (2009) mencionou que até mesmo uma mobilização de gordura moderada estaria relacionada ao BEN e à redução da fertilidade. O alto mérito genético do animal, a mobilização de gordura corporal, os altos níveis plasmáticos dos AGNE e a baixa concentração de insulina, segundo o autor, estão associados com o atraso na primeira ovulação após o parto e com a redução da taxa de prenhez.

Diante do exposto, nota-se a importância do monitoramento do DEL médio do rebanho, bem como da fase inicial da lactação, buscando-se minimizar a intensidade e a duração do BEN por meio da avaliação do ECC da vaca ao parto, pois este influencia na reprodução, no consumo e na produção de leite na lactação.

g) Impacto da contagem de células somáticas (CCS) sobre a taxa de concepção e a produção de leite

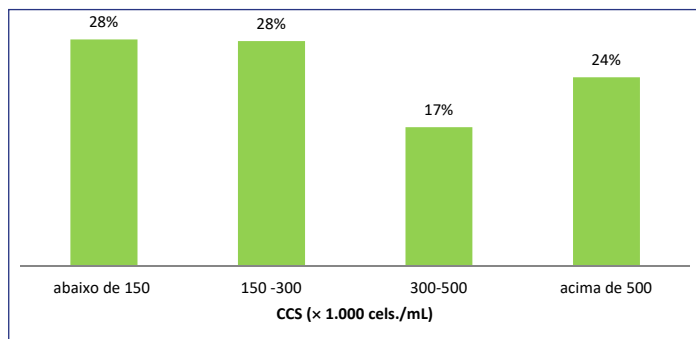
O desempenho reprodutivo da fêmea bovina pode ser prejudicado devido à ocorrência de mastite. A mastite clínica tem efeitos negativos sobre a função ovariana, podendo comprometer o período de serviço e o número de serviços por concepção (Ahmadzadeh et al., 2009), causando aumento na taxa de descarte de vacas no rebanho. O elevado impacto econômico dessa perda aponta a necessidade de pesquisas que analisem a relação entre contagem de células somáticas (CCS) e reprodução, levando em consideração

a ordem de parto, com o propósito de se utilizar medidas preventivas para reduzir a incidência da doença, diminuindo, assim, os prejuízos.

Durante a infecção na glândula mamária, ocorre o aumento de leucócitos no sangue, que produzem citocinas pró-inflamatórias que podem afetar o fluido folicular, o desenvolvimento dos oócitos e a expressão de genes específicos, comprometendo a reprodução dos animais (BILODEAU-GOESSELS, 2003). Estudos mostram que a mastite subclínica pode estar associada à redução na taxa de concepção, ao maior número de dias até a primeira IA e aumento dos dias em aberto. Moore et al. (2005) verificaram que animais com CCS superior a 300.000 cels./mL tiveram maior perda embrionária que animais com CCS inferior a esse valor. No entanto, de acordo com os autores, os mecanismos por meio dos quais a mastite subclínica pode comprometer a fertilidade de vacas leiteiras ainda não estão bem esclarecidos.

O Gráfico 7 mostra o percentual de fêmeas prenhes em função da CCS no leite.

Gráfico 7 - Percentual de fêmeas prenhes em função do intervalo de Contagem de Células Somáticas (CCS) do rebanho avaliado, pertencente à bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



Examinando-se os dados do gráfico, verifica-se que a fertilidade do rebanho sofreu influência da ocorrência de mastite subclínica, uma vez que as vacas com CCS abaixo de 300.000 cels./mL apresentaram maior percentual de prenhez (28%) em relação às vacas com CCS acima de 500.000 cels./mL (24%). Segundo Wolfenson, Leitner e Lavon (2016), a mastite subclínica compromete o funcionamento do folículo pré-ovulatório, resultando em baixa fertilidade. Os autores destacaram que o principal efeito foi o atraso na ovulação e também a baixa produção de folículos, verificados em aproximadamente 1/3 das vacas com mastite subclínica. Os 2/3 restantes não

apresentaram alterações reprodutivas. Os autores não puderam apontar a razão dessa variação. Dahl et al. (2018), avaliando o efeitos da mastite clínica e subclínica sobre as perdas de gestação em primíparas, não verificaram efeito da mastite subclínica. Essa forma de mastite pode não promover uma resposta inflamatória suficiente para prejudicar o crescimento folicular e a qualidade do oócito.

A mastite clínica também pode comprometer a reprodução de vacas leiteiras. Sua ocorrência durante a gestação de fêmeas primíparas pode causar aborto devido à ação de endotoxinas ou substâncias inflamatórias que afetam o crescimento folicular e embrionário e até mesmo a persistência do corpo lúteo (DAHL et al., 2018). De acordo com o estudo, as perdas durante a gestação poderiam ter sido minimizadas em 54% se os casos de mastite clínica tivessem sido prevenidos. Fêmeas bovinas com infecções intramamárias podem ter a concentração de prostaglandina no sangue e de citocinas pró-inflamatórias no leite, na linfa e no sangue, aumentadas. Esses mediadores inflamatórios podem causar luteólise, levando à interrupção da gestação em vacas leiteiras (SANTOS; TOMAZI, 2018).

As infecções intramamárias também impactam negativamente a produção de leite. Coldebella, Machado e Demetrio (2004) concluíram que perdas na produção causadas pelo aumento de CCS são absolutas, e começam a ocorrer a partir de CCS de 17.000 cels./mL, sendo a resposta distinta entre primíparas e multíparas.

h) Impacto da produção de leite sobre a taxa de concepção

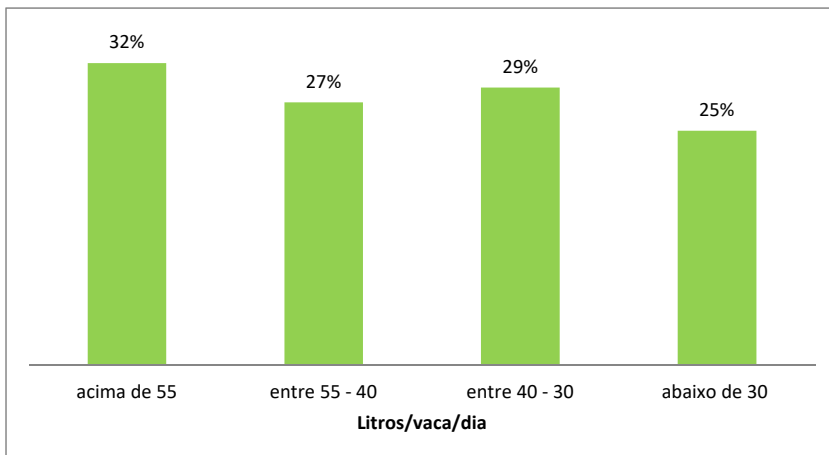
A produção de leite tem sido relacionada com a baixa eficiência reprodutiva de vacas leiteiras, uma vez que produção e reprodução são consideradas parâmetros antagônicos, ou seja, o aumento na seleção genética para produção de leite ao longo dos anos levou à redução na fertilidade dos rebanhos. Leroy et al. (2009) relataram que nas últimas décadas tem-se observado redução na fertilidade de vacas de alta produção, oriundas da disputa entre as necessidades basais e reprodutivas. O menor desempenho reprodutivo registrado em vacas de alto potencial de produção é evidenciado pelo prolongamento do período de serviço, pelo anestro e pela baixa taxa de concepção. No entanto, são necessários mais estudos para determinar o fator que representa de forma adequada o comprometimento do desempenho reprodutivo da vaca (EGHBALSAIED, 2011).

O aumento da produtividade dos rebanhos leiteiros em virtude da seleção genética tem promovido alterações metabólicas, fisiológicas e hormonais para sustentar a elevação da produção de leite. Nesse sentido, a demanda por nutrientes para a síntese de leite e de tecidos corporais é maior. Esse aumento dos requerimentos nutricionais pode afetar os parâmetros reprodutivos caso o consumo de alimentos pelo animal não seja compensatório. Vacas de alta produção de leite requerem maior aporte de energia e, portanto, maior consumo de alimentos. Nesses animais têm sido observados menor taxa de concepção, maior mortalidade embrionária, menor intensidade de estro e este com duração curta (BORGES, 2009).

Hipóteses foram investigadas para se esclarecer a relação entre a genética, a fisiologia, a nutrição e o manejo com a eficiência reprodutiva. Tais parâmetros foram analisados em fases críticas da vida produtiva das fêmeas bovinas (WALSH; WILLIAMS; EVANS, 2011). Tanto a reprodução quanto a produção de leite e a sanidade da glândula mamária sofrem influência do número de lactações. Segundo o NRC (2001), fêmeas primíparas consomem menos alimentos que as fêmeas múltiparas, e o fazem de maneira diferente. Além disso, as primíparas geralmente encontram-se em posição social inferior no rebanho. Por essa razão, é importante separar esses animais em diferentes lotes. Com relação à produção de leite, fêmeas múltiparas sofrem maiores perdas, em razão do efeito acumulativo do ambiente na glândula mamária por infecções prévias e até mesmo prolongadas, que resultam em maiores danos ao tecido mamário (COLDEBELLA; MACHADO; DEMETRIO, 2004), podendo da mesma forma, prejudicar a reprodução. Portanto, no manejo diário de vacas em lactação, é importante destinar manejos diferentes para as fêmeas primíparas e múltiparas, uma vez que, por motivos fisiológicos, suas respostas produtivas e reprodutivas serão distintas.

No Gráfico 8, encontram-se os percentuais de vacas prenhes em função dos níveis de produção de leite.

Gráfico 8 – Percentual de vacas prenhes em função dos níveis de produção de leite do rebanho avaliado pertencente à bacia leiteira de Castro, Paraná, 2017



Diferentemente do esperado, o grupo de vacas com produção superior a 55 litros/dia apresentou maior percentual de prenhez (32%) em relação ao grupo de menor produção (inferior a 30 litros/vaca/dia), com 25% de fêmeas prenhes. Uma possível explicação para esse resultado estaria relacionado às condições de sanidade e nutrição dos animais de alta produção. Provavelmente, a maior produção de leite das vacas do grupo com produção acima de 55 litros/dia seja decorrente, além do fator genético, da menor ocorrência de desafios no período de transição, como a perda excessiva de ECC no pós-parto, distocias, hipocalcemia, cetose, deslocamento de abomaso, metrite, retenção de placenta, entre outros. Com isso, esses animais puderam expressar seu potencial de produção de leite e ao mesmo tempo manifestar ciclos estrais regulares, elevando a taxa de concepção média do grupo. É importante ressaltar que, em todos os intervalos de produção analisados, utilizou-se a técnica de IA, com e sem protocolo.

A alta produção de leite pode atrasar o início do ciclo estral se associada a um balanço nutricional negativo acentuado. Porém, a produção de leite é também associada ao consumo de matéria seca, o que resulta em estado energético mais desejável no início da lactação, aumentando a ocorrência de prenhez (SANTOS; RUTIGLIANO; SÁ FILHO, 2009).

Esses resultados sugerem que, embora a produção de leite e a eficiência reprodutiva sejam antagônicas, o atendimento das demandas fisiológicas e

hormonais por meio da nutrição e também dos cuidados com a sanidade da vaca pode impactar de forma positiva os parâmetros reprodutivos do rebanho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção das vacas nas últimas décadas tendo como critério a produção de leite afetou negativamente a reprodução e esse efeito foi global. Entretanto, o impacto da produção de leite na fertilidade pode depender de outros fatores relacionados ao ambiente e ao animal.

Muitos elementos foram relacionados à baixa fertilidade das fêmeas de alta produção leiteira, tais como: fisiológicos, metabólicos, nutricionais e relacionados ao manejo, sendo difícil a identificação precisa da causa. Índices são usados para nortear a situação reprodutiva do rebanho e funcionam como metas que são difíceis de atingir no cenário nacional atual. As biotécnicas da reprodução são ferramentas que podem aumentar a fertilidade, mas devem ser usadas com critério de acordo com as características individuais das propriedades.

A ocorrência de mastite em fêmeas bovinas deve ser constantemente monitorada, pois pode comprometer a fertilidade de vacas em lactação. Todavia, quando se apresenta na forma subclínica, seus efeitos sobre a reprodução são variáveis.

REFERÊNCIAS

- AHMADZADEH, A., et al. Effect of clinical mastitis and other diseases on reproductive performance of holstein cows. **Animal Reproduction Science**, v.112, p. 273–282. 2009.
- AMORIM, L.S. Manejo do balanço energético negativo e escore corporal. In: SILVA, J. C. P. M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M. (ed.). **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa, 2009. p.129-150.
- BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. Eficiência reprodutiva na produção bovina. In: BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Reprodução em bovinos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2006. cap. 1, p. 1-12.
- BARBOSA, C. F. et al. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce de gestação em vacas leiteiras mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 79-84, 2011.

BERGAMASCHI, M. A. C. M.; VICENTE, W. R. R. Ciclo estral. In: SANTOS, G. T. et al. (ed.). **Bovinocultura leiteira**: bases zootécnicas, fisiológicas e de produção. Maringá: Eduem. p. 177-198. 2010.

BILODEAU-GOESSEELS, S. Effect of oocyte quality on the relative abundance of specific gene transcripts in bovine mature oocytes and 16-cell embryos. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 67, p. 151-156. 2003.

BORGES, A.M. Fisiologia e eficiência reprodutiva de bovinos leiteiros. In: SILVA, J. C. P. M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M. (ed.) **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa, 2009. p.151-214.

COLDEBELLA, A.; MACHADO, P. F.; DEMETRIO, P. C. G. B. Contagem de células somáticas e produção de leite em vacas holandesas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, p. 623-634, 2004.

CORASSIN, C. H. et al. Fatores de risco associados a falhas de concepção ao primeiro serviço em vacas leiteiras de alta produção. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 31, p. 311-317, 2009.

DAHL, M. O. et al. Epidemiologic and economic analyses of pregnancy loss attributable to mastitis in primiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 10142-10150, 2018.

EGHBALSAIED, S. Estimation of genetic parameters for 13 female fertility indices in holstein dairy cows. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, p. 811-816, 2011.

JAINUDEEN, M. R.; HAFEZ, E. S. E. Bovinos e bubalinos. In: HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. cap. 11, p. 159-171.

HAMMON, D. S. et al. Neutrophil function and energy status in holstein cows with uterine health disorders. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 113, p. 21-29, 2006.

LANDIM-ALVARENGA, F.C. Patologias da gestação. In: PRESTES, N.C.; LANDIM-ALVARENGA, F.C. **Obstetrícia veterinária**. 1ª Edição. Rio de Janeiro. E. Guanabara Koogan, 2006. p. 132-133.

LEITE, T. E.; MORAES, J. C. F.; PIMENTEL, C. A. Eficiência produtiva e reprodutiva em vacas de leite. **Ciência Rural**, v. 31, p. 467-472, 2001.

LEROY, J. L. M. R. et al. Priorização de nutrientes em vacas leiteiras no pós-parto imediato: discrepância entre metabolismo e fertilidade. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13, 2009. Uberlândia. **Anais [...]** Uberlândia, 2009.

LIMA, F. S. et al. Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5456-5466, 2009.

LOPES, M. A. et al. Impacto econômico do intervalo de partos em rebanhos bovinos leiteiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1908-1914, 2009.

LÓPEZ-GATIUS, F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows: a review. **Theriogenology**, v. 77, p. 1029-1041, 2012.

MOORE, D. A. et al. Evaluation of factors that affect embryonic loss in dairy cattle. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 226, p. 1112-1118, 2005.

NASCIMENTO, A. B. et al. Produção e metabolismo da progesterona e seu papel antes, durante e depois da inseminação artificial influenciando a fertilidade de vacas leiteiras de alta produção. **Acta Scientia e Veterinariae**, v. 41, p. 1-14, 2013.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7th revised edition. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

PRYCE, J. E. et al. Fertility in the high-producing dairy cow. **Livestock Production Science**, v. 86, p. 125-135, 2004.

RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. et al. Reproductive performance in high-producing dairy cows: can we sustain it under current practice? In: IVIS (ed.). **IVIS Reviews in Veterinary Medicine**, Ithaca: International Veterinary Information Service, 2008.

RODRIGUES, A. M.; GUIMARÃES, J.; OLIVEIRA, C. Rentabilidade das explorações leiteiras em Portugal - dados técnicos e econômicos. In: JORNADA DE BOVINICULTURA, IAAS-UTAD, 5. **Livro de Resumos**. Portugal: Vila Real, 2012, p. 109-129.

SANTOS, J. E. P.; RUTIGLIANO, H. M; SÁ FILHO, G. M. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v. 110, p. 207-221, 2009.

SANTOS, M. V.; TOMAZI, T. Mastite clínica causa perdas de gestação em vacas primíparas. **MilkPoint**, 25 out. 2018. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/marco-veiga-dos-santos/mastite-clinica-causa-perda-de-gestacao-em-vacas-primiparas-210941/?utm_source=navegador&utm_medium=push-notification&utm_campaign=outubro-2018&utm_content=mastite-clinica-causa-perda-de-gestacao-em-vacas-primiparas-210941%2F>. Acesso em: 26 out. 2019.

SHELDON, I. M. et al. Influence of uterine bacterial contamination after parturition on ovarian dominant follicle selection and follicle growth and function in cattle. **Reproduction**, v. 123, p. 837-845, 2002.

WALSH, S. W.; WILLIAMS, E. J.; EVANS, A. C. O. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cow. **Animal Reproduction Science**, v. 123, p. 127-138, 2011.

WOLFENSON, D.; LEITNER, G.; LAVON, Y. The disruptive effects of mastitis on reproduction and fertility in dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v. 14, p. 650-654. 2016.

ZOCCAL, R. Cresce a produção das maiores fazendas. In: RENTERO, N. (ed.). **Anuário leite 2018**: indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Embrapa: 2018. p. 32-33.

AVANÇOS NO MELHORAMENTO GENÉTICO DO REBANHO LEITEIRO NO PARANÁ

Victor Breno Pedrosa

Altair Antônio Valloto

INTRODUÇÃO

No âmbito do agronegócio, o leite se destaca como um dos principais produtos, tanto no que diz respeito a aspectos econômicos como nutricionais. Entre os maiores produtores de leite no mundo estão os Estados Unidos, com 93,4 bilhões de litros, seguido da Índia com 66,4 bilhões, China, com 37,6 bilhões e o Brasil, com 35,1 bilhões de litros. A quarta posição alcançada por nosso país indica que é um grande produtor mundial, ficando à frente de países destacados no mercado internacional, como Alemanha, França, Nova Zelândia e Argentina (FAO, 2017).

Considerando-se a produção nacional de leite, a Região Sul aparece como maior produtora e com destacado crescimento anual, na comparação com as demais regiões do país. O estado do Paraná é o segundo maior produtor nacional de leite, com 13,5% da produção nacional; e grande parte de seu rebanho é composta de duas raças de aptidão leiteira: Holandesa e Jersey (IBGE, 2016).

A raça Holandesa é caracterizada por apresentar alta produção de leite e longo período lactacional, o que desperta o interesse em estudá-la e utilizá-la em rebanhos de bovinos leiteiros em todo o mundo (AIKMAN; REYNOLDS; BEEVER, 2008). Entre as raças leiteiras especializadas é a que mais se destaca na produção de leite por lactação, com produções que chegam a valores semelhantes aos observados em países desenvolvidos, com clima temperado. Ainda, vacas da raça Holandesa apresentam elevadas produções de gordura e proteína (em kg), componentes considerados essenciais para o aumento da qualidade e do valor agregado ao produto (JAMROZIK; SCHAEFFER, 2012).

Diante da importância dessa raça na atividade leiteira do estado, a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), em parceria com a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), iniciou, no ano de 2014, um programa de melhoramento animal da raça Holandesa no Paraná, Brasil, com o intuito de disponibilizar aos criadores as informações genéticas das fêmeas para as principais características de interesse do criador, visando intensificar o progresso genético dos rebanhos ao longo das gerações.

Sabe-se que a eficácia de um programa de melhoramento animal depende de alguns fatores primordiais como: qualidade das informações de *pedigree* e fenotípicas disponíveis; utilização de metodologias modernas e condizentes para a estimação de parâmetros e valores genéticos; aplicação dos valores genéticos estimados na escolha dos reprodutores; e acasalamento baseado no direcionamento genético desejado (OLDENBROEK; VAN DER WAAIJ, 2014).

Impulsionado por essas diretrizes, o referido programa de seleção genética da raça Holandesa do estado do Paraná tem alcançado relevante avanço genético recente e, almeja, nos próximos anos, dar continuidade ao progresso já obtido e, se possível, equiparar-se aos mais modernos programas de seleção de bovinos leiteiros vigentes no mundo. Assim, o presente trabalho tem por objetivo apresentar um histórico do programa de melhoramento genético da raça Holandesa no estado do Paraná desde sua criação, passando pelos avanços obtidos até o presente momento, bem como, as expectativas para o futuro do melhoramento genético de bovinos leiteiros no estado do Paraná.

HISTÓRICO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS LEITEIROS NO MUNDO

Há mais de um século, o interesse no melhoramento genético de bovinos leiteiros estimulou criadores a se reunirem em associações de raça para discutir e desenvolver a produtividade de seus rebanhos. Relatos do final dos anos 1800, demonstram que já havia selecionadores preocupados em fazer medições com o intuito de aferir a produtividade dos animais e, assim, identificar aqueles indivíduos que eram economicamente mais interessantes (OLTENACU; BROOM, 2010). 10000 kg of milk per lactation. The increase in production in dairy cattle should be viewed with concern because: i).

Desde então, a gama de características consideradas para seleção genética em populações de gado leiteiro progrediu para atender às demandas tanto da indústria quanto da sociedade. O controle do desempenho produtivo do leite e sólidos, bem como da pontuação de conformação, evoluiu significativamente desde o ano de 1920 (MIGLIOR et al., 2017).

Na década de 1940, os primeiros índices de seleção foram idealizados (HAZEL, 1943) e, sequencialmente, discutidos para serem amplamente utilizados em bovinos (HENDERSON, 1963). Havia, porém dificuldades de aplicação em larga escala em razão das limitações computacionais da época. Os modelos genéticos mais robustos, apesar de teoricamente desenvolvidos, ainda demandavam avanços na informática para serem implementados.

Por fim, em meados da década de 1980, avanços nos métodos estatísticos e no conhecimento genético progrediram conjuntamente com as inovações tecnológicas e a rapidez de processamento de supercomputadores. Todos esses fatores, aliados ao crescente interesse em aumentar a produção e melhorar a qualidade dos produtos lácteos, permitiram que os mais diferentes programas de melhoramento genético de bovinos leiteiros pelo mundo alcançassem indicadores de progresso genético nem mesmo imaginados há poucas décadas.

No Brasil, conforme informações da Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (ABCBRH), o Herd-Book de bovinos leiteiros foi oficializado em 1935, com animais da raça Holandesa bem-estabelecidos por todo o país desde os tempos da colonização e capitânias hereditárias. A partir de então, a genealogia dos bovinos leiteiros, tanto da raça Holandesa, quanto de outras raças leiteiras, vem sendo controlada de forma oficial pelas associações de raça. Os conselhos técnicos dessas associações é que definem as demandas por melhorias genéticas e fenotípicas das raças, regulando-as e estimulando-as.

Nesse contexto, a associação, em parceria com a Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no ano de 2004, elaborou o primeiro sumário de touros da raça Holandesa e, em anos posteriores, publicou os sumários de outras raças leiteiras tradicionais no Brasil foram confeccionados, como das raças Gir e Girolando. Com isso, o cenário genético dos bovinos leiteiros no país estava consolidado e, mesmo que tardiamente com relação a outros países tradicionais de produção de leite, o Brasil passou a figurar

entre os interessados na aplicação genética, não mais somente com base no fenótipo, mas também com modernos métodos de seleção animal.

HISTÓRICO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS LEITEIROS NO PARANÁ

Criada no ano de 1953, a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da raça Holandesa (APCBRH), sediada na capital paranaense, Curitiba, teve por atividades primeiras a realização de registro genealógico e inspeção de rebanhos da raça no estado. Com o passar dos anos, referida associação foi muito além dos iniciais registros de animais, e passou a ser responsável também por proceder a: avaliação de conformação de fêmeas; implantação e gestão do controle leiteiro oficial; análise de qualidade do leite; gestão e controle de qualidade de rebanhos; análise de laboratório para diagnóstico; e avaliação genética da raça Holandesa no Paraná.

Ressalta-se que o estado do Paraná possui um dos maiores rebanhos leiteiros do país, com 1.641.009 cabeças, sendo grande parte desses animais pertencentes à raça Holandesa (IBGE, 2016). Reconhecendo a importância dessa raça na atividade leiteira do estado, a APCBRH demandou a realização de um sumário de vacas (*Sumário Genético da Vacas TõPS/100 – PR*), com o intuito de disponibilizar aos criadores as informações genéticas das fêmeas para as principais características de interesse do criador, visando intensificar o progresso genético dos rebanhos do estado. Portanto, desde o ano de 2014, a APCBRH, em parceria com a UEPG, fornece aos criadores e à comunidade agropecuária as estimativas de parâmetros e valores genéticos de vacas com controle leiteiro oficial e registro genealógico da raça Holandesa no estado considerando as seguintes características: produção de leite; gordura; proteína; pontuação final de tipo e, em anos posteriores, compostos de garupa, pernas e pés; sistema mamário; força leiteira e, por fim, o índice de seleção genética.

À época, as informações utilizadas nas análises genéticas para preparação do sumário de vacas provinham do banco de dados e registros da APCBRH. Para tanto, foram utilizadas informações de desempenho da primeira lactação de 105.986 vacas da raça Holandesa nascidas entre 1980 e 2011, nos rebanhos do Paraná. Ainda, o arquivo de *pedigree* continha 182.419 informações de parentesco. Naquele primeiro momento, foram avaliadas as características de produção de leite (kg), produção de gordura (kg), produção

de proteína (kg) e pontuação final, todos ajustados aos 305 dias de lactação. Para a característica de pontuação final, ressalta-se que foram consideradas apenas as informações relacionadas ao novo sistema de avaliação de conformação, adotado a partir do dia 1º de julho de 2010.

Weigel; Palmer e Caraviello (2003) destacam que as principais características de importância econômica na visão tanto dos produtores quanto da indústria láctea são justamente as características produtivas e as de conformação, visto que ambas influenciam direta e indiretamente a lucratividade do produtor ou da indústria, além de serem determinantes para a longevidade dos animais nos rebanhos. Assim, objetivou-se iniciar o programa de melhoramento de bovinos leiteiros do Paraná considerando as características que causam maior impacto financeiro na atividade e, com isso, estimular os criadores a aplicar ferramentas de seleção genética, que até aquele momento, eram inovadoras, para utilização em fêmeas.

Os dados analisados inicialmente consideraram as lactações de primeiro parto ajustados para anos de nascimento entre 1980 e 2011, anos de parto entre 1983 e 2013, idade do parto de 18 a 48 meses e grupo contemporâneo de rebanho-ano de parto, com ao menos três informações por grupo de contemporâneo. As estimativas dos parâmetros e valores genéticos foram obtidas com base na metodologia dos modelos mistos, por meio de soluções Best Linear Unbiased Prediction (BLUP), utilizando-se os programas computacionais PEST (GROENEVELD, 1990) e VCE 6.0 (GROENEVELD, 2010).

PROGRESSO GENÉTICO DOS REBANHOS LEITEIROS DO PARANÁ

O avanço genético observado em uma população pode ser medido de diferentes formas. Uma maneira bastante comum é observar o desempenho produtivo em determinado intervalo de tempo (DICKERSON, 1962). Assim, pode-se ter uma ideia do ganho apresentado, no período avaliado. Contudo, balizar o avanço genético com base na produção não é o procedimento mais confiável, visto que o ambiente (nutrição, manejo, instalações, entre outros) pode influenciar a produtividade mensurada e, por vezes, a evolução genética pode estar sub ou superestimada. Por isso, a observação do fenótipo deve ser associada a outros métodos de acompanhamento do progresso genético.

Conforme mencionado por Hintz e Van Vleck (1978), o progresso genético pode ser mensurado de diferentes formas. As principais são as medidas de ganho genético e a análise das tendências genéticas, as quais podem ser mensuradas em um período definido. Em bovinos, por causa do longo intervalo de gerações, recomenda-se estimar a tendência genética por um período maior que 8 anos, o que caracterizaria, um mínimo de duas gerações avaliadas. Dessa maneira, habitualmente avaliam-se as tendências genéticas em um intervalo de 10 anos.

Observa-se nas Tabelas 1 e 2 (avaliações nos anos 2014 e 2018, respectivamente) a evolução fenotípica dos últimos cinco anos das principais características avaliadas no programa de melhoramento da raça Holandesa do estado do Paraná, assim como o número de animais e rebanhos avaliados. Ainda, nas mesmas tabelas é possível verificar as herdabilidades para as características de produção de leite, gordura, proteína e pontuação final. Destaca-se que os coeficientes de herdabilidade apresentados, em ambas as tabelas, estão de acordo com os obtidos por Campos et al. (2015) as well as milk yield (MY, em um estudo que desenvolveram com a mesma raça, utilizando informações de rebanhos de diversos estados do Brasil.

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados de rebanhos, número de vacas, médias e estimativas de herdabilidades das características de produção de leite, gordura, proteína e pontuação final, da avaliação genética na raça Holandesa do estado do Paraná, no ano de 2014

Características	N° de Rebanhos	N° de Vacas	Média ± D.P.*	Herdabilidade
Leite (kg)	1480	105986	7735,95 ± 1884,32	0,20
Gordura (kg)	1480	105935	256,91 ± 58,12	0,17
Proteína (kg)	1196	91249	250,88 ± 51,88	0,19
Pontuação final (escore)	247	9420	81,50 ± 16,50	0,22

Nota: *D.P. = desvio-padrão.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados de rebanhos, número de vacas, médias e estimativas de herdabilidades das características de produção de leite, gordura, proteína e pontuação final, da avaliação genética na raça Holandesa do estado do Paraná, no ano de 2018

Características	Nº de Rebanhos	Nº de Vacas	Média ± D.P.*	Herdabilidade
Leite (kg)	1092	149999	8099,27 ± 2089,02	0,25
Gordura (kg)	1092	149961	271,12 ± 61,33	0,25
Proteína (kg)	1196	149672	257,43 ± 49,38	0,21
Pontuação final (escore)	271	27040	81,53 ± 17,10	0,20

Nota: *D.P. = desvio-padrão.

Do início da avaliação genética de fêmeas em 2014 para a avaliação do ano de 2018, foram ajustados alguns aspectos nos moldes de análise; por exemplo, o ano inicial de coleta, que, antes era 1980, passou a ser 1990. Com isso, rebanhos muito antigos e que não faziam mais parte do quadro associativo foram desconsiderados na avaliação. Vale registrar que isso não impactou negativamente o número de animais avaliados, pois, como observado entre as Tabelas 1 e 2, houve aumento significativo no número de fêmeas em avaliação.

No que se refere aos aspectos fenotípicos, para as quatro principais características avaliadas, também houve aumento, conforme observado nas médias para leite, gordura, proteína e pontuação final. Pode-se credenciar parte desse aumento à evolução genética obtida (como confirmado mais adiante, na abordagem de tendências genéticas). Por fim, constatou-se incremento nos coeficientes de herdabilidade avaliados. Acredita-se que tal fato pode estar relacionado, principalmente, a uma diminuição da variabilidade ambiental, nos rebanhos paranaenses, principalmente após a exclusão de rebanhos muito antigos do conjunto de dados.

A título de demonstração, As Tabelas 3 e 4 apresentam as estimativas de valores genéticos (em capacidade prevista de transmissão – PTA) e acurácias dos três animais mais bem classificados para cada uma das quatro características abordadas nesse quesito, avaliadas no *ranking* do sumário de vacas do estado do Paraná. Observa-se que, de acordo com a classificação dos animais, há uma diversificação de fêmeas geneticamente especializadas para cada uma das características avaliadas neste sumário, com exceção das características de leite e proteína que apresentam as mesmas vacas classificadas entre as primeiras do *ranking* de 2014. Esse fato pode estar relacionado à

alta correlação genética existente entre a produção de leite e proteína, como mencionam Pedrosa et al. (2015).

Tabela 3 – Classificação dos melhores animais para as características de produção de leite, gordura, proteína e pontuação final na avaliação genética de vacas da raça Holandesa do estado do Paraná do ano de 2014

Posição	Registro do animal	Nome do animal Leite (kg)	PTA*	CONF**
1	BX385977	HALLEY RODELA CANVAS 957	720,22	62%
2	BX412810	PRIMAVERIL ADA 1526	718,76	61%
3	BR1548918	C.J.H. PALOMA 586 CANVAS	701,58	60%
Gordura (kg)				
1	BX412459	HORIZONTE M. 10 GRAND TE	29,60	61%
2	BR1606099	BARTH LOHRA 1562	29,22	63%
3	BX412656	FINI O MAN HERINGA 9613	28,89	65%
Proteína (kg)				
1	BX385977	HALLEY RODELA CANVAS 957	22,17	61%
2	BX412810	PRIMAVERIL ADA 1526	21,98	60%
3	BX387485	STELLA P. S. JACKIE 2140	21,64	57%
Pontuação final (escore)				
1	BX403000	A.R.K. GOLDWYN ANA 1394 TE	1,14	67%
2	BB20448	SELVAVERDE MARIA 3592 TE	1,06	65%
3	BX391905	RHOELANDT 1128 L. L. HI M. G.	1,05	68%

Nota: *PTA = capacidade prevista de transmissão; **CONF = confiabilidade.

Tabela 4 – Classificação dos melhores animais para as características de produção de leite, gordura, proteína e pontuação final na avaliação genética de vacas da raça Holandesa do estado do Paraná do ano de 2018

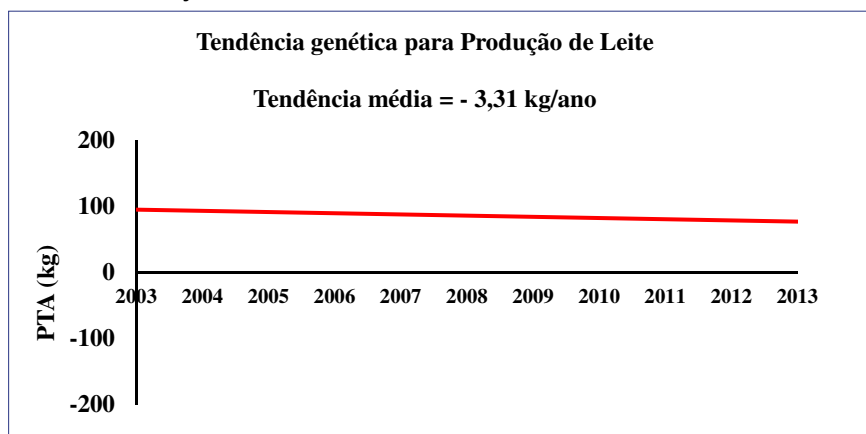
Posição	Registro do animal	Nome do animal Leite (kg)	PTA*	CONF**
1	BX502305	ANA THALEA DORACE 2789	964,53	65%
2	BX508298	HARM BERENDINA 3501	955,01	63%
3	BX476821	HARM WIERSMA 3309	951,29	63%
Gordura (kg)				
1	BX438662	WJ OPINIOSA 1905	42,55	61%
2	BR1647219	BARTH ESTEPA 1793	41,91	58%
3	BX465086	GRUNO NELLEKE 1374	41,89	59%
Proteína (kg)				
1	BX476988	BARREIRO KLASKE 51	28,40	59%
2	BX447393	VERBURG ROMJE 1359	27,33	58%
3	BX485610	VERBURG ROMJE 1555	26,84	59%
Pontuação final (escore)				
1	BX4499385	A.R.K. ATWOODMIEKE1862	1,32	61%
2	BX505135	FINI DOORMAN MAAIKE 5768	1,31	61%
3	BX429068	FINI ATWOOD HERINGA 1188	1,30	65%

Nota: *PTA = capacidade prevista de transmissão; **CONF = confiabilidade.

É possível observar que, para todas as características, os valores das PTAs aumentaram de 2014 para 2018. Sem dúvida, esse fato está relacionado à evolução genética apresentada nos últimos cinco anos de programa de melhoramento. Šafus e Přibyl (2005) comentam que os valores genéticos tendem a aumentar à medida que se verifica progresso genético é caracterizado em uma população avaliada em longo prazo. Assim, acredita-se que os rebanhos leiteiros paranaenses apresentam evolução das características em processo de seleção em termos genéticos.

Uma maneira bastante contundente e largamente utilizada para avaliar o progresso genético é a análise de gráficos de tendência genética. Conforme evidencia o Gráfico 1, a tendência genética no primeiro ano do programa de melhoramento da raça Holandesa para a característica de produção de leite era negativa, o que significa que o direcionamento da seleção genética para a referida característica não era promissor. Tal fato pode ser explicado pois a seleção, até aquele momento, era baseada apenas na escolha de touros, com informações genéticas de provas realizadas no exterior, o que nem sempre é eficaz, em razão de possíveis efeitos de interação entre genótipo e ambiente (MOREIRA et al., 2018). Adicionalmente, não havia naquela época predição de mérito genético de fêmeas, fato que limitava a seleção dentro dos rebanhos.

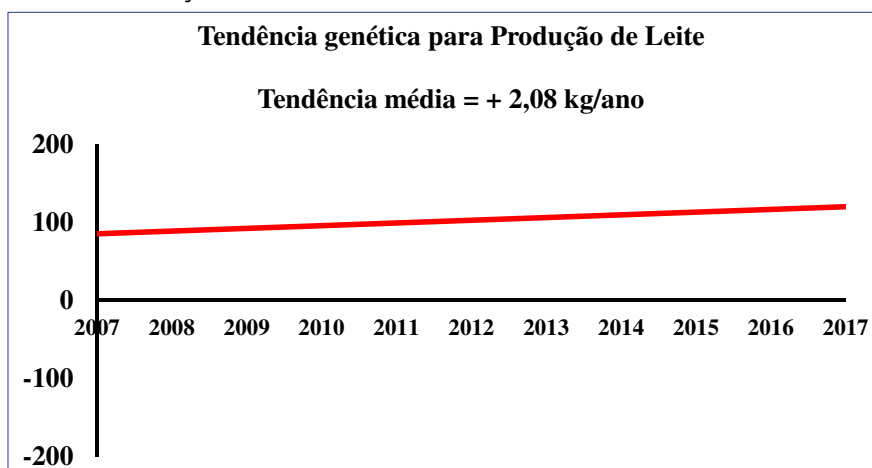
Gráfico 1 – Tendência genética para produção de leite na avaliação genética da raça Holandesa do estado do Paraná no ano de 2014



No entanto, observa-se no Gráfico 2 que, após cinco anos do estabelecimento do programa de avaliação genética, a tendência genética da

característica de produção de leite passou a ser positiva. Assim, espera-se que, ao longo do processo de melhoramento genético, os rebanhos leiteiros paranaenses mantenham tendência genética positiva e progressiva. Boligon et al. (2005) destacam a importância em monitorar as tendências genéticas de características de interesse econômico em rebanhos leiteiros. Os referidos autores mencionam que o acompanhamento genético dos rebanhos, via informações de tendências genéticas, é uma prática indispensável aos selecionadores, uma vez que, com base nas informações fornecidas por este acompanhamento é que são tomadas decisões relacionadas à seleção, necessárias para a continuidade do melhoramento genético dos rebanhos.

Gráfico 2 – Tendência genética para produção de leite na avaliação genética da raça Holandesa do estado do Paraná no ano de 2018



Outro avanço obtido ao longo da criação e do estabelecimento do programa de melhoramento genético da raça Holandesa no estado do Paraná foi a criação de um índice de seleção genética, no ano de 2016. O Índice de Seleção Genética do Paraná (ISG/PR) foi amplamente discutido e formulado em conjunto com o conselho técnico da APCBRH, o qual é composto por criadores, representantes das indústrias lácteas e pesquisadores de universidades. Tal índice foi estabelecido com vistas à composição equilibrada entre as características de interesse econômico e ao atendimento de demandas do mercado consumidor. Havia, ainda, o interesse de promover o progresso genético dos rebanhos leiteiros.

Os índices de seleção genética são utilizados no mundo inteiro para possibilitar ao criador a identificação dos animais que apresentam um melhor

equilíbrio entre as características avaliadas geneticamente nos rebanhos (MIGLIOR; MUIR; VAN DOORMAAL, 2005). Assim, é possível atribuir “pesos” para cada característica de acordo com sua importância econômica, ou conforme o direcionamento genético idealizado para uma maximização da lucratividade ao longo das gerações. As características que compõem o ISG/PR, bem como os pesos atribuídos a cada uma das características podem ser observados a seguir:

$$[20(PTAL) + 18(PTAP) + 12(PTAG) + 9(PTAT) + 6(CFL) + 3(CGAR) + 8(CPP) + 12(CSM) - 2(DEL) - 10(ECCS)] + 1000^*$$

PTAL = Habilidade Prevista para Leite (20%)

PTAP = Habilidade Prevista para Proteína (18%)

PTAG = Habilidade Prevista para Gordura (12%)

PTAT = Habilidade Prevista para Tipo (9%)

CFL = Composto de Força Leiteira (6%)

CGAR = Composto de Garupa (3%)

CPP = Composto de Pernas e Pés (8%)

CSM = Composto de Sistema Mamário (12%)

DEL = Dias em Lactação (-2%)

ECCS = Escore de células somáticas (-10%)

* O valor 1000 será utilizado para ajustar o componente do índice para a mudança periódica da base genética, permitindo uma comparação dos valores de ISG/PR ao longo dos anos.

Com isso, pode-se notar uma distribuição entre três grandes áreas, sendo 50% para características produtivas, 38% para características de conformação e 12% para características relacionadas a saúde e à fertilidade. Miglior, Muir e Van Doormaal (2005) ressaltam que, em virtude de sua versatilidade intrínseca, os índices empíricos de seleção podem ser constantemente modificados para que se faça o acompanhamento das mudanças nas exigências de mercado e nas demandas genéticas dos rebanhos.

PROJETOS FUTUROS DO PROGRAMA DE MELHORAMENTO DE BOVINOS LEITEIROS NO PARANÁ

O melhoramento animal foi tradicionalmente baseado em informações fenotípicas. A melhor predição linear não viesada (BLUP) combina registros individuais e de parentesco para estimar valores genéticos (VG). Esse tipo de avaliação foi conduzido mundialmente ao longo de muitos anos e norteou a seleção genética de reprodutores nos principais programas de melhoramento das mais diversas espécies, sendo utilizado em muitos países até o presente momento (MEUWISSEN; HAYES; GODDARD, 2016) the discovery of massive numbers of genetic markers (single nucleotide polymorphisms; SNPs. Porém, nos últimos anos, o número de criadores interessados nas ferramentas de seleção genética aumentou consideravelmente, o *pedigree* dos animais é rastreado com mais precisão, o número de características avaliadas cresceu com foco em qualidade e indicadores reprodutivos, os programas computacionais permitiram avaliar conjuntamente elevado número de informações e, associado a todos esses aspectos, houve significativo aumento da confiabilidade da informação genética atribuída aos reprodutores.

Desde os anos 2000, os avanços na genética molecular mantiveram a promessa de que a informação ao nível do DNA conduziria a uma melhoria genética maior do que aquela obtida por intermédio de apenas registros fenotípicos. Isso resultou na pesquisa de Seleção Assistida por Marcadores (MAS), a qual foi entendida por alguns anos como o futuro da seleção de indivíduos superiores. No entanto, por causa da baixa acurácia dos estudos de mapeamento de QTL (regiões do DNA ligadas a características de interesse econômico), verificou-se a necessidade de um conhecimento maior a respeito das informações contidas no genoma. Em estudos de análise de associação genômica ampla (GWAS), o número dos testes é igual ao número de SNPs (marcadores moleculares) genotipados, que representa milhares de informações genéticas, relacionadas às características de interesse na pecuária atual (FERNANDO; GROSSMAN, 1989).

Atualmente, muito se tem falado sobre a genômica e os benefícios que essa nova ferramenta poderá trazer ao processo de seleção nos rebanhos de bovinos leiteiros. No entanto, assim como toda nova tecnologia, ainda há grande desconhecimento e até mesmo desconfiança sobre como a genômica

funciona e como poderá acelerar o ganho genético nos rebanhos brasileiros. Em linhas gerais, a seleção genômica começou a ser desenvolvida após os promissores resultados obtidos nos estudos com marcadores moleculares (HAYES et al., 2009) or haplotypes of these markers, across the entire genome, thereby potentially capturing all the quantitative trait loci (QTL). Os ditos marcadores moleculares são diferenciações existentes nas moléculas de DNA e podem estar associadas a características de interesse econômico. Antes do advento da genômica, era possível identificar esses animais superiores somente por meio das informações de *pedigree* + fenótipo, o que tornava a confiabilidade dessa informação bastante dependente do número de indivíduos relacionados (parentes). Ao agregar as informações de marcadores moleculares ao *pedigree* + fenótipo, aumentaram-se as possibilidades de elevação das acurácias das estimativas de valores genéticos, diminuindo os riscos de uma potencial seleção errônea (GODDARD, 2009).

Comercialmente, a seleção genômica ganhou destaque inicialmente em bovinos leiteiros em países como Canadá e Estados Unidos. O ano de 2009 foi um marco mundial para a pecuária, pois foi nesse ano que os primeiros resultados de avaliações genômicas para bovinos foram divulgados (DOORMAAL et al., 2009; WIGGANS et al., 2008). Desde então, o número de animais genotipados e participantes de programas de seleção genômica cresceu vertiginosamente, e não mais somente para bovinos leiteiros, mas também para diversas espécies de interesse zootécnico.

Diante desse contexto, em ação conjunta, a APCBRH e a UEPG iniciaram um trabalho que visa validar as avaliações genômicas no cenário nacional. O trabalho terá como objetivo atender à demanda dos produtores de leite brasileiros por uma avaliação em que a população-referência seja criada em território brasileiro, com coleta de fenótipos e genealogia controlados pela APCBRH. Dessa forma, será possível antecipar a identificação do mérito genético individual de animais criados sob condições ambientais brasileiras mediante genotipagem de animais jovens com base referencial genômica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O programa de avaliação genética conduzido pela Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH) em parceria com a Universidade Estadual de Ponta Grossa gera, há mais de cinco anos, resultados do mérito genético individual de fêmeas, que vêm sendo

utilizados pelos criadores de bovinos leiteiros da raça Holandesa para seleção de animais melhoradores. Pôde-se notar significativa evolução genética dos rebanhos paranaenses após a implementação do programa de seleção para as mais importantes características de interesse econômico.

Por meio de monitoramento periódico e orientação técnica oferecida aos criadores participantes do programa de melhoramento genético da raça Holandesa, a APCBRH visa prestar assistência de maneira diferenciada aos associados, com foco no serviço de avaliação genética e, futuramente de avaliação genômica. Com isso, espera-se progresso genético constante da raça Holandesa, com reflexo positivo para a indústria láctea nacional.

REFERÊNCIAS

- AIKMAN, P. C.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E. Diet digestibility, rate of passage, and eating and rumination behavior of jersey and holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1103-1114, 2008.
- BOLIGON, A. A. et al. Herdabilidade e tendência genética para as produções de leite e de gordura em rebanhos da raça holandesa no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1512-1518, 2005.
- CAMPOS, R. V. et al. Genetic parameters for linear type traits and milk, fat, and protein production in holstein cows in Brazil. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 28, p. 476-84, 2015.
- DICKERSON, G. E. Implications of genetic-environmental interaction in animal breeding. **Animal Production**, v. 4, p. 47-63, 1962.
- DOORMAAL, B. et al. Canadian implementation of genomic evaluations. **Interbull Bulletin**, p. 214-2018, 2009.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 26 set. 2019.
- FERNANDO, R.; GROSSMAN, M. Marker assisted selection using best linear unbiased prediction. **Genetics Selection Evolution**, v. 21, p. 467, 1989.

GODDARD, M. Genomic selection: prediction of accuracy and maximisation of long term response. **Genetica**, v. 136, p. 245–257, 2009.

GROENEVELD, E. **PEST user's manual**. Institute of Animal Husbandry and Animal Behaviour, FAL, Germany, 1990.

GROENEVELD; E. **VCE User's guide and reference manual version 6.0**. 2010.

HAYES, B. J. et al. Invited review: genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 433-443, 2009.

HAZEL, L. N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v. 28, 1943.

HENDERSON, C. R. Selection index and expected genetic advance. **Statistical genetics and plant breeding**, v. 982, p. 141-163, 1963.

HINTZ, R. L.; VAN VLECK, L. D. Estimation of genetic trends from cow and sire evaluations. **Journal of Dairy Science**, v. 61, p. 607-613, 1978.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores IBGE - Estatística da produção pecuária**. 2016. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/pesquisas/abate-leite-couro-ovos_201603caderno_0.70926200%201514918416.pdf. Acesso em: 26 set. 2018.

JAMROZIK, J.; SCHAEFFER, L. R. Test-day somatic cell score, fat-to-protein ratio and milk yield as indicator traits for sub-clinical mastitis in dairy cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 129, p. 11-19, 2012.

MEUWISSEN, T.; HAYES, B.; GODDARD, M. Genomic selection: a paradigm shift in animal breeding. **Animal Frontiers**, v. 6, p. 6-14, 2016.

MIGLIOR, F. et al. A 100-Year review: identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 10251-10271, 2017.

MIGLIOR, F.; MUIR, B. L.; VAN DOORMAAL, B. J. Selection indices in holstein cattle of various countries. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 1255-1263, 2005.

MOREIRA, R. P. et al. Evaluation of genotype by environment interactions on milk production traits of holstein cows in Southern Brazil. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 459-466, 2018.

OLDENBROEK, K.; VAN DER WAAIJ, L. Animal breeding and genetics for BSc students. **Centre for Genetic Resources and Animal Breeding and Genomics Group**, Wageningen, 2014.

OLTENACU, P. A.; BROOM, D. M. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. **Animal Welfare**, v. 19, p. 39-49, 2010.

PEDROSA, V. B. et al. Genetic relationship between final score and production traits in brazilian holstein cattle. **Journal of Dairy Science**. Orlando, v. 98. p. 346, 2015.

ŠAFUS, P.; PŘIBYL, J. Comparison of long-term selection responses of breeding policy in dairy herds. **Czech Journal of Animal Science**, v. 50, p. 439-449, 2005.

WEIGEL, K. A.; PALMER, R. W.; CARAVIELLO, D. Z. Investigation of factors affecting voluntary and involuntary culling in expanding dairy herds in Wisconsin using survival analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 1482-1486, 2003.

WIGGANS, G. R. et al. Genomic evaluations in the United States and Canada: a collaboration. **ICAR Technical Series**, v. 13, p. 347-353, 2008.

NEOSPORA CANINUM NO GADO LEITEIRO

Jennifer Mayara Gasparina

Barbara Haline Buss Baiak

Raquel Abdallah da Rocha

INTRODUÇÃO

Neospora caninum é um protozoário relativamente novo, cujo ciclo foi descrito somente por volta de 1988 (OLIVEIRA-SEQUEIRA; AMARANTE, 2002). Sua importância se deve aos surtos de aborto em rebanhos, principalmente nos leiteiros (14,3%) (REICHEL et al., 2013). Desde 1990, *N. caninum* tem emergido como uma das principais causas de aborto em bovinos em todo o mundo, inclusive no Brasil (GENNARI, 2004). *Neospora caninum* também causa infecções clínicas em várias outras espécies animais (CERQUEIRA-CÉZAR; et al., 2017) como ovelhas (DUBEY et al., 1990), cabras (BARR et al., 1992) e cavalos (MARSH et al., 1996).

Inicialmente, *N. caninum* era confundido com *Toxoplasma gondii*. Posteriormente, verificou-se que ambos os parasitas são semelhantes apenas morfolologicamente, tendo sua biologia diferenciada. Uma diferença muito importante entre esses protozoários é a de que *N. caninum* não é uma zoonose; já *Toxoplasma* sp. sim (GENNARI, 2004) 1984.

Apesar da existência de muitos trabalhos publicados sobre *Neospora*, até o momento muitos trazem informações apenas sobre inquéritos sorológicos. O que se verifica em relação às manifestações clínicas são abortos ocorridos nos rebanhos, mas sem o diagnóstico correto de neosporose.

DESENVOLVIMENTO

A *Neospora caninum* é um protozoário intracelular e tem como hospedeiro definitivo os canídeos domésticos e selvagens (NICOLINO et al., 2015). Existe uma grande variedade de hospedeiros intermediários, entre eles estão: bovinos (*Bos taurus*), ovinos (*Ovis aires*), equinos (*Equus*

cabalus), bubalinos (*Bubalus bubalis*) e os cães (*Canis familiaris*) (DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA, 2007).

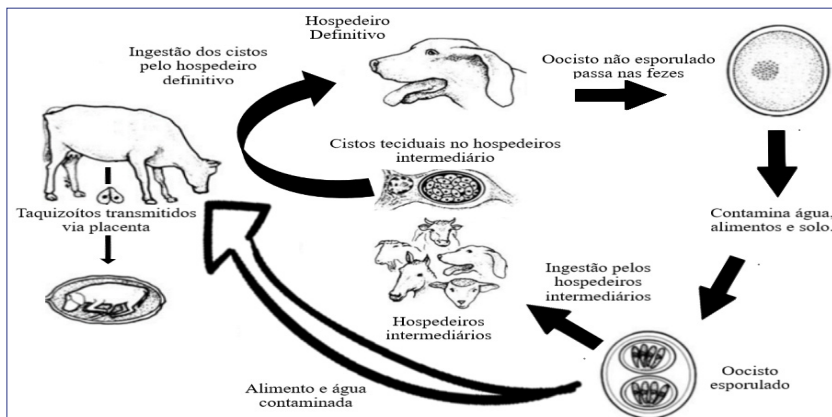
O primeiro relato de neosporose ocorreu na Noruega em 1984 em cães que apresentavam problemas neurológicos (BJERKAS; MOHN; PRESTHUS, 1984).we decomposed the oxygen isotope record into temperature and ice volume and found that the Antarctic ice sheet expanded episodically during the declining phase of the long-term (~400 kyr. Nessa época, sabia-se que o parasita formava cistos teciduais os quais induziam a doenças congênitas e abortos. Em 1989, foi identificado um dos primeiros surtos de abortos associado a *N. caninum* em um rebanho de bovinos leiteiros no Novo México, Estados Unidos (THILSTED; DUBEY, 1989). Desde então, é considerada uma das principais doenças que causam impacto econômico negativo nos rebanhos bovinos (REICHEL et al., 2013), em razão das falhas econômicas e reprodutivas, aborto e natimortos (MARUGAN-HERNANDEZ, 2017).

Ciclo de vida

O ciclo de vida do parasita em foco neste estudo se divide em três fases infecciosas: (1) taquizoítas, (2) bradizoítas e (3) oocistos. Os taquizoítas e bradizoítas (cistos teciduais) são encontrados no hospedeiro intermediário e definitivo. Os carnívoros provavelmente se infectam ingerindo os cistos teciduais (bradizoítas) de hospedeiros intermediários e eliminam os oocistos não esporulados nas fezes. No ambiente, aproximadamente 24 horas após sua eliminação, torna-se oocisto esporulado, sendo esta a forma infectante. Os herbívoros se infectam ingerindo alimentos e água contaminados com oocisto esporulado e podem ainda contaminar o feto através da infecção transplacentária, quando os taquizoítas atingem o feto (Figura 1).

Os taquizoítas apresentam divisão rápida e podem infectar várias células, incluindo células neurais, células endoteliais vasculares, miócitos, hepatócitos, células renais, macrófagos alveolares e trofoblasto da placenta, gerando necrose nos tecidos afetados. Em vacas gestantes, podem atingir placentoma, causando aborto (DUBEY et al., 2002). Já os bradizoítas, em estágios encistados, normalmente encontrados na musculatura e no sistema nervoso central, têm replicação lenta, quadro encontrado quando a infecção atinge um caráter crônico.

Figura 1 – Ciclo de vida do protozoário *Neospora caninum* contamina água, alimentos e solo



Fonte: DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA (2007)

Transmissão da infecção

A *N. caninum* pode ser transmitida horizontalmente pela ingestão de tecidos infectados contendo taquizoítas ou cistos teciduais, ou pela ingestão de alimentos e água contaminados pelos oocistos esporulados (DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA, 2007). Outra forma de transmissão se dá verticalmente de uma mãe infectada para o feto durante a gestação (transmissão exógena), ou o animal pode nascer assintomático mantendo o parasita em seu tecido, de tal forma que, durante a gestação pode transmitir o parasita para o feto (transmissão endógena) (TREES; WILLIAMS, 2005). Os bovinos são infectados horizontalmente e verticalmente (MACEDO et al., 2013). A transmissão do parasita de forma vertical para a prole pode ser altamente eficiente, atingindo taxas de 75% a 100% (REICHEL et al., 2013).

A transmissão vertical (transplacentária endógena) pode levar ao aborto, mas em muitos casos nasce um bezerro saudável e congenitamente infectado (SCHARES et al., 1998). De acordo com alguns relatos, as taxas de infecção congênita apresentam variações de 40,7% (PAN et al., 2004), 44,0% (BERGERON et al., 2000), 63,7% (ROMERO; PÉREZ; FRANKENA, 2004), 73,0% (DIJKSTRA et al., 2003), 81,0% (PARE; THURMOND; HIETALA, 1996), 85,0% (BJORKAM et al., 2003), 93,0% (SCHARES et al., 1998) e 95,0% (DAVISON et al., 1996). Os animais podem permanecer infectados por toda a vida (TREES et al., 1999) e transmitir a infecção

para os fetos em várias gestações consecutivas (FIORETTI et al., 2003) ou intermitentes (GUY et al., 2001).

Romero et al. (2002) determinaram a soroprevalência da neosporose relacionada aos fatores ambientais e de manejo em 25 rebanhos leiteiros. Os autores verificaram que animais nascidos de mães com seis ou mais partos tiveram uma probabilidade diminuída de serem soropositivos. Em outro estudo também com investigação sorológica, desenvolvido com 21 rebanhos leiteiros, Dijkstra et al. (2003) verificaram que as mães soropositivas tiveram, em média, 73% (363/500) de filhos soropositivos. A porcentagem de descendentes infectados congenitamente foi de 80% no primeiro parto, 71% no segundo, 67% no terceiro e 66% acima do terceiro parto. Isso pode ser explicado pelo aumento da imunidade humoral e celular em vacas com infecção crônica (ANDERSON; ANDRIANARIVO; CONRAD, 2000; HEMPHILL et al., 2000). A infecção é dita crônica quando se assume persistência por toda a vida, embora possa existir uma flutuação nas respostas imunes podendo levar a conversão ocasional do quadro (DUBEY; SCHARES, 2006).

Alguns relatos indicam que a infecção pós-natal é baixa e que a transmissão vertical é a maior rota de infecção em bovinos (DAVISON; OTTER; TREES, 1999). Em alguns trabalhos a transmissão vertical apresentou uma variação de 72% a 93% (SCHARES et al., 1998). Outros trabalhos demonstram taxas de transmissão pós-natal relativamente baixas, geralmente inferiores a 10 casos em 100 vacas por ano (HIETALA; THURMOND, 1999; HALL et al., 2005). French et al. (1999) trabalharam com modelagem matemática avaliando a transmissão e o controle da infecção por *Neospora* em bovinos leiteiros usando modelos determinísticos e estocásticos através de estudos realizados no Reino Unido e pela literatura da área. Os autores demonstraram que é necessário existir a transmissão horizontal e pós-natal para que a neosporose seja mantida no rebanho.

Diagnóstico

É possível identificar anticorpos de *Neospora* no soro sanguíneo, assim como em amostras de leite (SHARES; BARWALD; CONRATHS, 2005), porém, o diagnóstico decisivo deve ser baseado em antígenos e ácidos nucleicos encontrados em tecidos (CAMILLO et al., 2011).

O diagnóstico dos animais infectados por *N. caninum* pode ser realizado pelo exame *post-mortem*, por meio de histologia dos tecidos, histopatologia e imuno-histoquímica (HEMPHILL et al., 2000). A imuno-histoquímica utilizando anticorpos para *Neospora* é um método eficaz de identificar o parasita tanto no cisto tecidual quanto no estágio de taquizoíta em tecidos fetais. A reação de cadeia da polimerase (PCR) também tem sido usada para a detecção de protozoários em tecidos e fluídos corporais de indivíduos infectados (HEMPHILL et al., 2000).

Os testes sorológicos também são utilizados para identificar a *N. caninum*; atualmente os testes mais utilizados são: teste de imunofloreescência (IFAT), imunoenzimático (ELISA) e teste de aglutinação (DAT). Uma IFAT positiva indica a infecção, mas não confirma que o aborto foi causado por *Neospora* (ANDERSON; ANDRIANARIVO; CONRAD, 2000). As infecções congênitas em bezerros são detectáveis por ambos os testes (BARR et al., 1991; PACKHAM et al., 1998).

Impacto nos rebanhos leiteiros

Nos rebanhos leiteiros a *N. caninum* é a causa mais comum do aborto bovino entre o 5º e 7º mês de gestação (DUBEY; BUXTON; WOUDA, 2006). Cerca de 20% dos abortos que ocorrem no Brasil, Holanda e Estados Unidos estão associados à neosporose (DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA, 2007). As perdas econômicas relacionadas ao aborto em rebanhos leiteiros de diversos países avaliados chegaram a 843 milhões de dólares (REICHEL et al., 2013). As perdas ainda podem estar associadas aos custos dos tratamentos de infecções uterinas, retenção de placenta, diagnósticos, possíveis decréscimos na produção de leite e descarte de animais (DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA, 2007).

Em estudo conduzido na Flórida com 700 vacas da raça Holandesa, Hernandez, Risco e Donovan (2001) verificaram que os animais soropositivos, identificados por amostras de soro sanguíneo, apresentaram uma redução na produção de leite de 3% a 4%. Esse valor equivaleu a 1,27 kg de leite a menos por dia quando comparado com os animais soronegativos. Romero et al. (2005), em estudo conduzido na Costa Rica, coletaram amostras de sangue de 2.743 animais de 94 fazendas. Os autores encontraram 1.185 (43,3%) de animais soropositivos; e das 94 fazendas avaliadas, 94,7% tinham pelo menos três animais soropositivos. Esses autores constataram que os animais

soronegativos produziram 84,7 litros de leite em 305 dias de lactação a mais do que os animais soropositivos.

É evidente que a neosporose, além de causar perdas reprodutivas, é responsável por perdas produtivas dos animais em lactação. A queda na produção de leite não prejudica apenas o produtor, mas também a indústria coletora (MARUGAN-HERNANDEZ, 2017) e o consumidor, o qual pode ser afetado pelos aumentos de preços, por exemplo.

Controle e prevenção

Nos últimos anos, medidas de controle vêm sendo discutidas na tentativa de se reduzir o impacto da neosporose nos rebanhos bovinos. A identificação dos animais infectados mediante testes sorológicos ou histórico de abortos apresentou uma alta eficiência na prevenção da transmissão vertical e deu origem ao “teste de descarte” (HALL; REICHEL; ELLIS, 2005b). Tendo-se o conhecimento de quais são esses animais, o controle pode ser direcionado em descartar as vacas infectadas (soropositivas).

Baillargeon et al. (2001) verificaram que a transferência de embrião de mães soropositivas para receptoras não infectadas (soronegativas) pode prevenir a transmissão transplacentária endógena de *N. caninum*. Lançando mão desses conhecimentos, a adoção de um manejo reprodutivo adequado pode reduzir as perdas econômicas advindas da neosporose em rebanhos bovinos (DUBEY; SCHARES; ORTEGA-MORA, 2007).

O uso de vacinas contra a neosporose seria um marco para a redução dos índices de perdas reprodutivas nos bovinos pela neosporose. Estudos experimentais vêm sendo conduzidos para avaliar a eficácia da vacinação na prevenção de *N. caninum*. Uma vacina contra *N. caninum* (Neoguard® MSD Animal Health) que foi lançada continha taquizoítas inativos e, apesar de segura, foi retirada do mercado por não obter resposta imunológica adequada dos animais vacinados (WESTON et al., 2012; MARUGAN-HERNANDEZ, 2017).

A identificação de animais soronegativos e a sua manutenção nos rebanhos bovinos têm sido apontadas como uma medida de controle de bastante sucesso (MARUGAN-HERNANDEZ, 2017). Obviamente, as práticas de manejo também devem ser adotadas rotineiramente nas propriedades, dentre

elas, destaca-se o controle dos cães, os quais atuam para a permanência do protozoário no rebanho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A neosporose acomete rebanhos leiteiros no Brasil e no mundo. Perdas significativas são computadas todos os anos em decorrência de prejuízos ocasionados pela doença, que muitas vezes passa despercebida pelo produtor ou sem o correto diagnóstico.

Testes que indiquem a soroprevalência no rebanho são de suma importância, permitindo descartar os animais positivos, a fim de reduzir a ocorrência de problemas com esse parasita.

O cuidado com os cães nas propriedades também é um aspecto que demanda atenção. Muitas vezes, é difícil impedir que esses animais circulem pela propriedade. Alimentá-los com ração e água potável pode evitar que se aguce seu instinto de caça, evitando assim, o hábito de ingerir carcaças e/ou restos de placenta encontrados pelo pasto.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. L.; ANDRIANARIVO, A. G.; CONRAD, P. A. *Neosporosis* in cattle. **Animal reproduction Science**, v. 60-61, p. 417-431, 2000.

BAILLARGEON, P. et al. Evaluation of the embryo transfer procedure proposed by the International Embryo Transfer Society as a method of controlling vertical transmission of *Neospora caninum* in cattle. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 218, p. 6-9, 2001.

BARR, B. C. et al. *Neospora*-like encephalomyelitis in a calf: pathology, ultrastructure, and immunoreactivity. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 46, p. 39-46, 1991.

BARR, B. C. et al. *Neospora*-like protozoa infections associated with abortion in goats. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 367, p. 365-367, 1992.

BERGERON, N. et al. Vertical and horizontal transmission of *Neospora caninum* in dairy herds in Québec. **Canadian Veterinary Journal**, v. 41, p. 464-469, 2000.

BJERKAS, I.; MOHN, S. F.; PRESTHUS, J. Unidentified cyst-forming Sporozoon causing encephalomyelitis and myositis in dogs.

Zeitschrift fur Parasitenkunde Parasitology Research, v. 70, p. 272-274, 1984.

BJORKAM, C. et al. Application of the *Neospora caninum* IgG avidity ELISA in assessment of chronic reproductive losses after an outbreak of neosporosis in a herd of beef cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 7, p. 3-7, 2003.

CAMILLO, G. et al. Detecção de anticorpos anti-*Neospora caninum* em amostras individuais e coletivas de leite de bovinos pela reação de imunofluorescência indireta. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, p. 482-486, 2011.

CERQUEIRA-CÉZAR, C. K. et al. All about neosporosis in Brazil. **Brazilian Journal of Veterinary Parasitology**, v. 26, p. 253-279, 2017.

DAVISON, H. C. et al. Herd-specific and age-specific seroprevalence of *Neospora caninum* in 14 British dairy herds. **Veterinary Record**, v. 144, p. 547-550, 1996.

DAVISON, H. C.; OTTER, A.; TREES, A. J. Estimation of vertical and horizontal transmission parameters of *Neospora caninum* infections in dairy cattle. **International Journal for Parasitology**, v. 29, p. 1683-1689, 1999.

DIJKSTRA, T. et al. Evaluation of a single serological screening of dairy herds for *Neospora caninum* antibodies. **Veterinary Parasitology**, v. 110, p. 161-169, 2003.

DUBEY, J. P. et al. Fatal congenital *Neospora caninum* infection in a lamb. **The Journal of Parasitology**, v. 76, p. 127-130, 1990.

DUBEY, J. P. et al. Redescription of *Neospora caninum* and its differentiation from related coccidia. **International Journal of Parasitology**, v. 32, p. 929-946, 2002.

DUBEY, J. P.; BUXTON, D.; WOUDA, W. Pathogenesis of Bovine Neosporosis. **Journal of Comparative Pathology**, v. 134, p. 267-289, 2006.

DUBEY, J. P.; SCHARES, G. Diagnosis of bovine neosporosis.

Veterinary Parasitology, v. 140, p. 1-34, 2006.

DUBEY, J. P.; SCHARES, G.; ORTEGA-MORA, L. M. Epidemiology

and control of neosporosis and *Neospora caninum*. **Clinical**

Microbiology Reviews, 2007.

FIORETTI, D. P. et al. *Neospora caninum* infection and congenital transmission: serological and parasitological study of cows up to the fourth gestation. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 404, p. 399-404, 2003.

FRENCH, N. P. et al. Mathematical models of *Neospora caninum* infection in dairy cattle: transmission and options for control.

International Journal for Parasitology, v. 29, p. 1691-1704, 1999.

GENNARI, S. M. *Neospora caninum* no Brasil: situação atual da pesquisa. **Revista Brasileira Parasitologia Veterinária**, v. 13, p. 23-28, 2004.

GUY, C. S. et al. *Neospora caninum* in persistently infected, pregnant cows: spontaneous transplacental infection is associated with an acute increase in maternal antibody. **Veterinary Record**, v. 149, p. 443-449, 2001.

HEMPHILL, E. A. et al. A European perspective on *Neospora caninum*.

International Journal for Parasitology, v. 30, p. 977-924, 2000.

HALL, C. A.; REICHEL, M. P.; ELLIS, J. T. *Neospora* abortions in dairy

cattle: diagnosis, mode of transmission and control. **Veterinary**

Parasitology, v. 128, p. 231-241, 2005.

HALL, C. A.; REICHEL, M. P.; ELLIS, J. T. *Neospora caninum*, options for control downunder. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE

WORLD ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF VETERINARY PARASITOLOGY, 20, 2005. **Proceedings...** Christchurch, 2005, p. 204.

HERNANDEZ, J.; RISCO, C.; DONOVAN, A. Association between exposure to *Neospora caninum* and milk production in dairy. **Journal of Animal Veterinary Medicine Association**, v. 219, p. 632-635, 2001.

- HIETALA, S. K.; THURMOND, M. C. Postnatal *Neospora caninum* transmission and transient serologic responses in two dairies. **International Journal of Parasitology**, v. 29, p. 1669-1676, 1999.
- MACEDO, C. A. et al. *Neospora caninum*: evaluation of vertical transmission in slaughtered dairy cows (*Bos taurus*). **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 22, p. 13-17, 2013.
- MARSH, A. et al. Neosporosis as a cause of equine protozoal myeloencephalitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 209, p. 1907-1913, 1996.
- MARUGAN-HERNANDEZ, V. *Neospora caninum* and bovine neosporosis: current vaccine research. **Journal Comparative Pathology**, v. 157, p. 193-200, 2017.
- NICOLINO, R. R. et al. Estimating the abortion risk difference in *Neospora caninum* seropositive dairy cattle in Brazil. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1629-1633, 2015.
- OLIVEIRA-SEQUEIRA, T. C.; AMARANTE, A. F. T. **Parasitologia animal**: animais de produção. Pubvet, 2002.
- PACKHAM, A. E. et al. A modified agglutination test for *Neospora caninum*: development, optimization, and comparison to the indirect fluorescent-antibody test and enzyme-linked immunosorbent assay. **Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology**, v. 5, p. 467-473, 1998.
- PAN, Y. et al. Genetic susceptibility to *Neospora caninum* infection in holstein cattle in Ontario. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 3967-3975, 2004.
- PARE, J.; THURMOND, M. C.; HIETALA, S. K. Congenital *Neospora caninum* infection in dairy cattle and associated calfhood mortality. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 60, p. 133-139, 1996.
- REICHEL, M. P. et al. What is the global economic impact of *Neospora caninum* in cattle: the billion dollar question. **International Journal for Parasitology**, v. 43, p. 133-142, 2013.

ROMERO, J. J. et al. Factors associated with *Neospora caninum* serostatus in cattle of 20 specialised Costa Rican dairy herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 53, p. 263-273, 2002.

ROMERO, J. J. et al. Effect of neosporosis on productive and reproductive performance of dairy cattle in Costa Rica. **Theriogenology**, v. 64, p. 1928-1939, 2005.

ROMERO, J. J.; PÉREZ, E.; FRANKENA, K. Effect of a killed whole *Neospora caninum* tachyzoite vaccine on the crude abortion rate of Costa Rican dairy cows under field conditions. **Veterinary Parasitology**, v. 123, p. 149-159, 2004.

SCHARES, G. et al. The efficiency of vertical transmission of *Neospora caninum* in dairy cattle analysed by serological techniques. **Veterinary Parasitology**, v. 80, p. 97-98, 1998.

SHARES, G.; BARWALD, A.; CONRATHS, F. J. Adaptation of a surface antigen-based ELISA for the detection of antibodies against *Neospora caninum* in bovine milk. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 48, p. 45-48, 2005.

THILSTED, J. P.; DUBEY, J. P. Neosporosis-like abortions in a herd of dairy cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v. 1, p. 205-209, 1989.

TREES, A. J. et al. Towards evaluating the economic impact of bovine neosporosis. **International Journal of Parasitology**, v. 29, p. 1195-1200, 1999.

TREES, A. J.; WILLIAMS, D. J. L. Endogenous and exogenous transplacental infection in *Neospora caninum* and *Toxoplasma gondii*. **Trends in Parasitology**, v. 21, p. 558-561, 2005.

WESTON, J. F.; HEUER, C.; WILLIAMSON, N. B. Efficacy of a *Neospora caninum* killed tachyzoite vaccine in preventing abortion and vertical transmission in dairy cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 103, p. 136-144, 2012.

PARTE 2

DESAFIOS NO PERÍODO SECO E DE TRANSIÇÃO DA VACA PARA UMA BOA LACTAÇÃO

Rodrigo de Almeida
Guilherme Fernando Mattos Leão
Eloize Jaqueline Askel

INTRODUÇÃO

O período seco e o período de transição são considerados momentos de alta relevância para as vacas leiteiras, uma vez que são marcados por intensas mudanças metabólicas e hormonais que têm impacto sobre toda a lactação. Nesse estágio, há renovação do epitélio mamário, com alterações metabólicas, fisiológicas e anatômicas. Essas mudanças aumentam a ocorrência de diversas enfermidades que, além de prejudicar a eficiência produtiva da futura lactação, reduzem o desempenho reprodutivo e aumentam a taxa de descarte. A capacidade da vaca em consumir energia e proteína suficientes durante esse período é um dos pontos-chave para o sucesso ou a falha da lactação. A adaptação da vaca ao balanço energético negativo (BEN) no início da lactação proporciona saúde e produtividade; já uma baixa adaptação pode ter como consequência múltiplos problemas, incluindo os clínicos e a diminuição da produção leiteira.

Tendo em vista esse quadro, o objetivo desta revisão é apresentar as principais estratégias nutricionais e de manejo durante o período de transição para que se obtenha sucesso na lactação.

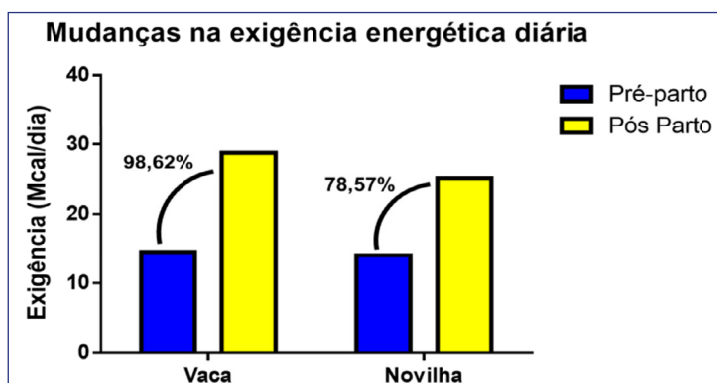
CARACTERIZAÇÃO DO PERÍODO SECO E PERÍODO DE TRANSIÇÃO

O período seco é caracterizado quando o animal tem sua lactação interrompida, geralmente 60 dias antes da data prevista do novo parto. Já o período de transição caracteriza-se pelas três semanas anteriores e as três semanas seguintes ao parto, sendo considerada a fase de maior desafio para as vacas leiteiras (DRACKLEY, 1999). Ademais, a literatura é unânime

em registrar que nesse período há maior incidência de doenças, que são facilitadas pela intensa variação hormonal e metabólica, o que resulta em diminuição da capacidade imune do animal (BURKE et al., 2010; ROCHE et al., 2013). Essas alterações são decorrentes, primeiramente, da depressão no consumo de matéria seca (MS) em todo o período de transição (NRC, 2001). Esta redução, tipicamente na ordem de 30%, se deve a mecanismos predominantes físicos no pré-parto e, no pós-parto imediato, a mecanismos químicos (teoria da oxidação hepática – HOT), devido ao aumento da oxidação de ácidos graxos não esterificados (AGNE) e de propionato (ALLEN; BRADFORD; OBA, 2009).

Este consumo alimentar deprimido, aliado com a alta demanda energética para a produção leiteira acaba predispondo o animal à ocorrência do BEN. Segundo o NRC (2001), do ponto de vista energético, há um dramático aumento na exigência em razão, principalmente, da alta necessidade energética para a produção de colostro e leite (Figura 1). Com relação à proteína, observa-se também um balanço negativo, uma vez que o consumo é menor que a demanda metabólica por aminoácidos glicogênicos como precursores na gliconeogênese. Proteínas de fase aguda, em especial a haptoglobina, também têm suas concentrações aumentadas no referido período, como condição inflamatória do periparto (BELL; BURHANS; OVERTON, 2000).

Figura 1 – Mudança energética durante o período de transição de vacas e novilhas



Fonte: Adaptado de NRC (2001)

Além disto, através de mecanismos homeorréticos, ocorrem alterações que visam aumentar o aporte de glicose para a glândula mamária. Entre essas

alterações está a elevação dos níveis de cortisol e do hormônio do crescimento (GH), associada com o estabelecimento do quadro de resistência à insulina; porém, em contraste, ainda pode-se observar baixas concentrações do fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I), insulina, glicose e cálcio sérico (DRACKLEY, 1999).

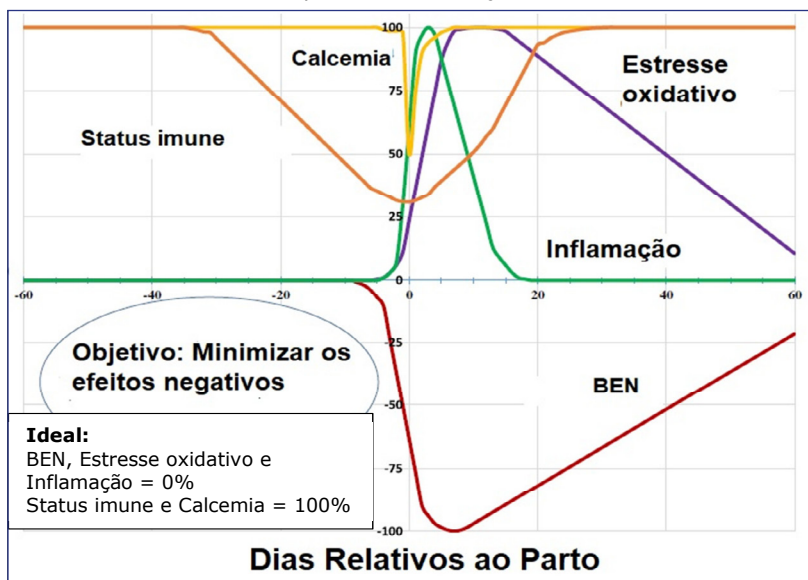
Esse quadro, por conseguinte, desencadeia a lipólise, que acaba aumentando a quantidade dos níveis séricos de AGNE e de β -hidroxibutirato (BHB), além do aumento de triglicerídeos armazenados no tecido hepático. Vale ressaltar ainda que, dependendo do grau de produção desses metabólitos, há ainda a limitação na exportação de triglicerídeos via lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL) (DRACKLEY, 1999). Somado a isso, há o aumento do estresse oxidativo, como consequência direta do aumento da produção de espécies reativas ao oxigênio (ROS) e redução das substâncias antioxidantes do organismo, em especial a enzima glutationa peroxidase (ROCHE et al., 2013).

Como consequência de tal quadro metabólico, a capacidade imune é impactada diretamente. Por exemplo, o alto nível de cortisol acarreta redução das moléculas de adesão. Os AGNE e o BHB elevados aumentam a toxicidade sobre as células do sistema imune, além de alteração em suas membranas. E a intensa lipomobilização, ou seja, grande perda de escore de condição corporal (ECC), eleva o estresse oxidativo, que resulta em aumento da condição inflamatória, podendo ser crônica, com altos níveis de proteínas pró-inflamatórias (SORDILLO, 2016; TREVISI; MINUTI, 2018).

Além do aumento da demanda por energia líquida para lactação e proteína metabolizável no periparto (BELL, 1995), a demanda de cálcio é de 4 a 5 vezes maior do que a concentração sérica de cálcio (Ca) para a produção de colostro, assumindo concentrações entre 1,7 g a 2,3 g de cálcio por kg de colostro e 3 g de cálcio no *pool* sanguíneo, segundo Goff, Sánchez e Horst (2005), para uma produção de 6 kg a 8 kg de colostro. Tal demanda de cálcio reflete em quedas súbitas na concentração sérica de cálcio e em quadros de hipocalcemia clínica ou subclínica.

A sumarização de tais eventos no período de transição é esquematizada na Figura 2.

Figura 2 – Sumarização das principais alterações que ocorrem ao longo do período de transição



Fonte: Adaptado de TREVISI e MINUTI (2018)

DIETAS PRÉ-PARTO – ENERGIA

Por várias décadas recomendou-se aumentar a inclusão de concentrado (grãos) às dietas de vacas leiteiras durante o período pré-parto. Basicamente, o que fundamentava essa estratégia alimentar era a ideia de adaptar a microbiota do rúmen às dietas com mais grãos que tipicamente são fornecidas às vacas após o parto. Seguindo esta prática, também acreditava-se que desta forma, vacas recém-paridas estariam menos propensas à acidose ruminal. Além disso, nas décadas seguintes, outras razões foram acrescidas a essas para reforçar o emprego de tais dietas “mais quentes” no pré-parto: incremento na ingestão de matéria seca (IMS); maior disponibilidade de propionato para dar suporte à gliconeogênese; diminuição na mobilização de gordura do tecido adiposo; e aumento das papilas ruminais para incrementar a absorção de ácidos graxos de cadeia curta do rúmen. Entretanto, na atualidade, muitos pesquisadores e nutricionistas estão deixando de recomendar essas dietas com moderadas inclusões de concentrado durante o pré-parto porque pesquisas e experiência prática nos últimos 15 anos têm deixado de dar suporte a estas dietas.

Um resumo de 10 estudos que examinaram o efeito da diminuição na relação forragem:concentrado (aumento da fração de carboidratos não fibrosos – CNF) em dietas pré-parto é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Efeitos do aumento das concentrações de carboidratos não fibrosos (CNF) das dietas pré-parto na ingestão de matéria-seca (IMS) pré e pós-parto e na produção de leite

Estudo	%CNF Baixo/Alto	Mudança na IMS no pré-parto, kg/d	Mudança na IMS no pós- parto, kg/d	Mudança na produção de leite, kg/d
Minor et al., 1998	35/44	+1,9	NR	NR
Mashek e Beede, 2000	35/38	NR	NR	NS
Keady et al., 2001	13/28	+1,7	NS	NS
Holcomb et al., 2001	25/30	+3,4	NS	NS
Doepel et al., 2001	24/30	NS	NS	NS
Rabelo et al., 2003 e 2005	38/45	+1,7	NS	NS
Smith et al., 2005	34/40	NS	NS	NS
Kamiya et al., 2006	28/33	+1,7	NS	NS
Guo et al., 2007	26/39	+2,6	NR	NR
Roche et al., 2010	13/32	NR	NR	NS

NR – não relatado; **NS** – não significativo ($P>0,05$)

Fonte: Adaptado de Grummer e Ordway (2011)

Em 6 dos 8 estudos em que a ingestão de matéria-seca (IMS) foi mensurada, observou-se aumento significativo do consumo pré-parto quando a %CNF foi incrementada. No entanto, esses dados suscitam a seguinte pergunta óbvia: Esse aumento do consumo pré-parto foi relevante, ou seja, proporcionou algum benefício na saúde e na produtividade das vacas no período pós-parto? Os dados da Tabela 1 indicam que não há consequências favoráveis do aumento da densidade energética das dietas pré-parto no consumo de MS pós-parto e na produção de leite. Outro ponto importante, quando comparadas dietas mais energéticas (1,59 Mcal/kg de MS) com dietas controle (1,30 Mcal/kg de MS) durante o período seco, a dieta com maior nível de energia ocasionou maiores concentrações de AGNE e BHB no pós-parto imediato (DANN et al., 2006).

Outro questionamento que emerge de tais considerações é: Por que a prática de adensar energeticamente as dietas no pré-parto, que já foi considerada tão importante ao bom desempenho de vacas no período de transição, é agora vista como secundária ou não essencial? Entre as várias razões possíveis,

certamente uma delas é a ferramenta da dieta total misturada (TMR). Essa prática de manejo permite que pequenas quantidades de concentrado sejam consumidas ao longo do dia. Este fato, associado ao aumento gradual no consumo alimentar após o parto, permite adequada adaptação às dietas mais energéticas fornecidas no pós-parto.

Outro ponto a ser enfatizado é que os requerimentos energéticos de vacas no período pré-parto podem ser atendidos com relativa facilidade, com uma grande variedade de dietas, como exemplificado na Tabela 2.

Tabela 2 – Concentrações energéticas de dietas pré-parto e respectivas ingestões de MS para que a meta de consumo de 15 Mcal seja atendida

Concentração energética da dieta (EL_{lac} ; Mcal/kg)	Ingestão de MS (kg) para 15 Mcal
1,30 (alta forragem)	11,5
1,40	10,7
1,50	10,0
1,60 (alto concentrado)	9,4

Fonte: Adaptado de DRACKLEY (2011)

Por isso, podemos concluir de forma até surpreendente que parece existir uma considerável flexibilidade na composição das dietas fornecidas às vacas secas no período próximo à parição. O importante é evitar prolongados períodos (> 2 a 3 dias) de BEN. Como evidenciado na Tabela 2, a maioria das vacas pode ser alimentada com dietas de baixa densidade energética (1,30 Mcal/kg) e ainda assim atender aos requerimentos energéticos até poucos dias antes do parto. Por outro lado, caso haja alguma condição que leva ao decréscimo no consumo durante o período pré-parto (estresse calórico, sobrepopulação, etc.), o adensamento energético de dietas volta a fazer sentido.

Diante das conclusões acima passou-se a questionar até mesmo a recomendação clássica de dividir o grupo de vacas secas em dois lotes, um de vacas recém-secas e ainda distantes do parto (de 60 a 21 dias antes do parto) e outro de vacas nas últimas três semanas de gestação (21 dias antes do parto). Tanto isso é verdade que há atualmente pesquisadores e consultores que recomendam um único lote de vacas secas, com dietas de baixa densidade energética. Além da óbvia praticidade no manejo, outra vantagem dessa nova recomendação seria o não estresse advindo de reagrupamentos dos animais. Por outro lado, a dificuldade da adoção dessa prática é a suplementação aniônica dos animais, pois trabalhos recentes (LOPERA et al., 2018)

demonstram que a suplementação estendida das dietas aniônicas (42 dias ao invés dos tradicionais 21 dias), além de ser mais cara, pode gerar prejuízos, pois não houve impacto na calcemia e no *status* ácido-básico; ademais, nessa condição, observou-se diminuição da produção de leite no pós-parto e impacto negativo na reprodução de vacas expostas à diferença cátion-ânion da dieta (DCAD) negativa por um período muito longo.

DIETAS PRÉ-PARTO – PROTEÍNA

O NRC (2001) estimou as exigências proteicas de novilhas e vacas leiteiras no período de transição. Como era de se esperar, novilhas têm maiores exigências proteicas do que vacas, por causa tanto de seu menor consumo quanto dos maiores requerimentos proteicos advindos do crescimento corporal. Mesmo vacas adultas não deveriam ser alimentadas com dietas com proteína bruta (PB) inferiores a 12%, pois se acredita que esse limite é o mínimo necessário para maximizar a digestão da fibra e a síntese de proteína microbiana no rúmen. Outra observação relevante, por conta da depressão do consumo à medida que o parto se aproxima, é o requerimento crescente de PB. Por fim, Grummer e Ordway (2011) também salientaram que as exigências proteicas para o desenvolvimento mamário não são triviais e que os requerimentos proteicos aumentam de 1 a 2 pontos percentuais em virtude dessa nova demanda.

A maioria dos estudos indica que a produção de leite e de proteína no leite de vacas não é influenciada pelo conteúdo proteico das dietas no pré-parto. Pesquisadores da Penn State (EUA) (PUTNAM e VARGA, 1998), por exemplo, relataram que vacas alimentadas com 10,5%, 12,6% ou 14,5% de PB durante o período pré-parto apresentaram balanço de nitrogênio positivo.

Quando vacas e novilhas são mantidas e alimentadas juntas no período pré-parto (situação mais típica em rebanhos brasileiros), a dieta deveria ser formulada para atender às exigências proteicas das novilhas. Considerando requerimentos adicionais para crescimento mamário, novilhas precisam de aproximadamente 1.000 g/dia de proteína metabolizável (PM) (ou 1.400 g/dia de PB), ao passo que vacas requerem cerca de 860 g/dia de PM (ou 1.230 g/dia de PB). Com esses valores absolutos de exigências proteicas, seriam necessárias boas estimativas de consumo de MS para estimar as exigências em valores percentuais, mas nunca se deveria admitir concentrações proteicas

inferiores a 12% de PB. Tipicamente, vacas requerem 12% de PB na dieta pré-parto e novilhas exigem 14% de PB no mesmo período.

DIETAS ANIÔNICAS NO PRÉ-PARTO

A grande exigência de Ca sanguíneo pela glândula mamária para produção do colostro, associada a um temporário desequilíbrio entre ingestão e exigência ao parto, resulta em baixos níveis séricos desse mineral no período periparto. A baixa concentração de Ca causa doenças metabólicas, principalmente hipocalcemia, particularmente em vacas leiteiras multíparas e de alta produção.

Baixos níveis de Ca sanguíneo causam redução na ingestão de alimentos, menor motilidade ruminal e intestinal, decréscimo no volume de leite produzido e aumento na suscetibilidade de outras doenças metabólicas e infecciosas. Vacas com hipocalcemia apresentam maior risco de serem acometidas por outras importantes enfermidades como cetose, mastite, retenção de placenta, deslocamento de abomaso e prolapso uterino.

Dietas aniônicas diminuem o pH sanguíneo e, consequentemente, o pH urinário. Sendo assim, o monitoramento do pH urinário consiste em um método eficiente para determinação da resposta do animal à dieta aniônica fornecida. As metas de pH urinário com adequada suplementação de dietas aniônicas no pré-parto são: de 5,5 a 6,5 em vacas Holandesas, e de 5,0 a 6,0 em vacas Jersey.

Recomendações recentes de DCAD no pré-parto variam de -5 a -15 mEq/100 g MS (OETZEL, 2016). Esses níveis normalmente são alcançados aliando duas estratégias: (1) evitando forragens ricas em potássio nesse período e (2) suplementando um sal aniônico no pré-parto, preferencialmente rico em cloretos, os quais acidificam melhor que os sulfatos. É importante frisar que somente a adição de um sal aniônico na dieta pré-parto não garante a ocorrência de uma DCAD negativa. Mais importante que adicionar um sal pré-parto é verificar a DCAD da dieta e principalmente, evitar que volumosos com altos teores de potássio sejam fornecidos às vacas nas últimas semanas que antecedem o parto.

Uma das razões que deixam tantos produtores resistentes em não suplementar sal aniônico a vacas no período pré-parto é a reconhecida baixa palatabilidade desse suplemento. Assim, os potenciais benefícios da

prevenção da febre do leite ao se reduzir a DCAD devem ser avaliados em relação aos prejuízos que podem se seguir a menor IMS antes do parto. Essa preocupação é particularmente importante em novilhas. Zimpel et al. (2018) demonstraram que a diminuição da ingestão de MS observada em animais expostos a dietas com DCAD negativa no pré-parto é mediada pela acidose metabólica e não pela adição de produtos acidogênicos ou pela fonte de sais cloreto.

Muitos produtores tentam justificar a não inclusão de sais ou rações aniônicas no pré-parto por relatarem baixa incidência de hipocalcemia clínica ou febre do leite. No entanto, a principal preocupação da recomendação de dietas aniônicas é reduzir a hipocalcemia subclínica, pois aproximadamente metade das vacas de segunda ou mais lactações são acometidas por essa desordem (REINHARDT et al., 2011). Carneiro et al. (2017), por exemplo, encontraram incidência de 40% de hipocalcemia subclínica em rebanho da Região Sul do Brasil.

Para calcular o custo da inclusão de um sal aniônico na dieta de vacas secas nas últimas 3 semanas que antecedem o parto, pode-se assumir suplementação de 300 g/vaca/dia e a cotação de um bom sal aniônico no mercado brasileiro a R\$ 6,00/kg (agosto de 2018); nessas condições estimamos o custo dessa suplementação em R\$ 1,80/vaca/dia. Embora o custo diário pareça alto, deve-se lembrar que esse produto será exclusivamente fornecido por 21 dias, chegando-se a um custo total de R\$ 38,00/vaca/ano. Isso explica a atrativa relação benefício:custo (10:1) relatada por muitos consultores.

MANEJO NO PRÉ-PARTO

Para evitar os efeitos indesejáveis da sobrepopulação no consumo alimentar e, por consequência, um precoce BEN, vale considerar as recentes recomendações da Universidade de Wisconsin (EUA): evitar a sobrepopulação construindo piquetes ou estábulos para vacas no período pré-parto estimando 140% da média de 3 semanas de novilhas ou vacas no período próximo ao parto. Por exemplo, se as vacas permanecem 3 semanas no lote pré-parto e há 7 partos por semana (ou um por dia em média), o estábulo deveria ter no mínimo 30 camas ($7 \times 3 = 21 \times 1,4 = 29,4$). Tão ou mais importante que a disponibilidade de camas é o espaçamento de cocho, o qual deve estar acessível sem restrições para todas as fêmeas e, em particular,

para as novilhas e para as vacas submissas. Seria recomendável assegurar um mínimo de 80 cm de cocho e, idealmente, 100 cm por fêmea do lote.

Outra recomendação pertinente é transferir as vacas do lote de vacas secas para o lote de vacas pré-parto uma semana antes dos 21 dias pré-parto recomendados tradicionalmente, ou seja, por volta de 25 a 30 dias antes da data prevista do parto. Isso é relevante porque é comum vacas leiteiras adiantarem suas parições em um período de 5 a 10 dias, particularmente no verão. Logo, fazer essa transferência uma semana antes garantiria a permanência no lote pré-parto por, no mínimo, 21 dias.

A entrada e a saída de vacas de seu lote ou grupo é quase sempre traumática, em particular novamente para as novilhas, primíparas e vacas submissas. Parece que o período de 48 a 72 horas após a entrada no novo grupo são as mais desafiadoras. Von KeyserlIngk, Olenick e Weary (2008) estimaram que no dia do reagrupamento vacas leiteiras gastam menos tempo no cocho, particularmente nas horas seguintes à mudança de lote; também permanecem menos tempo deitadas e a produção de leite é reduzida em quase 4 litros diários. Embora muitas dessas mudanças sejam inevitáveis, deveríamos evitar mudanças individuais. Ocorre menos estresse social quando 3 a 5 vacas ou novilhas são deslocadas em conjunto para um novo lote.

Outra recomendação que ganhou destaque nos últimos anos é evitar que os animais em todo o período seco sofram estresse calórico. Muitos (mas infelizmente ainda não a maioria) dos produtores brasileiros já adotam práticas para amenizar os efeitos deletérios do estresse calórico sobre as vacas em lactação, mas são raros os produtores brasileiros que têm a mesma preocupação quanto às vacas secas. Resultados da revisão de pesquisadores da Universidade da Flórida (EUA) (TAO; DAHL, 2013), demonstram que vacas em estresse térmico durante o período seco, com índice de temperatura e umidade (THI) maior que 68 nas 6 a 8 semanas antes do parto produzem menos 5 a 7 kg de leite por dia durante a lactação do que vacas resfriadas com aspersores e ventiladores quando secas, mesmo quando todas as vacas são resfriadas durante toda a lactação.

Ainda mais impressionantes são os efeitos indiretos do estresse térmico durante o período seco. O mesmo grupo de pesquisadores da Universidade da Flórida (LAPORTA et al., 2017) demonstraram que as bezerras que sofreram o impacto do estresse calórico na barriga das suas mães no final da gestação nasceram com menor peso corporal (-4,5 kg) e apresentaram

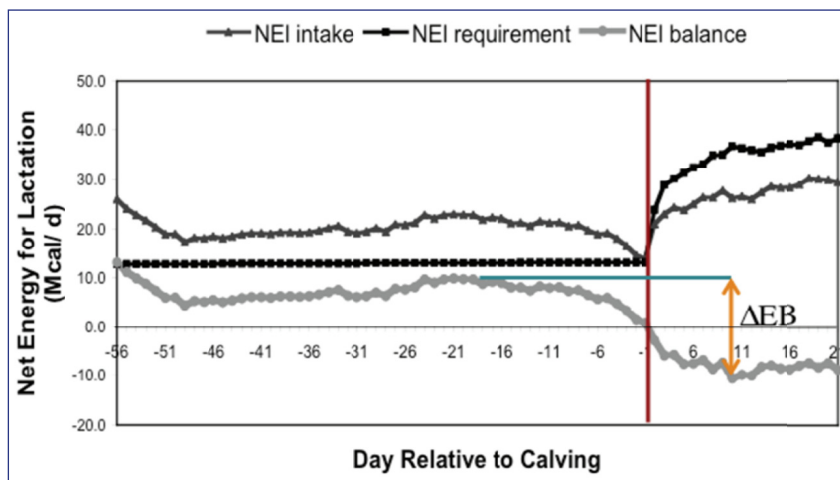
menor absorção de imunoglobulinas G (IgG) via colostro. Ainda, após o desaleitamento, essas fêmeas apresentaram ingestão reduzida de grãos, menor taxa de crescimento, pior eficiência reprodutiva e aumento na taxa de descarte. Finalmente quando se transformaram em vacas, produziram 4,5 kg/dia menos leite durante a lactação do que as fêmeas que foram resfriadas no útero (mesmo quando resfriadas durante a primeira lactação).

DIETAS PÓS-PARTO – ENERGIA E PROTEÍNA

Uma área de pesquisa na nutrição de bovinos leiteiros que tem recebido pouca atenção é a alimentação da vaca leiteira no período pós-parto imediato (GRUMMER; ORDWAY, 2011). Isso acontece porque poucos pesquisadores fazem experimentos com vacas recém-paridas, já que a extrema variabilidade entre vacas nessa fase torna difícil a blocagem ou o pareamento de vacas, pré-requisito em experimentos bem-delineados. A maioria dos estudos com vacas já paridas é iniciado com 3 semanas pós-parto ou ainda mais tarde. Essa carência de resultados nessa fase em particular é crítica porque há quase uma unanimidade em afirmar que a nutrição da vaca leiteira nas primeiras 3 semanas pós-parto parece ser a mais importante.

Como pode ser observado na Figura 3, a queda mais súbita no BEN e seu ponto mais baixo ocorrem durante as 3 primeiras semanas pós-parto.

Figura 3 – Consumo, exigência e balanço de energia líquida para lactação (em Mcal/dia) em vacas leiteiras no período seco e no período pós-parto imediato



Fonte: Adaptado de GRUMMER (2008)

Corroborando essa afirmação, Brixey (2005) concluiu que o balanço energético positivo foi alcançado aproximadamente aos 50 dias de lactação e o BEN mínimo (nadir) ocorreu aproximadamente aos 11 dias pós-parto. Nosso grupo de pesquisa (PONCHEKI et al., 2015) estimou que vacas leiteiras de um rebanho comercial no sudoeste do Paraná perderam em média 49 kg (ou 7,5% do peso corporal) no pós-parto, e o peso mínimo ocorreu aproximadamente aos 35 dias em leite.

Dados de pesquisa indicam que há uma relação mais forte entre balanço energético e densidade energética da dieta ($r = 0,57$) do que entre balanço energético e produção de leite ($r = 0,07$). Esses resultados sugerem que o consumo de energia pode ser um fator mais importante, afetando o retorno ao balanço energético positivo, do que a própria produção de leite, já que o consumo de energia é função de duas variáveis: consumo de MS e densidade energética da dieta. Resultados encontrados por Rabelo et al. (2003) corroboram essa afirmativa ao mostrar que o adensamento energético aumentou o consumo de energia (Mcal/d) de vacas leiteiras no pós-parto. McCarthy et al. (2015a, 2015b), comparando duas dietas para vacas no pós-parto com níveis energéticos de 1,64 ou 1,56 Mcal/kg MS, verificaram que o adensamento energético favoreceu o aumento no consumo e houve diminuição na intensidade de mobilização de reservas corporais, com menores concentrações de AGNE e BHB no sangue. Assim, estratégias que favoreçam a IMS devem ser priorizadas no pós-parto.

Nesse sentido, salienta-se quão inapropriada é a prática de rebanhos leiteiros brasileiros (inclusive rebanhos grandes e de alta tecnologia) de acomodar as vacas recém-paridas com as vacas lactantes de baixa produção. Além de impossibilitar um manejo individualizado e o monitoramento clínico nos primeiros dias pós-parto, essa prática de manejo limita o consumo de energia, pois as dietas das vacas de baixa produção têm baixa inclusão de alimentos concentrados e, conseqüentemente, baixa concentração energética. É até compreensível que o objetivo desse manejo seja fornecer uma dieta com maior proporção de alimentos volumosos, o que garantirá menor ocorrência de acidose ruminal subclínica e de deslocamento de abomaso. No entanto, essa prática contribui para que o BEN do pós-parto seja ainda mais intenso e longo, o que certamente contribui para comprometer ainda mais a eficiência reprodutiva desses rebanhos.

Rabelo et al. (2003, 2005) indicaram que a densidade energética das dietas imediatamente após o parto é mais crítica que a imediatamente antes do parto. Os dados sugerem que a alimentação no pós-parto que se baseia no aporte de CNF às custas de fibra em detergente neutro (FDN) pode reduzir as ocorrências de fígado gorduroso e de cetose no pós-parto; entretanto, podem aumentar as incidências de acidose e de deslocamento do abomaso. Por outro lado, priorizar o consumo de FDN em detrimento de CNF pode reduzir as ocorrências de acidose e deslocamento do abomaso, mas aumentar a probabilidade de fígado gordo e cetose. Infelizmente, é muito simplista repassar recomendações únicas de CNF e FDN para dietas de vacas no pós-parto, já que essas duas frações são bastante heterogêneas e variam amplamente nos alimentos. Além disso, fatores como tamanho de partícula dos alimentos ricos em FDN variam bastante e influenciam o ambiente ruminal e as taxas de digestão.

Bell (1995) aponta que as exigências de energia líquida para lactação (ELI) e proteína metabolizável (PM) por vacas sadias quatro dias após o parto excederam a energia ingerida em 26% e 25%, respectivamente, sendo que a utilização de ELI e PM para produção de leite pela glândula mamária foi responsável por 97% e 83%, respectivamente, da energia ingerida, sobrando pouco para a manutenção.

Da mesma forma que o consumo de energia, a ingestão de proteína durante as 3 primeiras semanas pós-parto pode ser insuficiente para atender às exigências para produção de leite, em virtude da baixa ingestão. A vaca responde a isso mobilizando reservas corporais. Entretanto, de maneira oposta à energia, a densidade proteica da dieta pode ser aumentada para reduzir o estresse metabólico associado com a mobilização de reservas. Infelizmente, a literatura é escassa na definição de recomendações proteicas para vacas recém-paridas. A maioria dos estudos que examinaram o efeito da suplementação de proteína ou aminoácidos para vacas leiteiras no início da lactação iniciou os tratamentos além do período pós-parto imediato. Apesar da escassez de dados de pesquisa examinando os efeitos da nutrição proteica durante as 3 primeiras semanas pós-parto, há certo consenso sobre não limitar a oferta de proteína e aminoácidos nesse período.

O NRC (2001) permite a estimativa de IMS e balanço de PM na fase em foco. Assumindo que essas estimativas estão corretas, dietas típicas não fornecem quantidades suficientes de PM. À medida que os dias pós-parto

avancam, as vacas gradualmente atingem balanço positivo de PM por causa do aumento no consumo de proteína. Contudo, antes de esse balanço positivo ser alcançado, as vacas permanecem em balanço negativo de PM e a probabilidade é maior nos níveis mais altos de produção. Consequentemente, a vaca tende a mobilizar proteína para dar suporte a lactação ou a produção de leite tende a ser limitada a patamares mais modestos.

DIETAS PÓS-PARTO – AMIDO E FIBRA

Tradicionalmente, há receio em sobrefornecer grãos (ricos em CNF e amido) nas semanas imediatas ao parto, pois se acredita que dietas demasiadamente “quentes” nesse período podem causar acidose subclínica e, principalmente, deslocamento de abomaso. Por outro lado, há trabalhos que observaram que vacas recém-paridas alimentadas com dietas ricas em amido ou com fontes amiláceas de alta fermentabilidade ruminal apresentaram melhoria do *status* energético. É bem provável que os benefícios observados no metabolismo energético são resultado de mais propionato ruminal contribuindo para a produção de glicose no fígado (McCARTHY et al., 2015b).

Em experimentos na Universidade de Cornell (EUA), observou-se que vacas alimentadas com dietas de alta concentração de amido (26,2% na MS) no início da lactação apresentaram maiores consumos, menor mobilização de AGNE e BEN menos severo do que vacas alimentadas com dietas de baixa concentração de amido (21,5% na MS) (McCARTHY et al., 2015a, 2015b). Apesar desses resultados, a recomendação é ser mais conservador com os níveis de amido no pós-parto; por isso a indicação de concentrações de 23% a 24% neste período. Assumindo que concentrações de amido dietético consideradas ideais para vacas de alta produção ficam na faixa entre 23% e 27% da MS, a adição de 1,0 a 2,0 kg/vaca/dia de feno picado ou de 0,5 a 1,0 kg/vaca/dia de palha na dieta total permitiriam atingir níveis de amido um pouco mais baixos e, por conseguinte, mais seguros.

Quanto à inclusão de fibra, há também certo consenso entre produtores e nutricionistas em afirmar que vacas recém-paridas têm maiores exigências de FDN fisicamente efetivo (FDNfe); por isso, a inclusão de fenos e pré-secados (de preferência com alta digestibilidade) é tão recomendada nessa fase. A inclusão de palhas, fenos grosseiros e outros volumosos de baixa digestibilidade é, a princípio, contraditória, afinal esses alimentos limitam o consumo por terem baixa taxa de passagem. A única justificativa

de suas inclusões seria no caso da disponibilidade exclusiva de pré-secados de qualidade excepcional, com altíssima digestibilidade e, por conseguinte, com menor efetividade; nesse caso, uma pequena inclusão de palha picada ou feno grosseiro até pode fazer sentido.

Por outro lado, por conta da pequena efetividade da fibra encontrada em subprodutos fibrosos, recomenda-se que nessa fase os volumosos ricos em fibra efetiva sejam priorizados e subprodutos fibrosos sejam incluídos com moderação. Por exemplo, o subproduto casca de soja, apesar das altas concentrações de FDN, possui uma fibra de baixa efetividade; portanto, deve ser incluído com moderação nas dietas de vacas recém-paridas.

DIETAS PRÉ E PÓS-PARTO: ADITIVOS, MINERAIS E VITAMINAS

Entre os aditivos recomendados, é consensual a indicação do ionóforo monensina, tanto para vacas no pré-parto quanto no pós-parto. Não há consenso, porém, sobre a dosagem, mas recomendações de 300 mg/dia são frequentes. A adição de monensina irá aumentar a produção ruminal de propionato, incrementando o metabolismo energético e aumentando a capacidade do fígado em utilizar propionato para sintetizar glicose (McCARTHY et al., 2015b). O resultado é o aumento da eficiência alimentar em 2,5%, segundo meta-análise de Duffield et al. (2008).

Outro aditivo que ganhou muita relevância nas últimas duas décadas foi a colina, vitamina que comprovadamente aumenta a exportação de triglicerídeos via VLDL do fígado e reduz as incidências das enfermidades fígado gorduroso e cetose durante o período de transição. A dose mais frequente, nos períodos pré e pós-parto, é de 15 g/vaca/dia de colina protegida ruminalmente. Em meta-análise a ser publicada, os autores observaram incrementos tanto na produção de leite (+2,2 kg/dia), como na IMS (+0,7 kg/dia).

No período pré-parto, além de se recomendar a adoção de dietas aniônicas, sugere-se no presente estudo diminuir o potássio dietético (< 1,3% MS), aumentar o magnésio (0,4% MS), manter o cálcio entre 0,85% e 1,0% MS, o fósforo entre 0,35 e 0,38% MS, o sódio entre 0,10% e 0,15% MS e o enxofre entre 0,25% e 0,35% MS. Recomendações vitamínicas para todo o período de transição seriam: 100.000 UI vitamina A, 30.000 UI vitamina D e, mais importante, 2.000 UI vitamina E.

Outra possibilidade é a suplementação de aminoácidos protegidos ruminalmente para incrementar o balanço e a qualidade da PM e reduzir a PB dietética. Tal estratégia deveria ser aplicada às vacas no período de transição da mesma forma que no restante da lactação. Dados recentes do nosso grupo de pesquisa (MICHELOTTI et al., 2018) evidenciaram notáveis aumentos nos teores de gordura e de proteína no leite em vacas recém-paridas suplementadas com metionina protegida ruminalmente. Entretanto, os benefícios da suplementação dietética de aminoácidos, particularmente a metionina, parecem ir além dos esperados aumentos da produção e dos sólidos do leite.

Dados de Wu (2010) mostram que a metionina pode ser definida como uma molécula funcional, por participar e regular vias metabólicas principais para aprimorar saúde, sobrevivência, crescimento, desenvolvimento, lactação e reprodução. Por exemplo, a suplementação de metionina consistentemente aumenta as concentrações de glutathione no fígado, a qual atua como antioxidante intracelular, melhorando a função hepática. Análises de biomarcadores também indicam que animais suplementados com metionina apresentam menor estresse oxidativo e menos intensa condição inflamatória. Zhou et al. (2016) ainda ressaltam o efeito positivo sobre a IMS, que em animais suplementados foi 8,3% superior no período pré-parto e 11,6% maior no pós-parto. Tais resultados são de grande relevância, uma vez que maior consumo de MS neste período é benéfico, pois reduz a incidência de cetose e outras desordens metabólicas associadas, além de promover maior produção de leite.

DESORDENS METABÓLICAS

As vacas leiteiras são suscetíveis a desordens metabólicas e infecciosas no período de transição, em decorrência de mudanças bruscas na atividade metabólica e diminuição na resposta imune (SORDILLO; RAPHAEL, 2013). Tais problemas têm repercussão econômica em fazendas comerciais, tanto por custos associados a tratamentos e perdas em produção, quanto pelo descarte de vacas (OVERTON; WALDRON, 2004). Dados de rebanhos em Minnesota, EUA, entre 1996 e 2001 mostraram que 25% das vacas que deixaram o rebanho estavam na fase inicial da lactação, com 60 dias em leite (DEL) (GODDEN et al., 2003).

Um primeiro fator que contribui para a ocorrência de desordens metabólicas é o quadro característico de depressão na IMS no pós-parto. Rabelo

et al. (2003) sugerem que a limitação de consumo ocorre devido a capacidade física de preenchimento do rúmen. Além disso, o consumo voluntário tem relação inversa com a perda de peso e vacas mais gordas perdem mais peso e têm maior dificuldade em aumentar a IMS, ao passo que aquelas mais magras perdem menos peso e aumentam mais rapidamente o consumo voluntário (LAGO et al., 2001). Segundo Drackley (1999), a variação na IMS pode ser na faixa de 30% a 40% na primeira semana pós-parto, e vacas com qualquer distúrbio de saúde por ocasião do parto, têm a IMS reduzida durante os primeiros 20 dias após o parto.

Essa limitação no consumo, aliada a um período de resistência a insulina e consequente hipoglicemia, acarreta intensa lipólise e alto fluxo de ácidos graxos para o fígado (LEBLANC, 2010). Alta circulação de AGNE no plasma é um fator de risco que aumenta a ocorrência de desordens, como esteatose hepática e cetose e evidências sugerem que pode indiretamente comprometer a função de células envolvidas na resposta imune. Além disso, aumento de AGNE no plasma tem relação com uma condição de inflamação crônica, pela produção de citocinas pró-inflamatórias por adipócitos e macrófagos do tecido adiposo (SORDILLO; RAPHAEL, 2013).

A cetogênese é outra via relevante de utilização dos ácidos graxos, ao produzir corpos cetônicos, que são exportados do fígado e podem ser utilizados como substrato energético pelos músculos e excepcionalmente pelo tecido nervoso (SORDILLO; RAPHAEL, 2013). Concentrações plasmáticas de 1,2 a 2,9 mmol/L de BHB, ou superiores a 3,0 mmol/L, caracterizam respectivamente a cetose subclínica e clínica; a primeira, particularmente, tem alta incidência em rebanhos leiteiros (MCART; NYDAM; OETZEL, 2012). Um levantamento conduzido por nosso grupo (RAMIRES et al., 2014), com 285 vacas de 30 rebanhos paranaenses, mostrou incidência de cetose (subclínica + clínica) de 25% a 30%.

As consequências dessa desordem foram demonstradas por McArt, Nydam e Oetzel (2012), que verificaram que vacas com cetose subclínica nos primeiros dias de lactação têm mais efeitos adversos para a saúde e produzem menos leite. Vacas caracterizadas como cetóticas até a primeira semana de lactação tiveram $6,1 \times$ mais chances de terem deslocamento de abomaso, $4,5 \times$ mais chances de serem removidas precocemente do rebanho, $0,7 \times$ mais chance de conceber ao primeiro serviço e produziram 2,2 kg/dia menos leite do que vacas sadias nos primeiros 30 DEL.

A sobrecarga hepática por AGNE, excedendo a capacidade do fígado de oxidar ácidos graxos, reesterificá-los ou exportá-los via VLDL ou, ainda, realizar cetogênese, aumenta a probabilidade de vacas de alta produção terem acúmulo de triglicerídeos no fígado nas primeiras semanas de lactação (OVERTON; WALDRON, 2004).

Além disso, cabe salientar que as mudanças na circulação de progesterona, estrogênio e cortisol, contribuem para redução na função imune nessa fase, particularmente de neutrófilos, levando a problemas uterinos como retenção de placenta, metrite e endometrite que afetam até metade das vacas nos primeiros 60 dias pós-parto. Vacas com retenção de placenta têm maior nível de cortisol nos dias anteriores ao parto, o que compromete a atividade neutrofílica. Similarmente, a endometrite está relacionada a uma menor resposta imune inata, e semanas antes da desordem ocorrer coincide com período de resistência a insulina e lipólise quando as vacas têm alto AGNE circulante. Vacas com metrite diminuem a IMS em 2 a 6 kg/dia, duas a três semanas antes da manifestação dos sinais clínicos. Menor IMS está relacionada com incremento de AGNE e aumenta o risco de esteatose hepática, que por sua vez está associada com a função prejudicada de neutrófilos (LEBLANC, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma recomendação fundamental é evitar que as vacas cheguem gordas à parição, pois está demonstrado que vacas que parem com ECC acima de 3,50 terão menor apetite no pós-parto e apresentarão maior risco de hipocalcemia, cetose, fígado gorduroso e outras desordens metabólicas. Essas vacas que parem gordas terão BEN mais longo e acentuado, maiores concentrações dos metabólitos AGNE e BHB, produzirão menos leite e terão mais dificuldades para reemprenhar.

Parece haver diferentes formas de alimentar satisfatoriamente vacas leiteiras no período pré-parto. O conceito de aumentar a densidade energética dessas dietas nas últimas três semanas pré-parto não é mais uma prioridade ou uma unanimidade entre técnicos e produtores. Nos últimos 10 a 15 anos ganharam popularidade as dietas de alta fibra nesse período; e, apesar de não proporcionarem aumento na produção de leite, essas dietas tornaram-se mais frequentes por uma provável redução na incidência das

principais desordens metabólicas e uma possível melhoria no desempenho reprodutivo.

Já no período pós-parto a prioridade parece ser minimizar a duração e a intensidade dos déficits nutricionais típicos do período e, em particular, do BEN. Separar essas vacas recém-paridas num lote específico, com pouco adensamento, com ampla disponibilidade de cocho e camas, e monitorá-las diariamente, pelo menos nos primeiros 10 dias pós-parto, é uma recomendação relevante. No caso de rebanhos pequenos e médios, onde não há viabilidade em formular uma dieta específica para as vacas recém-paridas, é satisfatório fornecer a elas a dieta das vacas de alta produção adicionando volumoso rico em fibra efetiva.

Investimentos em programas de transição de rebanhos leiteiros, em nutrição, manejo, instalações, conforto animal ou qualificação da mão de obra, têm alta relação benefício:custo. Não devem ser encarados como um luxo desnecessário, um excesso de zelo ou algo unicamente relevante em rebanhos grandes e tecnificados. Toda e qualquer melhoria na fase periparturiente de vacas leiteiras tem grande impacto no aumento da produtividade, na melhoria da eficiência reprodutiva, na diminuição do descarte involuntário e no incremento da lucratividade de rebanhos leiteiros.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: the hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3317-3334, 2009.
- BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2804-2819, 1995.
- BELL, A. L.; BURHANS, W. S.; OVERTON, T. R. Protein nutrition in late pregnancy, maternal protein reserves and lactation performance in dairy cows. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 59, n. 119-126, 2000.
- BRIXEY, J. D. **Validation of a prediction equation for energy balance in holstein cows and heifers**. Moscow: University of Idaho, 2005.

BURKE, C. R. et al. Relationships between endometritis and metabolic state during the transition period in pasture-grazed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, p. 5363-5373, 2010.

CARNEIRO, E. W. et al. Increased serum calcium in dairy cows with oral calcium formate supplementation in the postpartum period. In: AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION, Pittsburgh. **Proceedings [...]**; Champaign: **Journal of Dairy Science**, 2017. v. 100, Suppl. 2, p. 87-88, 2017.

DANN, H. M. et al. Diets during far-off and close-up dry periods affect periparturient metabolism and lactation in multiparous cows. **Journal of Dairy Science**, v. 89, p. 3563-3577, 2006.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 2259-2273, 1999.

DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1347-1360, 2008.

GODDEN, S. M. et al. The relationship between herd rbST supplementation and other factors and risk for removal for cows in Minnesota Holstein dairy herds. In: FOUR-STATE NUTRITION CONFERENCE, 2003, LaCrosse, WI. **Proceedings [...]**, Ames: MWPS - MidWest Plan Service publication, 2003. p. 55-64.

GOFF, J. P.; SÁNCHEZ, J. M.; HORST, R. L. Hypocalcemia biological effects and strategies for prevention. In: Mineral Nutrition Conference, 2005, Knoxville. **Proceedings [...]**, University of Tennessee, 2005. p. 5-10.

GRUMMER, R. R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. **The Veterinary Journal**, v. 176, p. 10-20, 2008.

GRUMMER, R. R.; ORDWAY, R. Energy and protein nutrition for transition cows. In: PENN STATE DAIRY CATTLE NUTRITION WORKSHOP, 2011, New Hampton. **Proceedings [...]**, New Hampton: Balchem Corporation, 2011.

LAGO, E. P. et al. Efeito da condição corporal ao parto sobre alguns parâmetros do metabolismo energético, produção de leite e incidência de doenças no pós-parto de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1544-1549, 2001.

LAPORTA, J. et al. In utero exposure to heat stress during late gestation has prolonged effects on the activity patterns and growth of dairy calves. **Journal of Dairy Science**, v. 100, p. 1-9, 2017.

LEBLANC, S. Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. **Journal of Reproduction and Development**, v. 56 (Suppl.), p. 29-35, 2010.

LOPERA, C. et al. Effects of level of dietary cation-anion difference and duration of prepartum feeding on performance and metabolism of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 7907-7929, 2018.

MCART, J. A. A.; NYDAM, D. V.; OETZEL, G. R. Epidemiology of subclinical ketosis in early lactation dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 5056-5066, 2012.

MCCARTHY, M. M. et al. Performance of early-lactation dairy cows as affected by dietary starch and monensin supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 3335-3350, 2015a.

MCCARTHY, M. M. et al. Metabolism of early lactation dairy cows as affected by dietary starch and monensin supplementation. **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 1-15, 2015b.

MICHELOTTI, T. C. et al. Effects of rumen-protected methionine supplementation on dairy cows during early postpartum. In: AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION, 2018, Knoxville. **Proceedings [...]**; Champaign: **Journal of Dairy Science**, v. 101, Suppl. 2, p. 109, 2018.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle – NRC**. Washington, D.C.: National Academy Press. 2001. 157p.

OETZEL, G. R. Cation-anion difference of pre- and postpartum diets. In: IV Formuleite – Simpósio Internacional em Formulação de Dietas

para Gado de Leite, 2016, Lavras. **Anais...** Universidade Federal de Lavras, 2016. p. 1-9.

OVERTON, T. R.; WALDRON, M. R. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 105-119, 2004.

PONCHEKI, J. K. et al. Analysis of daily body weight of dairy cows in early lactation and associations with productive and reproductive performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, p. 187-192, 2015.

PUTNAM, D. E.; VARGA, G. A. Protein density and its influence on metabolite concentration and nitrogen retention by holstein cows in late gestation. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1608-1618, 1998.

RABELO, E. et al. Effects of pre and post fresh transition diets varying in dietary energy density on metabolic status of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 4375-4383, 2005.

RABELO, E. et al. Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, p. 916-925, 2003.

RAMIRES, C. H. et al. Blood parameters in transition dairy cattle and their effects on milk production. In: AMERICAN DAIRY SCIENCE ASSOCIATION, 2014, Kansas City. **Proceedings [...]** Champaign: **Journal of Dairy Science**, v. 97, E-Suppl. 1, p. 731-732, 2014.

REINHARDT, T. A. et al. Prevalence of subclinical hypocalcemia in dairy herds. **The Veterinary Journal**, v. 188, p. 122-124, 2011.

ROCHE, J. R. et al. Nutritional management of the transition cow in the 21st century, a paradigm shift in thinking. **Animal Production Science**, v. 53, n. 9, p. 1000-1023, 2013.

SORDILLO, L. M. Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 4967-4982, 2016.

SORDILLO, L. M.; RAPHAEL, W. Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders.

Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice, v. 29, p. 267-278, 2013.

TAO, S.; DAHL, G. E. Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1-15, 2013.

TREVISI, E.; MINUTI, A. Assessment of the innate immune response in the periparturient cow. **Research in Veterinary Science**, v. 116, p. 47-54, 2018.

VON KEYSERLLNGK, M. A. G.; OLENICK, D.; WEARY, D. M. Acute behavioral effects of regrouping dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, p. 1011-1016, 2008.

ZHOU, Z. et al. Better postpartal performance in dairy cows supplemented with rumen- protected methionine compared with choline during the peripartal period. **Journal of Dairy Science**, v. 99, p. 1-17, 2016.

ZIMPEL, C. et al. Effect of dietary cation-anion difference on acid-base status and dry matter intake in dry pregnant cows. **Journal of Dairy Science**, v. 101, p. 8461-8475, 2018

COMO PRODUZIR LEITE COM CCS ABAIXO DE 200.000 CÉLULAS/mL?

Avelino Manuel F. Correa

Jose Augusto Horst

Maicon Puertas S. da Silva

Suellen Carolina Henrichs

INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma atividade difundida no mundo inteiro e ocupa espaço de destaque na economia mundial. Atualmente, o Brasil está entre os maiores produtores de leite do mundo, com produção estimada em 34,9 milhões de toneladas para o ano de 2017 (CONAB, 2017). Esse sistema agroindustrial é um dos mais expressivos no país, sendo praticado em todo o território nacional. Comporta mais de 1 milhão de propriedades rurais e gera mais de 4 milhões de empregos nas indústrias de laticínios e no campo, com a produção primária, além de representar 24% do valor bruto da produção gerada pela pecuária nacional (ZOCCAL, 2018). Entretanto, apesar de sua importância social e econômica, a melhoria da qualidade do leite ainda é uma dificuldade a ser vencida pelos produtores.

O leite como matéria-prima é de extrema importância, visto que os consumidores estão mais exigentes em relação à qualidade, à segurança e à conservação das características nutricionais e sensoriais dos alimentos. Isso se deve, principalmente, ao padrão de qualidade da matéria-prima, a qual é definida pelas condições de saúde dos animais ordenhados e pelas condições higiênicas de armazenamento e transporte do produto até a unidade processadora (OLIVEIRA, 2011).

Para garantir a qualidade do leite, deve-se monitorar a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT), que são os principais indicadores da qualidade da matéria-prima. Desses indicadores, a CCS tem relação direta com a saúde do úbere, tendo como principal problema a mastite, a qual eleva os índices de CCS do leite causando inúmeros

prejuízos aos produtores e às indústrias de laticínios por afetarem de forma direta a composição do leite e, conseqüentemente, diminuir o tempo de vida de prateleira do leite e seus derivados (SANTOS, FONSECA, 2007).

Nesse sentido, em dezembro de 2011, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), por meio da Instrução Normativa nº 62 (IN 62), estipulou limites máximos para CCS e CBT, sendo os limites de 500.000 células/mL e de 300.000 UFC/mL (BRASIL, 2011), respectivamente. A medida tem o propósito de igualar os padrões nacionais aos internacionais e melhorar a qualidade do leite, tornando os produtos destinados ao mercado interno e externo mais competitivos e seguros.

Portanto, monitorar a qualidade do leite agrega valor à toda a cadeia produtiva e aumenta a segurança alimentar dos consumidores, além de ser utilizada como indicador de eficiência zootécnica.

QUALIDADE DO LEITE

O leite é um alimento rico em nutrientes, composto por uma mistura de nutrientes sólidos dissolvidos em água, a qual se encontra em maior proporção. Entre esses nutrientes estão: o extrato seco total (EST) ou sólidos totais, que varia entre 12% a 13%; a gordura (3,5% a 4,0%); a proteína (3,2% a 3,5%); a lactose (4,7 a 5,2%); além de minerais e vitaminas (TRONCO, 2010). Tal composição está relacionada com diversos fatores de origem genética, fisiológica e ambiental, entre os quais podem ser citados as variações relativas a raça, idade, estágio de lactação, clima e manejo nutricional (BURCHARD, 1998).

Por apresentar uma composição de alto valor biológico, o leite sempre foi utilizado na alimentação humana (TRONCO, 2010). Ressalta-se também que, em virtude de sua constituição, trata-se de um meio de cultura ideal para o crescimento de bactérias e outros micro-organismos, inclusive patogênicos, os quais podem causar risco à saúde do consumidor (CAVALCANTI et al., 2010).

A qualidade do leite é definida por características microbiológicas, controle de mastite e características de composição (SANTOS, 2004). Dürr (2004) considera como leite de boa qualidade aquele que é seguro, íntegro, nutritivo e saboroso. Além disso, deve apresentar baixa CCS e CBT (FONSECA, SANTOS, 2000).

Algumas causas de redução na qualidade do leite são influenciadas por vários fatores, entre os quais se destacam os zootécnicos, associados ao manejo como infecções intramamárias, alimentação, bem-estar e potencial genético dos rebanhos. Outros fatores relacionam-se à obtenção do leite, como falhas no pré e pós-dipping e armazenagem do leite recém-ordenhado (ARCURI et al., 2006; CAVALCANTI et al., 2010).

Santos (2013) considera a CCS no leite uma das análises mais importantes para monitorar a qualidade desse alimento, tendo em vista que essa análise é o critério de qualidade mais utilizado internacionalmente por produtores, indústrias e entidades governamentais.

Mastite

Entre as causas que exercem influência extremamente prejudicial sobre a composição e as características físico-químicas do leite está a mastite, um processo inflamatório da glândula mamária que é acompanhado por um aumento na CCS (KITCHEN, 1981).

A mastite bovina está entre as doenças de maior impacto econômico nos rebanhos leiteiros em todo o mundo, pois impacta diretamente o volume de leite e o aumento do custo de produção em decorrência do uso de medicamentos para prevenção e tratamento. Isso gera significativos prejuízos aos produtores, à indústria láctea e aos consumidores (SANTOS, FONSECA, 2007).

Na maioria dos casos, os principais agentes etiológicos relacionados a esse processo inflamatório são as bactérias, mas também podem existir casos com a presença de fungos, algas e leveduras (SIMÕES, OLIVEIRA, 2012). Os micro-organismos envolvidos na etiologia da mastite podem ser classificados em patógenos ambientais e contagiosos. Na primeira categoria, denominada *mastite ambiental*, estão inclusos os agentes infecciosos que têm como principal reservatório o ambiente no qual a vaca vive e estão associados a casos de mastite clínica com queda na produção de leite, bem como com o descarte de leite causado pela presença de resíduos de antibióticos e com o aumento de custo com medicação. Os principais patógenos envolvidos com a mastite ambiental são os coliformes *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella* sp., *Streptococcus uberis*, *S. dysgalactiae* e algumas espécies de *Enterococcus*. Já a segunda categoria, denominada *mastite contagiosa* engloba os patógenos que habitam preferencialmente o interior da glândula mamária e a pele dos

tetos e estão associados à forma subclínica da mastite, causando queda significativa na produção de leite. Entre os principais patógenos destacam-se o *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* e o *Mycoplasma bovis* (SANTOS, FONSECA, 2007).

Ademais, a mastite se manifesta de duas formas: clínica e subclínica. Esta última gera maiores preocupações porque é caracterizada pela ausência de alterações visíveis no úbere ou no leite e apresenta maior prevalência nos rebanhos. De acordo com Simões et al. (2012), estima-se que a proporção nos rebanhos é de 1 caso de mastite clínica para 15 a 40 casos de mastite subclínica. Contudo, a mastite subclínica altera a composição do leite com o aumento da CCS e reduz os teores de gordura, caseína e lactose, além de diminuir significativamente a produção de leite, a qual pode variar de 10% a 26% do total produzido (PHILPOT, NIKERSON, 1991; SANTOS, FONSECA, 2007; BATISTA et al., 2017).

A mastite clínica apresenta sinais característicos de inflamação na glândula mamária tais como: leite viscoso e com presença de grumos, inchaço no úbere, aumento da temperatura e reação dolorosa do úbere, podendo evoluir para quadro mais severo de septicemia e, até mesmo, morte do animal.

Tabela 1 – Perdas na produção causadas por mastite subclínica

Nível de CCS no tanque (× 1.000 células/mL)	Quartos infectados (n)	Perda na produção (%)
200.000	6	0
500.000	16	6
1.000.000	32	18
1.500.000	48	29

Fonte: PHILPOT e NICKERSON (1991).

A contaminação por mastite está diretamente relacionada com o manejo inadequado dos animais, a higiene das instalações e do ordenhador, com os procedimentos inadequados de limpeza e secagem dos tetos dos animais e com os equipamentos utilizados, tais como o uso de ordenhadeiras mal-reguladas (PERES NETO; ZAPPA, 2011).

Os prejuízos gerados pela mastite, principalmente na forma subclínica, muitas vezes passam despercebidos na gestão da propriedade realizada pelos produtores. É comum os criadores contabilizarem apenas os custos diretos com medicamentos e profissionais técnicos, desconsiderando como

prejuízo o descarte do leite, o descarte precoce de animais, mortes, entre outros (SANTOS, FONSECA, 2007).

Contagem de Células Somáticas como indicador de mastite

As células somáticas são células de defesa do organismo presentes na corrente sanguínea. Essas células migram do sangue para o interior da glândula mamária em resposta a uma inflamação, podendo ser, também, células epiteliais oriundas do processo de descamação e renovação do epitélio secretor da glândula mamária (SANTOS, FONSECA, 2007).

A CCS no leite é aceita internacionalmente por indústrias, produtores e entidades governamentais como medida-padrão para determinar a qualidade do leite cru e, conseqüentemente, para monitorar a saúde da glândula mamária. Essa é, portanto, uma ferramenta importante no diagnóstico da mastite.

Atualmente, a CCS do tanque de leite é mais comumente usada na regulamentação e na determinação do preço pago ao produtor, visto que apresenta relação positiva com a prevalência de mastite no rebanho (SANTOS, 2002, 2006). Diversos autores sustentam que a CCS acima de 200.000 células/mL causa alterações na qualidade do leite produzido, pois esse processo inflamatório altera a permeabilidade dos vasos sanguíneos da glândula mamária, reduzindo a secreção dos componentes nobres do leite (gordura, proteína e lactose), sintetizados na glândula mamária, pela ação direta dos patógenos ou de enzimas sobre as células secretoras (SCHAEFFELBAUM, 2000; BUENO et al., 2005; SANTOS, FONSECA, 2007; SILVA et al., 2010).

Contudo, alta CCS no leite não é considerada um fator de risco para a saúde do consumidor, pois os patógenos relacionados com a infecção são destruídos durante o processo de pasteurização do leite. Entretanto, algumas enzimas microbianas são resistentes a esse processo e permanecem no leite, resultando em alterações físico-químicas, celulares e microbiológicas do leite, comprometendo sua qualidade e diminuindo o rendimento industrial (WELLS, OTT, 1998). Para os produtores, os prejuízos estão relacionados ao baixo retorno econômico resultante da redução na produção, dos gastos com medicamentos, além das penalidades aplicadas pelas indústrias. Sendo assim, o principal motivo para o controle da mastite é a questão econômica (MAGALHÃES et al., 2006).

Controle e monitoramento da contagem de células somáticas

O monitoramento da mastite é um dos aspectos mais importantes para o sucesso de um programa de controle e redução de CCS. Tendo em vista a saúde animal e a qualidade do leite, o método de análise de leite individual dos animais é uma excelente ferramenta para o monitoramento de mastite no rebanho. Empregando-se essa ferramenta, é possível obter dados referentes à saúde da glândula mamária, à produção total do rebanho, à composição e à qualidade do leite de cada vaca do plantel. Nesse sentido, a Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), em cooperação com o Programa de Análise de Rebanhos Leiteiro (PARLEITE), desenvolve alguns serviços de análise, os quais serão detalhados a seguir.

SERVIÇO DE CONTROLE LEITEIRO OFICIAL (SCL)

Esse serviço consiste na mensuração e no registro do leite ordenhado individualmente de animais leiteiros, realizado uma vez ao mês, com o emprego de procedimentos metodológicos pré-estabelecidos. Esse serviço tem como finalidade medir a produção de leite e seus componentes, por lactação, objetivando a comparação entre indivíduos. Além disso, gera relatórios e gráficos com informações sobre reprodução, nutrição, produção e qualidade do leite individual dos animais. Considerando-se o rebanho, os relatórios auxiliam os produtores e técnicos na gestão da propriedade, apontando medidas mais eficientes para o processo produtivo de seus animais e maior rentabilidade econômica. Outros benefícios são o controle leiteiro, de grande importância para os animais que participam de exposições, visto que pode aumentar a somatória de pontos obtidos pelo animal ao longo de todo o julgamento. Por fim, também é fundamental para a evolução de animais Puro por Cruza (PC) para Puro de Origem (PO).

O controle leiteiro é a prova zootécnica mais importante para bovinos leiteiros. Este, além de acompanhar a evolução produtiva de uma vaca, serve de base para programas de melhoramento genético, nos quais auxilia na avaliação e na seleção de reprodutores machos e fêmeas capazes de gerar populações com maior potencial genético, bem como para testes de progênie. O PARLEITE oferece dois tipos de controle leiteiro: o controle leiteiro oficial e o controle leiteiro zootécnico. Na Tabela 2 estão descritas as principais diferenças entre eles.

Tabela 2 – Diferenças entre o Controle Leiteiro Oficial e o Controle Leiteiro Zootécnico

	Controle Leiteiro Oficial	Controle Leiteiro Zootécnico
Coleta	Controlador	Produtor
Qualidade do Leite	X	X
Saúde da Glândula Mamária	X	X
Reprodução	X	X
Nutrição	X	X
Regulamentado pelo MAPA	X	
Certificado Oficial de Lactação	X	
Dados de produção anexados ao pedigree do animal	X	
Avaliação genética	X	

Fonte: APCBRH (www.holandesparana.com.br).

O Controle Leiteiro Oficial é realizado por um técnico (controlador), treinado e credenciado pela APCBRH, o qual representa o PARLEITE na execução, em virtude de os dados de produção serem anexados ao registro genealógico, conforme estabelecido pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

O Serviço de Controle Leiteiro Zootécnico traz todas as informações de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, CCS, ureia e informações do manejo reprodutivo, como o SCL; porém, esses dados não são anexados ao registro genealógico.

SERVIÇO DE GESTÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE (GCQ)

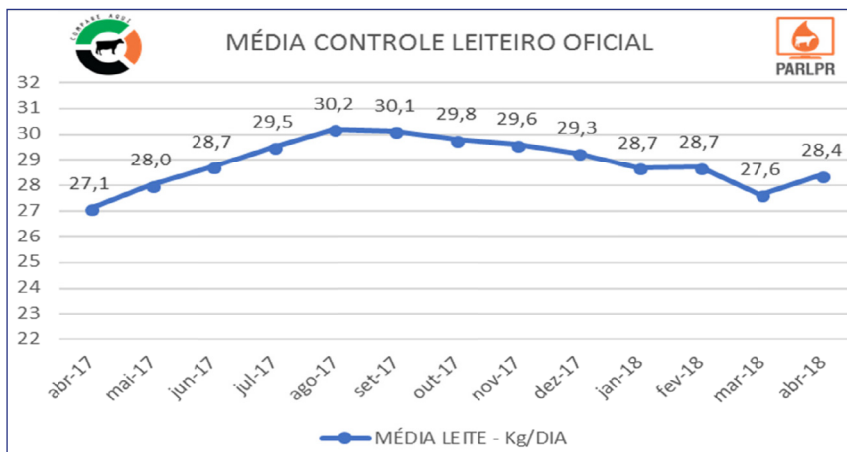
O GCQ tem por finalidade a análise individual do leite, informando ao criador o resultado de cada animal da propriedade reunindo dados sobre gordura, proteína, lactose, sólidos totais, ureia e CCS. Isso possibilita uma melhor gestão do rebanho e tem o potencial de aumentar continuamente a produção, a qualidade do leite e a lucratividade da propriedade.

Com os dados obtidos nas análises individuais de leite, é possível desenvolver um plano de ação corretivo ou preventivo no manejo nutricional (o que melhora o balanceamento da dieta) e no manejo sanitário (com o monitoramento da saúde da glândula mamária e a identificação dos animais que, por sua CCS, mais impactam a produção de leite). Entre as vantagens estão o diagnóstico de novos casos de mastites subclínicas, a identificação de animais crônicos, o que permite compor uma linha de ordenha para diminuir

a transmissão de agentes contaminantes de um animal para o outro, além de poder observar a efetividade nos tratamentos dos casos de mastite.

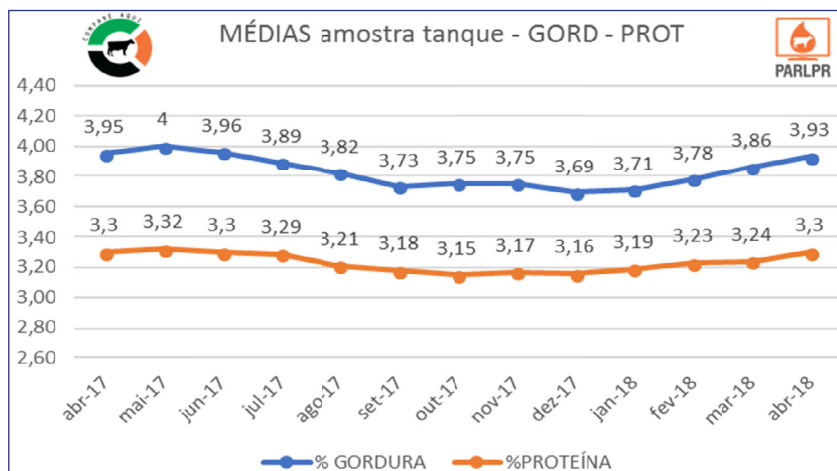
Conforme Allore et al. (1998), a CCS de cada vaca é utilizada como medidor de saúde do úbere, ao passo que a CCS no tanque de leite é utilizada como medidor de qualidade do leite. A APCBRH, com os testes já mencionados (SCL e GCQ) busca diagnosticar precocemente os animais que apresentam quadros de mastite subclínica, envolvendo tanto novos casos de infecção quanto casos crônicos no rebanho. Com base nas informações obtidas mediante testes de análise de leite individual, é possível mensurar a média de dados dos rebanhos com controle leiteiro oficial, conforme mostram os Gráficos 1, 2 e 3 e os Tabelas 3 e 4.

Gráfico 1 – Média de produção de leite kg/dia do Serviço de Controle Leiteiro Oficial de 2017-2018



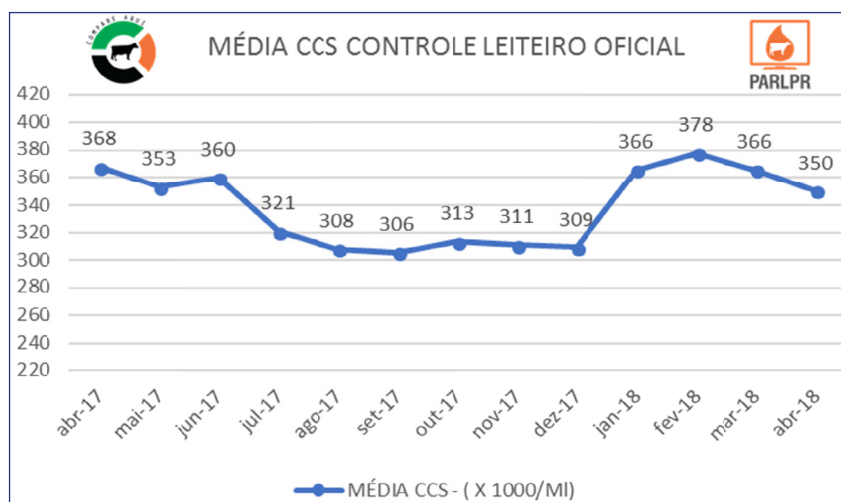
Fonte: APCBRH (www.holandeparana.com.br)

Gráfico 2 – Média percentual de produção de gordura e proteína do Serviço de Controle Leiteiro Oficial de 2017-2018



Fonte: APCBRH (www.holandeparana.com.br)

Gráfico 3 – Média de contagem de células somáticas (CCS), Controle Leiteiro Oficial de 2017-2018



Fonte: APCBRH (www.holandeparana.com.br)

Tabela 3 - Números de controlados durante o período de 2017-2018

PARLEITE	Nº de animais controlados
Animais controlados	44.200
Rebanhos controlados	407
Média kg/leite/dia	28,61
% Gordura	3,60
% Proteína	3,24
Células somáticas (×1000 células/ml)	341
Controles mensais – ano	530.395

Fonte: APCBRH (www.holandesparana.com.br)

Tabela 4 - Controle leiteiro durante o ano de 2017

Filiadas	Clientes	%	Animais	%
Paraná	407	55,5	44.200	64,5
Minas Gerais	81	11,1	7.902	11,5
São Paulo	58	7,9	6.890	10,0
Rio Grande Sul	73	10,0	2.969	4,3
Santa Catarina	58	7,9	2.903	4,2
Espírito Santo	16	2,2	1.959	2,9
Goiás	31	4,2	1.464	2,1
Pernambuco	9	1,2	272	0,4
Total	733		68.559	

Fonte: APCBRH (www.holandesparana.com.br)

Anualmente, a APCBRH realiza um levantamento das propriedades que obtiveram as melhores médias de CCS do CLO. Este levantamento realizado no Paraná com 44.200 animais controlados em 407 propriedades coleta dados também de média de *produção*, *% de Gordura* e *% de Proteína*.

CASOS DE SUCESSOS USANDO O CONTROLE LEITEIRO OFICIAL

São exemplos de sucesso do uso da ferramenta de controle leiteiro oficial na rotina gerencial e nos procedimentos operacionais as seguintes propriedades:

1º Propriedade:

Sítio São Sebastião (propriedade de José Nelson Stockler), localizado no município de Castro, no Paraná. O sítio conta com média de 88 animais em lactação e, após coleta e análise dos dados do CLO, conseguiu manter

uma média anual de CCS de 60.000 células/mL, com média de produção de leite de 35,97 litros/vaca/dia.

2º Propriedade:

Fazenda Melkstad Agropecuária Ltda., localizada no município paranaense de Carambeí. A propriedade conta com média de 1.029 animais em lactação, com uma produção média de leite de 35,84 litros/vaca/dia e média anual de CCS 138.000 células/mL.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para produzir leite abaixo de 200.000 células/mL, é imprescindível buscar eficiência na gestão de pessoas e aplicar processos simples e eficazes. É possível produzir leite com qualidade em qualquer nível de produção; para isso, são necessários treinamentos contínuos, estruturas funcionais, tecnologias e um manejo adequado.

REFERÊNCIAS

ALLORE, H. G. et al. Selecting linear-score distributions for modelling milk-culture results. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 33, p. 11-29, 1998.

ARCURI, E. F. et al. Qualidade microbiológica do leite refrigerado nas fazendas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 58, n. 3, p. 440-446, 2006.

BATISTA, A. F. B. et al. Importância do controle da mastite bovina e seus impactos econômicos na produção de leite. **Anais da Semana do Curso de Zootecnia-SEZUS**, v. 11, n. 1, 2017.

BURCHARD, J. F.; BLOCK, E. Nutrição do gado leiteiro e composição do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1., 1998, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, p. 16-19, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte de leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 dez. 2011.

BUENO, V. F. F. et al. Contagem celular somática: relação com a composição centesimal do leite e período do ano no Estado de Goiás. **Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 848-854, 2005.

CAVALCANTI, E. R. C. et al. Avaliação microbiológica em ordenha mecânica antes e após adoção de procedimento orientado de higienização. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. v. 17, n. 1, p. 3-6, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Leite e derivados**. n. 61, p. 1-7, 2017.

DÜRR, J. W. Programa nacional de melhoria da qualidade do leite: uma oportunidade única. In: DÜRR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. **O compromisso com a qualidade do leite**. Passo Fundo: Editora UPF, 2004. p. 38-55.

FONSECA, L. F. L.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle de mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.

KITCHEN, B. J. Review of the progress of dairy science: bovine mastitis: milk compositional changes and related diagnostic tests. **Journal of Dairy Research**, v. 48, p. 167-188, 1981.

MAGALHÃES, H. R. Influência de fatores de ambiente sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 415-421, 2006.

OLIVEIRA, A. A. **Qualidade e segurança da produção de leite**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011.

PERES NETO, F.; ZAPPA, V. Mastite em vacas leiteira: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.16, 2011.

PHILPOT, W. N.; NIKERSON, S. C. **Mastitis: counter attack**: a strategy to combat mastites. Naperville: BabsonBros, 1991.

RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JÚNIOR, W.; BUSS, H. Qualidade de leite. In: BITENCOURT, D.; PEGORARO, L. M. C.; GOMES, J. F. (ed.). **Sistemas**

de pecuária de leite: uma visão na região de clima temperado.

Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000. p. 175-195.

SANTOS, M. V. Efeitos da mastite sobre a qualidade do leite e dos derivados lácteos. In: CONGRESSO PANAMERICANO DE QUALIDADE DO LEITE E CONTROLE DE MASTITE, 2002, Ribeirão Preto. **Anais [...]** Ribeirão Preto: Instituto Fernando Costa, 2002. p. 179-188.

SANTOS, M. V. Aspectos não microbiológicos afetando a qualidade do leite. In: DURR, J. W.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, M. V. **O compromisso com a qualidade do leite.** Passo Fundo: Editora UPF, 2004. p.269-283.

SANTOS, M. V. O uso da CCS em diferentes países. In: MESQUITA, A. J., DURR, J. W.; COELHO, K. O. **Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil.** Goiânia: Talento, 2006. p. 181-197.

SANTOS, M. V.; FONSECA, L. F. L. **Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite.** Barueri: Manole, 2007.

SANTOS, M. V. Presença de mastite pode aumentar a contaminação do leite. **Mundo do leite.** São Paulo, n. 59, p. 16-18, fev./mar. 2013.

SCHAELLIBAUM, M. Efeitos de altas contagens de células somáticas sobre a produção e qualidade de queijos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE A QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Curitiba. **Anais [...]** Curitiba, 2000. p.21-26.

SILVA, M. V. et al. A mastite interferindo no padrão de qualidade do leite: uma preocupação necessária. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária,** São Paulo, n. 14, jan. 2010.

SIMÕES, T. V. M. D.; OLIVEIRA, A. A. **Mastite bovina:** considerações e impactos econômicos. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012.

TRONCO, V. N. **Manual para inspeção da qualidade do leite.** 4. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, 2010.

ZOCAL, R. Produtividade animal: Sul é referência, In: RENTERO, N. (ed.) **Anuário leite 2018:** indicadores, tendências e oportunidades para quem vive no setor leiteiro. Embrapa. 2018. p.46-56.

WELLS, S. J.; OTT, S. L. What is the current milk quality in the US?
In: NATIONAL MASTITIS COUNCIL ANNUAL MEETING, St. Louis.
Proceedings [...] Madison: National Mastitis Council, p. 10-18, 1998.

CONTROLE DA MASTITE CLÍNICA EM REBANHOS LEITEIROS

Tiago Tomazi

Gustavo Freu

Breno Luis Ney Garcia

Marcos Veiga dos Santos

INTRODUÇÃO

A mastite está entre as doenças que mais acomete vacas leiteiras e está associada com a redução da produtividade e da rentabilidade dos rebanhos (RUEGG, 2017). A mastite pode ter etiologia infecciosa ou não infecciosa. O quadro infeccioso acontece quando o agente patogênico, por oportunismo ou colonização do canal do teto, invade e multiplica-se no tecido mamário. Quanto à forma de apresentação, a mastite pode ser classificada em clínica (MC; alterações visíveis nas características do leite e/ou do úbere) ou sub-clínica (MSC; alterações na composição do leite). Ainda, a mastite pode ser classificada em contagiosa ou ambiental de acordo com o perfil de transmissão e a capacidade de adaptação dos patógenos aos diferentes reservatórios (HOGAN, SMITH, 2003).

O uso de antimicrobianos continua sendo uma das principais formas de tratamento de MC em vacas leiteiras. No entanto, o uso indevido e não consciente de antibióticos para tratamento da mastite, além de impactar na receita da fazenda, é fator de risco para o aumento da resistência bacteriana. Adicionalmente, a maioria das ocorrências de resíduos de antibióticos em produtos de origem animal foi associada a tratamentos para mastite (ERSKINE; WAGNER; DEGRAVES, 2003), especialmente em sua forma clínica (SAINI et al., 2012a). Programas terapêuticos baseados na identificação do microrganismo causador da mastite aumentam a assertividade dos tratamentos e podem reduzir o uso de antimicrobianos em rebanhos leiteiros.

O tratamento seletivo de MC baseado em resultados de cultura microbiológica do leite na fazenda tem possibilitado o uso de protocolos

terapêuticos direcionados para vacas leiteiras com MC. Programas de cultura na fazenda (PCF) contribuem para a redução do uso de antimicrobianos em rebanhos leiteiros sem afetar as taxas de cura da infecção intramamária (IIM). A implantação de PCF para tratamento seletivo da MC pode promover benefícios ao setor produtivo de leite ao viabilizar a redução dos custos associados a tratamentos e descarte de leite, e a redução do risco de resistência dos patógenos causadores de mastite aos antimicrobianos.

MASTITE EM VACAS LEITEIRAS

A mastite é caracterizada por um processo inflamatório na glândula mamária, desencadeado pela invasão de microrganismos patogênicos via canal do teto. Uma vez na glândula mamária, as bactérias podem utilizar os substratos disponíveis no órgão para replicarem-se e resistirem às defesas do sistema imune da vaca (HOGAN, SMITH, 2003). De acordo com o reservatório primário dos microrganismos, a mastite pode ser classificada em ambiental ou contagiosa.

Patógenos ambientais são adaptados a sobreviver no ambiente extra-mamário e não necessitam de um hospedeiro para sua multiplicação, embora sejam capazes de causar infecções oportunistas (HOGAN, SMITH, 2003). O acesso de bactérias oportunistas ao tecido mamário resulta em uma resposta inflamatória imediata. Esse mecanismo de defesa é desencadeado para controlar a multiplicação dos patógenos no interior da glândula mamária (BURVENICH et al., 2003). A mastite causada por patógenos ambientais pode se apresentar na forma clínica ou subclínica. Fatores associados com características da vaca (como idade, estágio de lactação, competência do sistema imune), do agente causador (por exemplo, patogenicidade e virulência), ou do ambiente (como condições de higiene) podem influenciar a forma de apresentação e a gravidade da IIM (OLIVEIRA et al., 2015).

Por outro lado, a mastite contagiosa é causada por patógenos adaptados a sobreviver na glândula mamária, os quais são transmitidos entre as vacas ou entre os quartos mamários principalmente durante a ordenha (KEEFE, 2012). Infecções intramamárias causadas por patógenos contagiosos manifestam-se principalmente na forma subclínica (BRADLEY, 2002). Uma revisão de 11 estudos realizados em países europeus e norte-americanos relatou que a prevalência de MC causada por patógenos contagiosos variou de 0 a 23%, ao passo que para coliformes e *Streptococcus* ambientais variou de

31 a 61% dos casos (RUEGG, 2012). Essa diferença entre as proporções de isolamento de patógenos contagiosos e ambientais se deve, principalmente, à adoção de programas específicos de prevenção e controle de patógenos contagiosos, especialmente em países com pecuária leiteira desenvolvida (RUEGG, 2012).

Com a disponibilidade de métodos moleculares de identificação microbiológica, a distinção clássica entre agentes contagiosos e ambientais parece ter menos sustentação (ZADOKS et al., 2011). Estudos recentes têm sugerido que agentes antes classificados como ambientais também podem apresentar perfil contagioso e vice-versa (LUNDBERG et al., 2016).

Outra classificação da mastite é atribuída segundo a forma de apresentação. Essa classificação considera a sintomatologia da IIM, a qual pode ser clínica ou subclínica. A MSC é uma condição em que tanto o úbere quanto o leite não apresentam alterações visuais, embora a glândula mamária possa estar com um processo inflamatório decorrente de IIM (DAMM et al., 2017). Em resposta a um processo infeccioso, a glândula mamária promove a passagem de células do sistema imune (células somáticas) para o sítio inflamatório. Dessa forma, existe uma correlação forte entre a presença de uma IIM e o aumento da contagem de células somáticas (CCS) do leite (HARMON, 1994).

Por outro lado, a MC é caracterizada por alterações visíveis nas características do leite e/ou na glândula mamária (REES; FISCHER-TENHAGEN; HEUWIESER, 2017). Em alguns casos, estas alterações podem estar associadas com mudanças comportamentais, febre, letargia e desidratação devido ao desconforto gerado pelo processo inflamatório (FOGSGAARD; BENNEDSGAARD; HERSKIN, 2015). De acordo com a gravidade, a MC pode ser classificada em três escores: (1) leve, quando há apenas alterações nas características visuais do leite; (2) moderado, em caso de alterações no aspecto do leite acompanhadas de sintomas na glândula mamária; e (3) grave, na manifestação de alteração visual do leite com sinais de inflamação no úbere e alterações sistêmicas (WENZ; GARRY; BARRINGTON, 2006).

Em países com pecuária leiteira desenvolvida, a MC apresenta um perfil mais bem caracterizado quanto a etiologia, epidemiologia, formas de diagnóstico e tratamento, e com relação aos fatores de risco associados com

a perda de produção de leite (HERTL et al., 2011, OLIVEIRA et al., 2013). Estudos realizados na última década relataram uma variação significativa na taxa de incidência de MC (TIMC), com frequências que variam de 22 casos a cada 100 vacas-ano em rebanhos do Canadá (REYHER et al., 2011) até 55 casos a cada 100 vacas-ano em rebanhos da Irlanda (MORE; CLEGG; O'GRADY, 2012). Diferenças nos critérios de seleção, condições ambientais, instalações, estações do ano, métodos de amostragem e critérios para definir os casos de MC são alguns dos fatores que podem ter contribuído para a variação dos resultados entre os estudos (OLDE RIEKERINK et al., 2008).

CARACTERIZAÇÃO DA MASTITE CLÍNICA EM REBANHOS DO BRASIL

Apenas dois estudos recentes caracterizaram a MC em rebanhos leiteiros no Brasil (OLIVEIRA et al., 2015; TOMAZI et al. 2018). Oliveira et al. (2015) determinaram a frequência, a etiologia e os fatores de risco associados com a MC em oito rebanhos brasileiros nos estados de São Paulo e Minas Gerais. O estudo foi realizado recorrendo-se a um banco de dados com registro de 12.464 casos ocorridos durante um período de 65 meses. A média anual de incidência de MC acumulada durante o período de estudo foi de 27% para as vacas primíparas e de 31% para multíparas. Coliformes (19%) foram os patógenos com maior frequência de isolamento, seguidos de *Staphylococcus* coagulase negativa (SCN; 9%), *Streptococcus* spp. (5%), *Streptococcus uberis* (5%) e *Streptococcus agalactiae* (4%). Um total de 41% das culturas microbiológicas não apresentou crescimento microbiano.

Com relação aos fatores de risco associados à MC, o número de casos clínicos no mês anterior de lactação apresentou correlação positiva com a ocorrência da doença (OLIVEIRA et al., 2015). A ocorrência de um caso prévio de MC aumentou em 18 vezes a chance de uma vaca primípara apresentar um novo caso; já a ocorrência de 2 casos prévios aumentou em 10 vezes as chances de ocorrência de um terceiro caso de MC. Quanto à CCS de vacas primíparas, para cada aumento de uma unidade de log de CCS na lactação anterior, houve 2,3 vezes mais chances de ocorrência de MC na lactação em análise. A estação das chuvas (outubro a março) aumentou o risco de MC em 1,2 vezes em relação à estação seca do ano (abril-setembro). Conforme os patógenos isolados, vacas primíparas tiveram maior risco de apresentar MC causada por SCN que vacas multíparas. Vacas primíparas

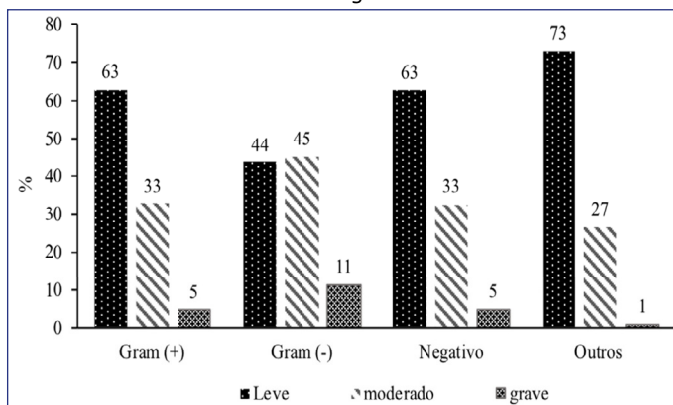
de raças europeias (maioria da raça Holandesa) tiveram 5 vezes mais chance de apresentar MC causada por SCN em comparação com vacas primíparas cruzadas (principalmente vacas da raça Girolando).

Oliveira et al. (2015) relataram também os fatores de risco associados com a ocorrência de MC em vacas adultas (≥ 2 lactações). Vacas com três ou mais lactações tiveram 0,9 vezes menos chance de apresentar MC do que vacas com uma ou duas lactações. Um caso prévio de MC aumentou em 20 vezes a chance de ocorrência de um novo caso. Vacas da raça Holandesa apresentaram 1,5 vezes mais chance de ocorrência de MC que vacas zebuínas. No que diz respeito à etiologia, vacas adultas tiveram 1,6 vezes mais chance de apresentar MC causada por *Strep. agalactiae* que vacas primíparas.

Em outro estudo realizado no Brasil, foi caracterizada a taxa de incidência, a etiologia e os fatores de risco associados com a MC em 20 rebanhos da região sudeste (TOMAZI et al. 2018). Dados foram registrados em cada rebanho por um período de 8 a 15 meses. Um total de 5.957 casos de MC ocorridos em 2.637 vacas foram identificados durante o período de estudo, dos quais 4.212 tiveram amostras de leite coletadas para cultura microbiológica. Os patógenos com maior frequência de isolamento foram *Escherichia coli* (6,6% do total das culturas), *Streptococcus uberis* (6,1%) e *Streptococcus agalactiae* (5,9%). Além disso, 44% das amostras submetidas à cultura microbiológica neste estudo não apresentaram crescimento bacteriano. Frequências de cultura negativa superiores a 40% também foram descritas em outros estudos que avaliaram amostras de leite coletadas de casos de MC (OLDE RIEKERINK et al., 2008; PINZON-SANCHEZ, RUEGG, 2011; CORTINHAS et al., 2016).

De acordo com a gravidade da MC, a maioria dos casos apresentou sintomatologia leve (60,3%), ao passo que 34,1% foram casos moderados e 5,6% graves. Isolamento de bactérias gram-negativas foi mais frequente nos casos graves de MC (11%) que os ocorridos nos casos de cultura negativa (5%) ou com isolamento de bactérias gram-positivas (5%), conforme registra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Distribuição dos escores de gravidade de acordo com o grupo de patógenos isolado em 3.824 casos de mastite clínica identificados em 20 rebanhos leiteiros da região sudeste do Brasil.

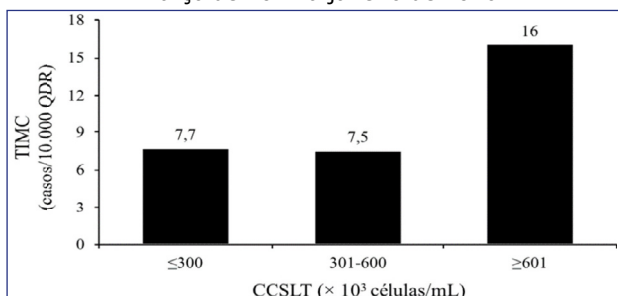


Nota: Nem todos os casos de MC identificados no estudo tiveram registro de gravidade.

Fonte: adaptado de TOMAZI (2017).

A TIMC mensal média foi de 9,7 casos por 10.000 quartos-dia em risco (aproximadamente 11% em nível de vaca), com uma variação entre os rebanhos de 1,9 a 21,7 casos por 10.000 quartos-dia em risco (2,3% a 25% em nível de vaca). Rebanhos com média geométrica de CCS do leite de tanque $\geq 601 \times 10^3$ células/mL tiveram TIMC mais altas (16 casos por 10.000 quartos-dia em risco) que rebanhos com CCS do leite de tanque $\leq 600 \times 10^3$ células/mL ($\leq 7,7$ casos por 10.000 quartos-dia em risco) conforme ilustrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Resultados do modelo misto de regressão logística descrevendo a associação entre a taxa de incidência de mastite clínica geral (TIMC; número de casos por 10.000 quartos-dia em risco) e a contagem de células somáticas do leite de tanque (CCSLT) em 20 rebanhos do sudeste do Brasil, avaliados de março de 2014 a janeiro de 2016



Fonte: Adaptado de TOMAZI (2017).

De acordo com os estudos realizados no Brasil, é possível verificar que enquanto alguns rebanhos têm um excelente controle de MC, outros continuam a ter o grande desafio de reduzir a ocorrência de novos casos da doença. Sobre a frequência de agentes causadores de MC, embora a maioria dos casos tenha sido causada por microrganismos ambientais (por exemplo, *E. coli* e *Strep. uberis*), patógenos contagiosos, particularmente *Strep. agalactiae* e *Staph. aureus*, continuam a ser uma causa importante de MC em rebanhos brasileiros.

CONTROLE DA MASTITE CLÍNICA

Programas de controle de mastite devem ser baseados na cura de IIM existentes e na prevenção de novos casos. Segundo o National Mastitis Council (NMC, 2001), as principais medidas de controle e prevenção da mastite foram resumidas em 10 pontos: (1) estabelecimento dos objetivos do programa de saúde da glândula mamária; (2) manutenção das condições de conforto e higiene; (3) realização adequada dos procedimentos de ordenha; (4) revisão e manutenção dos equipamentos de ordenha; (5) registro completo de dados; (6) uso de protocolos adequados de tratamento de MC; (7) terapia de vaca seca; (8) manutenção da biossegurança do rebanho, principalmente em relação à compra de animais; (9) monitoramento da saúde do úbere do rebanho; e (10) revisão periódica do programa de controle e prevenção de mastite. A implantação de programas de qualidade do leite foi associada à redução da incidência de MC em comparação a rebanhos que não contam com um programa definido (GREEN et al., 2007).

Na maioria dos programas de controle de MC, a escolha do tratamento é baseada nos escores de gravidade (leve, moderado e grave), sem considerar o potencial agente causador. De acordo com a gravidade do caso, o tratamento pode ser realizado com o uso de antibióticos (intramamários e/ou sistêmicos), fluidoterapia (oral e/ou endovenosa), anti-inflamatórios, e outros produtos terapêuticos de suporte, como soluções glicosadas, cálcio e vitaminas do complexo B.

Protocolos de tratamento eficazes incluem a avaliação de fatores de risco associados com a vaca, tais como: idade, estágio de lactação e histórico de casos de mastite anteriores. Vacas jovens, em estágios iniciais de lactação, com baixa CCS e sem histórico prévio de MC apresentam maiores chances de cura bacteriológica de um caso de MC após o tratamento com

antimicrobianos. Além disso, o sucesso do tratamento pode aumentar com a identificação prévia do patógeno causador da IIM por meio de procedimentos laboratoriais de cultivo bacteriano de amostras de leite. No entanto, para que a decisão do tratamento seja realizada com base nos resultados de cultura, é necessário ter à disposição os resultados de cultura em período inferior a 24 horas. Infelizmente, a disponibilidade dos resultados microbiológicos se torna difícil em laboratórios comerciais em razão de fatores como limitações de envio de amostras (distância entre a fazenda e o laboratório) e demora na liberação dos resultados definitivos dos testes convencionais de identificação microbiológica (5-8 dias).

Para contornar tais limitações, rebanhos têm implantado PCF, nos quais pequenos laboratórios são instalados na propriedade para realização de alguns procedimentos de identificação, principalmente para discriminação de patógenos gram-positivos, gram-negativos e casos de cultura negativa. Essa estratégia de manejo possibilitou a realização de protocolos de tratamento seletivos de MC, os quais não apresentaram prejuízo sobre os resultados de cura da IIM em comparação com protocolos de tratamento não seletivos (RUEGG et al., 2009).

De forma geral, as principais medidas de manejo que devem compor um programa de controle de MC são: cultura microbiológica para identificação de patógenos causadores; adequado manejo de ordenha (teste da caneca, utilização de desinfetantes de tetos antes e após a ordenha, uso de luvas e de papel toalha descartável); manutenção da higiene das instalações e alojamentos; capacitação dos colaboradores; revisão periódica do equipamento de ordenha; e descarte de vacas com mastite crônica e com alta reincidência de MC (> 3 casos).

USO DE ANTIMICROBIANOS PARA O TRATAMENTO DA MASTITE CLÍNICA

A mastite é a causa primária de uso de antimicrobianos na bovinocultura leiteira (MITCHELL et al., 1998). Esta doença infecciosa difere da maioria das outras doenças que afetam vacas leiteiras, pois mais de 100 espécies bacterianas apresentam potencial em infectar a glândula mamária (OLIVER, MURINDA, 2012). Antimicrobianos são usados rotineiramente na bovinocultura leiteira para tratar IIM clínicas e subclínicas, e para prevenir novos casos infecciosos durante o período seco. Os benefícios do

uso de antimicrobianos na bovinocultura leiteira incluem a manutenção da sanidade do rebanho, a redução da incidência de mastite, a redução da morbidade e da mortalidade das vacas, e a redução das cargas microbianas no leite para fornecer um produto de qualidade e seguro para os consumidores. Em contraste, o uso abusivo e muitas vezes imprudente de antimicrobianos pode estar associado com a emergência de resistência bacteriana (LEVY, MARSHALL, 2004). Além disso, o leite comercializado de vacas tratadas para mastite foi associado com alta incidência de resíduos de antimicrobianos (RUEGG, 2005). O risco de resíduos de antimicrobianos no leite cru não é apenas uma questão de saúde pública e segurança alimentar, mas também um fator econômico importante para o produtor e para a indústria de laticínios, os quais podem ser penalizados pela ocorrência de leite adulterado.

Um estudo desenvolvido em 20 rebanhos leiteiros dos Estados Unidos descreveu que 80% dos antimicrobianos consumidos foram usados para tratamento e prevenção de mastite (POL, RUEGG, 2007). Desse total, 38% foram usados para o tratamento intramamário de MC, 17% para tratamento sistêmico da MC, e 28% para tratamento de vaca seca. Para caracterizar o consumo de antimicrobianos nas fazendas, os autores estimaram a dose definida diária (DDD) como a dose máxima que uma vaca de 680 kg receberia segundo a prescrição da bula. A densidade de uso de drogas antimicrobianas (DUDA) foi expressa como o número de DDD por vaca adulta por ano (POL, RUEGG, 2007). Nesse estudo, a DUDA geral estimada foi de 5,4 DDD por vaca por ano, sendo 3,6 DDD/vaca/ano para antimicrobianos intramamários e 1,9 DDD/vaca/ano para antimicrobianos aplicados por via sistêmica. Do total de antimicrobianos intramamários, o tratamento de MC contribuiu com 2,0 DDD/vaca/ano comparado com 1,6 DDD/vaca/ano atribuídas ao tratamento de vaca seca. Do total de tratamentos sistêmicos, a distribuição de uso de antimicrobianos foi de 1,4 DDD/vaca/ano (tratamento de MC); 0,5 (tratamento de vaca seca); 0,4 (tratamento de doenças podais); 0,3 (tratamento de metrite); e 0,1 (tratamento de doenças respiratórias; POL, RUEGG, 2007).

Em outro estudo, a taxa de uso de antimicrobianos foi expressa em unidades de DDD/1.000 vacas/dia (SAINI et al., 2012a). A DDD foi calculada pela dosagem diária definida em bula (g/d) multiplicada pelo peso de uma vaca adulta de 600 kg. A taxa geral nacional de antimicrobianos usados, considerando-se todas as classes antimicrobianas e tratamento de todas as

enfermidades foi de 14,4 DDD/1.000 vacas/dia. As taxas de uso de antimicrobianos para as seis classes mais importantes foram: cefalosporinas (3,1 DDD/1.000 vacas/dia), penicilinas (2,6), combinações de penicilinas (2,2), tetraciclina (1,8), combinações de sulfa-trimetoprim (0,9), e lincosaminas (0,8). A taxa de uso de antimicrobianos administrados por via intramamária foi mais alta para tratamento de MC (3,5 DDD/1.000 vacas/dia) do que para o tratamento de vaca seca (1,6 DDD/1.000 vacas/dia). Em rebanhos canadenses, as penicilinas foram a principal classe de antimicrobianos usada para o tratamento de MC (2,2 DDD/1.000 vacas/dia) e tratamento de vaca seca (1,3 DDD/1.000 vacas/dia), conforme registraram SAINI et al. (2012a).

Tendo em vista que o uso de antimicrobianos tem relação com o aumento da resistência dos patógenos às drogas utilizadas, um estudo avaliou a associação entre o uso de antimicrobianos e a resistência de *Staph. aureus* isolados de casos de MC em 89 rebanhos do Canadá (SAINI et al., 2012b). A taxa de uso de penicilina e pirlimicina aplicados por via intramamária foi positivamente associada com a resistência de *Staph. aureus* aos antimicrobianos. Da mesma forma, as penicilinas e o florenicol utilizados por via sistêmica para o tratamento de IIM foram relacionados com a resistência de *Staph. aureus* isolados da MC. No mesmo estudo, diferenças nos perfis de resistência de *Staph. aureus* aos antimicrobianos foram observadas entre quatro regiões do Canadá (SAINI et al., 2012b).

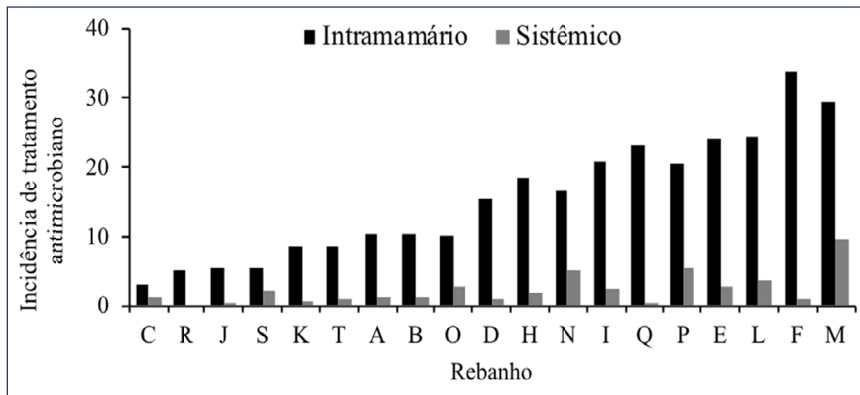
Um estudo recente desenvolvido no Brasil avaliou o consumo de antimicrobianos para tratamento da MC em 19 rebanhos localizados nos estados de São Paulo e Minas Gerais (TOMAZI, 2017). O uso de antimicrobianos foi quantificado mensalmente (durante 12 meses) em unidades de DDD e expressa como incidência de tratamento antimicrobiano (ITA), que indica o número de DDD por 1.000 vacas em lactação/dia. A média de ITA mensal foi de 17,7 DDD por 1.000 vacas em lactação/dia (15,4 para produtos intramamários, e 2,2 para produtos sistêmicos), como ilustrado no Gráfico 3.

Entre os produtos intramamários, aminoglicosídeos tiveram a ITA mais alta (11,7 DDD por 1.000 vacas em lactação/dia), ao passo que para os compostos administrados por via sistêmica, fluoroquinolonas (4,2 DDD por 1.000 vacas em lactação/dia) foram os antimicrobianos usados com mais frequência. O tamanho do rebanho e a CCSLT foram positivamente associados com o consumo de antimicrobianos. Além disso, a ITA foi mais

alta em rebanhos com sistema do tipo *freestall* do que em rebanhos com sistema tipo *compost barn*.

O uso de compostos sistêmicos foi 3,25 vezes maior que o uso intramamário quando o consumo de antimicrobianos foi quantificado pela quantidade total (mg) de princípios ativos utilizados. Um total de 38 kg de princípio ativo foi utilizado durante o período de estudo, dos quais 8,9 kg foram administrados pela via intramamária, enquanto 29,1 kg foram administrados pela via sistêmica (intramuscular ou endovenosa). Esse resultado foi atribuído principalmente à alta frequência de protocolos não descritos em bula (como terapia combinada). O uso de terapia combinada, ou seja, a associação de antimicrobianos intramamários e sistêmicos, foi relatado em mais de 64% dos tratamentos ao nível de vaca; além disso, o número médio de administrações para a maioria dos antimicrobianos foi maior do que o recomendado em bula para a maioria dos antimicrobianos.

Gráfico 3 – Distribuição da incidência de tratamento antimicrobiano (DDD/1.000 vacas em lactação/dia) de compostos administrados pela via intramamária e sistêmica para o tratamento de mastite clínica em 19 rebanhos leiteiros avaliados durante 12 meses



Fonte: Adaptado de TOMAZI (2017).

Algumas das classes de antimicrobianos com alta frequência de uso em rebanhos do Brasil (TOMAZI, 2017), por exemplo, as fluoroquinolonas e as cefalosporinas de terceira e quarta geração, foram classificadas como críticos para tratamento de doenças importantes na medicina humana pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Esses resultados levantam a preocupação com a proliferação de cepas bacterianas resistentes e,

consequentemente, com a redução da eficácia do tratamento antimicrobiano em infecções que acometem humanos e animais. Adicionalmente, é necessário maior conscientização sobre o uso racional de antimicrobianos para tratamento da mastite em rebanhos leiteiros do sudeste do Brasil.

TRATAMENTO SELETIVO DA MASTITE CLÍNICA COM BASE EM PROGRAMAS DE CULTURA NA FAZENDA

A mastite é a principal causa de uso de antimicrobianos em fazendas leiteiras (POL, RUEGG, 2007; SAINI et al., 2012b). No entanto, parte dos tratamentos realizados pode não ser justificado quando a cultura apresenta resultado negativo (sem crescimento). Além disso, em mais de 50% dos casos de MC causados por bactérias gram-negativas, pode ocorrer cura do processo infeccioso somente por ação do sistema imune das vacas (RUEGG, 2012).

Mesmo que os sinais clínicos possam ser sugestivos de IIM causada por alguns grupos de patógenos, a detecção da MC é baseada em sinais não específicos de inflamação, o que impossibilita a identificação do agente infeccioso com base apenas em alterações ocorridas no leite e/ou na vaca. Diante disso, a melhor forma de diagnosticar um patógeno causador de mastite é por meio da cultura microbiológica. No entanto, apesar de existir essa possibilidade em nível laboratorial, poucas fazendas realizam cultura dos casos de MC para tomar decisões de tratamento (HOE; RUEGG, 2005). Parte disso se deve ao fato de que, mesmo com o envio de amostras de leite de vacas com MC para identificação microbiológica em laboratórios especializados, dificilmente os resultados estarão disponíveis para tomada de decisão em período inferior a 24 horas desde o diagnóstico da doença.

Para contornar tal limitação, PCF estão sendo implantados em rebanhos leiteiros para o tratamento direcionado e/ou seletivo da MC. Estes programas permitem aos produtores de leite tomar decisões estratégicas de tratamento, o que pode resultar na redução do uso de antimicrobianos, mantendo a eficiência do tratamento e preservando o potencial produtivo da vaca (LAGO et al., 2011a). Além disso, os PCFs podem reduzir tanto o custo total com tratamento quanto os riscos de resíduos de antimicrobianos no leite comercializável e de seleção de bactérias resistentes.

Em PCF, as análises microbiológicas são realizadas por funcionários treinados sem conhecimento aprofundado de microbiologia. Tais métodos são baseados no uso de técnicas laboratoriais simplificadas, as quais identificam

de forma rápida o agente causador ou o grupo ao qual o microrganismo pertence (gram-negativo ou gram-positivo). Os resultados microbiológicos são obtidos de 16 a 24 horas após a inoculação do leite, o que auxilia na escolha do protocolo terapêutico a ser usado em cada caso de MC.

O método mais simples de PCF é realizado com o uso de placas bi-partidas, as quais possibilitam diferenciar infecções causadas por bactérias gram-positivas de gram-negativas, além de indicar a ausência de crescimento microbiano (cultura negativa). Após 24 horas de incubação, as placas são avaliadas e o protocolo terapêutico é realizado de acordo com os resultados de cultura. A interpretação após 24 horas de incubação apresentou precisão de 80% na diferenciação de patógenos gram-positivos de gram-negativos em comparação com metodologias realizadas em laboratórios especializados (LAGO et al., 2011a).

Casos de MC de graus leve e moderado diagnosticados em rebanhos leiteiros dos Estados Unidos e do Canadá foram avaliados em um PCF em comparação com a tratamento não seletivo de MC (LAGO et al., 2011a). Quartos mamários incluídos no grupo de tratamento não seletivo receberam infusões intramamárias de antimicrobianos imediatamente após o diagnóstico da MC. Quartos mamários incluídos no PCF tiveram amostras de leite coletadas e submetidas à cultura microbiológica na fazenda. Apenas quartos mamários com isolamento de microrganismos gram-positivos ou com isolamento de cultura mista (≥ 2 agentes na mesma cultura) receberam antimicrobiano intramamário após 18 a 24 horas de incubação da amostra de leite. Quartos mamários com isolamento de bactérias gram-negativas ou sem crescimento microbiológico na cultura não receberam antimicrobianos e foram monitorados por 36 horas quanto à evolução do caso. A proporção de quartos mamários que receberam antimicrobianos no grupo de tratamento não seletivo foi de 100%, ao passo que apenas 51% dos quartos mamários submetidos ao PCF receberam antimicrobianos. Não foi observada diferença significativa entre os grupos quanto aos dias até a cura clínica (2,7 *vs.* 3,2 dias), cura bacteriológica após 21 dias do caso de MC (71 *vs.* 60%) e ocorrência de novas IIM em 21 dias (50 *vs.* 50%), conforme reportaram Lago et al. (2011a). Em outro estudo com o mesmo banco de dados, não foi observada diferença entre os grupos de tratamento imediato em comparação com o PCF quanto aos dias até a recorrência de um caso de MC no mesmo quarto mamário (78 *vs.* 82 dias), escore linear de células somáticas (4,2 *vs.* 4,4), produção de leite

(30,0 *vs.* 30,7), e risco de descarte ou morte da vaca acometida até o final da lactação (28 *vs.* 32%), como encontrado por LAGO et al. (2011b).

Outro estudo avaliou o impacto econômico de diferentes durações de tratamento (2, 5 ou 8 dias) de MC realizados em vacas em início de lactação sobre vários cenários de distribuição de patógenos identificados em PCF (PINZÓN-SÁNCHEZ; CABRERA; RUEGG, 2011). Os protocolos de tratamento avaliados foram: (a) uso de cultura na fazenda e aguardo do resultado para a decisão de tratamento; (b) uso de cultura na fazenda e início do tratamento no momento do diagnóstico, com posterior ajuste do diagnóstico dependendo do resultado de cultura; e (c) tratamento imediato de todos os casos após o diagnóstico. Os custos totais de cada protocolo de MC incluíram os gastos com o diagnóstico e o tratamento inicial, os tratamentos adicionais, a mão de obra, o descarte de leite, a perda de potencial de produção causada por MC e MSC, e o risco de descarte e transmissão da IIM. Do ponto de vista econômico, a melhor estratégia foi tratar os casos de MC com isolamento de patógenos gram-positivos durante dois dias, e não tratar casos leves e moderados de MC causados por patógenos gram-negativos, ou quando a cultura não apresentou crescimento microbiológico. O uso de terapias estendidas (5 ou 8 dias) resultaram nos piores resultados considerando o custo-benefício do programa terapêutico (PINZÓN-SÁNCHEZ; CABRERA; RUEGG, 2011).

Outro método comercialmente disponível para a realização de cultura na fazenda utiliza meios cromogênicos que possibilitam a diferenciação entre as principais espécies causadoras de mastite. Nesse método, enzimas específicas produzidas por cada microrganismo reagem com componentes presentes no meio de cultura promovendo a formação de cromóforos que, por sua vez, alteram a coloração do ágar, possibilitando a diferenciação entre as espécies de interesse (GANDA et al, 2016). Em razão da praticidade e da rapidez na obtenção dos resultados, os meios cromogênicos apresentam-se como uma abordagem eficiente e inovadora para PCF, apesar de ainda ser um método recente e pouco difundido.

Ferreira et al. (2018) compararam quatro métodos comerciais para uso em PCF, sendo três meios não cromogênicos com diferentes composições em placas de Petri (uma biplaca e duas quadriplas) e um meio de cultura cromogênico. A eficiência dos métodos foi comparada por meio dos seguintes preditores: acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo,

valor preditivo positivo e coeficiente kappa (k). Um total de 211 amostras de leite foram inoculadas nos meios testados e os resultados foram comparados com métodos de diagnóstico laboratorial e identificação por MALDI-TOF MS. O meio cromogênico apresentou valores superiores aos demais métodos em todos os preditores de eficiência testados e foi descrito como o método mais preciso para a identificação de patógenos causadores de mastite.

AVALIAÇÃO DE UM PCF EM REBANHOS LEITEIROS DO BRASIL

Um estudo desenvolvido pela equipe Qualileite-FMVZ/USP avaliou três rebanhos com média de 218 (variação de 138 a 318) vacas em lactação distribuídos nos estados de São Paulo (n = 1) e Minas Gerais (n = 2). Os objetivos do estudo foram avaliar um PCF com foco na redução de uso de antimicrobianos e aos riscos de cura bacteriológica e novas IIM. A cultura na fazenda foi realizada por meio da inoculação de leite em placas bipartidas contendo os seguintes meios de cultura: Agar MacConkey (meio seletivo para bactérias gram-negativas) e Agar sangue (meio de cultura não seletivo). Após incubação, as placas foram examinadas de acordo com o crescimento microbiológico nos meios de cultura das placas bipartidas:

- (a) **Gram-positivo:** crescimento somente em Agar sangue;
- (b) **Gram-negativo:** crescimento no Agar MacConkey e Agar Sangue, com mesmo aspecto de crescimento;
- (c) **Cultura negativa:** ausência de crescimento em ambos os meios de cultura.

Além da amostra coletada no momento do diagnóstico, outras duas amostras foram coletadas aos 14 e 21 dias após o diagnóstico para avaliação dos riscos de cura bacteriológica e de novas IIM, e foram analisadas segundo recomendações do National Mastitis Council (1999).

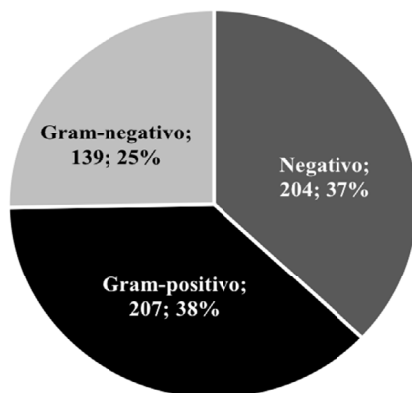
A decisão de tratamento com uso de antimicrobianos foi tomada com base nos resultados finais da cultura microbiológica na fazenda:

- a) vacas com MC grave e/ou com cultura de bactérias Gram-positivas ou mistas (dois ou mais agentes no estriamento de inoculação) foram submetidas ao tratamento de acordo com o protocolo adotado na fazenda;
- b) casos de MC leve ou moderada e com crescimento de bactérias Gram-negativas ou sem crescimento microbiano não receberam tratamento antimicrobiano.

Vacas com qualquer resultado de cultura que não apresentaram melhora dos sintomas clínicos em 36 horas após o diagnóstico da mastite foram submetidas ao tratamento de acordo com o protocolo de cada fazenda.

Um total de 553 casos de MC de gravidade leve ($n = 433$; 78,3%) e moderada ($n = 120$; 21,7%) foram registrados durante um período de 10 a 12 meses em cada rebanho selecionado para o estudo. Desse total, 550 casos apresentaram resultado de cultura na fazenda, dos quais 207 (38%) tiveram isolamento de bactérias gram-positivas e 139 (25%) de bactérias gram-negativas. Além disso, 204 casos (37%) não apresentaram crescimento microbiológico após 48 horas de incubação (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Frequência dos resultados de cultura microbiológica na fazenda de 550 casos de mastite clínica de gravidade leve e moderada identificados em três rebanhos leiteiros da Região Sudeste do Brasil



Do total de amostras de leite coletadas no momento do diagnóstico de MC ($n = 550$) e submetidas à análise de cultura microbiológica em laboratório especializado, 93,5% ($n = 517$) apresentaram resultado de cultura. Destas, 27,7% ($n = 143$) foram bactérias gram-positivas, 18% ($n = 93$) gram-negativas, 4,3% ($n = 22$) foram *Prototheca* spp. ($n = 12$) ou levedura ($n = 10$), e 50,1% ($n = 259$) foram cultura negativa (Tabela 1). O patógeno com maior frequência de isolamento foi *E. coli* ($n = 63$; 12,2%), seguido de SCN ($n = 36$; 9,5%) e *Strep. dysgalactiae* ($n = 36$; 7,0%) (Tabela 1).

As culturas realizadas na fazenda apresentaram 72% de equivalência em comparação com os resultados obtidos no laboratório. Resultados de um estudo realizado em rebanhos canadenses reportaram uma precisão de 80% na diferenciação de patógenos gram-positivos de gram-negativos em comparação com metodologias realizadas em laboratórios microbiológicos (LAGO

et al., 2011a). No presente estudo, 96 amostras apresentaram crescimento microbiano na cultura realizada na fazenda e resultado negativo na cultura realizada no laboratório. Esse fato pode ser atribuído à redução da viabilidade da amostra (morte bacteriana) após o congelamento do leite. Além disso, outros fatores como: a) identificação de bactérias que requerem procedimentos de cultivo específicos (como *Mycoplasma* spp.); condições inapropriadas de armazenamento e transporte das amostras de leite (DINSMORE et al., 1992) ou cura espontânea do patógeno pelo sistema imunológico das vacas (SMITH et al, 1985) também podem influenciar a proporção de resultados de cultura negativa. No entanto, *E. coli* foi o microrganismo mais frequente isolado nesse estudo e esteve associado com resultados negativos em outros estudos (SMITH, HOGAN, 1993).

Tabela 1 – Resultados de cultura microbiológica de 517 amostras de leite coletadas em casos leves e moderados de mastite clínica avaliados em um programa de cultura na fazenda realizado em três rebanhos da Região Sudeste do Brasil

Resultados de cultura	Frequência absoluta (n)	Frequência relativa (%)
Cultura negativa	259	50,1
Patógenos gram-positivos (n = 143)		
<i>Staph. coagulase negativa</i>	49	9,5
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	36	7,0
<i>Streptococcus uberis</i>	26	5,0
<i>Staphylococcus aureus</i>	11	2,1
<i>Corynebacterium</i> spp.	7	1,4
<i>Streptococcus</i> spp.	6	1,2
<i>Trueperella</i> spp.	5	1,0
Outras gram-positivas ¹	3	0,2
Patógenos gram-negativos (n = 93)		
<i>Escherichia coli</i>	63	12,2
<i>Enterobacter</i> spp.	9	1,7
<i>Klebsiella</i> spp.	8	1,5
<i>Pseudomonas</i> spp.	6	1,2
<i>Pasteurella</i> spp.	3	0,6
Outras Gram-negativas ²	4	0,8
Outros patógenos (n = 22)		
<i>Prototheca</i> spp.	12	2,3
Levedura	10	1,9

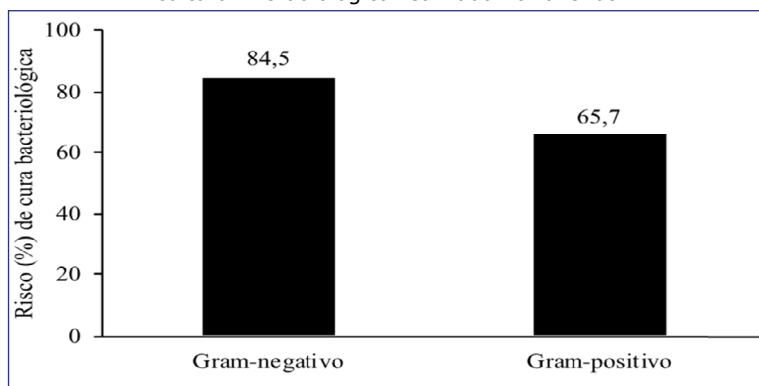
Nota: Esses resultados foram obtidos por métodos microbiológicos realizados em laboratório especializado (Qualileite-FMVZ/USP);

¹*Bacillus* spp. (n = 2) e *Enterococcus* spp. (n = 1); ²*Citrobacter* spp. (n = 1) e outras bactérias gram-negativas não identificadas pelos métodos bioquímicos convencionais.

Dessa forma, podemos especular que a diferença entre a frequência de amostras negativas na cultura na fazenda e no laboratório podem ser parcialmente decorrentes de infecções causadas por *E. coli* nas quais ocorreu cura espontânea ou congelamento das amostras antes do cultivo microbiológico (TOMAZI et al., 2018).

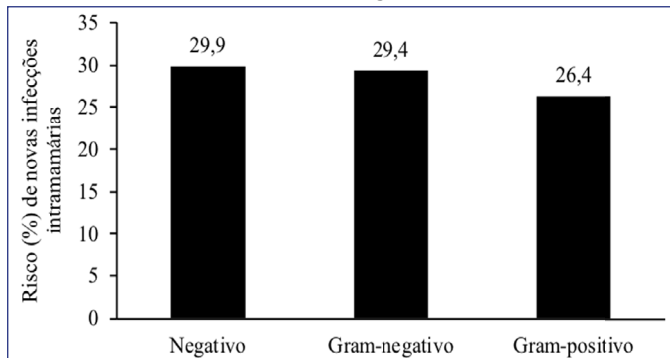
A cura bacteriológica foi considerada quando identificado um patógeno diferente do isolado nas amostras coletadas no dia do diagnóstico, ou quando não houvesse crescimento microbiano nas amostras coletadas aos 14 e 21 dias após a identificação do caso de MC. Um total de 208 casos foi avaliado, dos quais 72% ($n = 149$) apresentaram cura bacteriológica. Um total de 84,5% (71/84) dos casos com isolamento de bactérias gram-negativas apresentou cura bacteriológica, mesmo sem o uso de qualquer tratamento com antimicrobianos. Para os casos com isolamento de bactérias gram-positivas, em que todos os casos receberam tratamento com antimicrobianos, a cura bacteriológica foi de 65,7% (71/108) dos casos (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Risco de cura bacteriológica de 208 casos de mastite clínica ocorridos em três rebanhos do sudeste do Brasil de acordo com o resultado da cultura microbiológica realizada na fazenda



Casos de nova IIM foram considerados quando um microrganismo diferente do isolado na cultura realizada no diagnóstico foi identificado em qualquer das culturas realizadas aos 14 e 21 dias após o diagnóstico. Um total de 433 casos de MC foi avaliado nesta análise, dos quais 28,9% ($n = 125$) apresentaram novas IIM. Não houve diferença no risco de novas IIM entre os casos com isolamento de bactérias Gram-positivas (26,4%), gram-negativas (29,4%), outros microrganismos não bacterianos (29,4%) e culturas negativas (29,9%), conforme mostra o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Risco de novas infecções intramamárias de 433 casos de mastite clínica ocorridos em três rebanhos do sudeste do Brasil de acordo com o resultado da cultura microbiológica realizada na fazenda



Do total de casos que não receberam tratamento antimicrobiano ($n = 343$), apenas 16 (4,7%) não apresentaram melhora do quadro clínico em 36 horas após o diagnóstico e tiveram que ser tratados. Destes, 7,2% (10/139) tiveram isolamento de bactérias gram-negativas e 2,9% (6/204) não apresentaram crescimento na cultura realizada na fazenda.

Os resultados desse estudo demonstraram alta prevalência de casos com resultado de cultura negativa, semelhante ao relatado por outros estudos realizados no Brasil ou em outros países que avaliaram amostras de leite de casos de MC (PINZÓN-SÁNCHEZ, RUEGG, 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Foi observada alta taxa de cura bacteriológica espontânea dos casos de MC com isolamento de bactérias gram-negativas e, além disso, houve redução de 62% no uso de antimicrobianos com a implantação do PCF nos três rebanhos avaliados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mastite é uma doença de alta frequência em rebanhos leiteiros, a qual causa grandes prejuízos à cadeia produtiva do leite. Estudos realizados no Brasil demonstraram que alguns rebanhos ainda têm grande desafio em reduzir a ocorrência de novos casos de MC. Apesar dos patógenos de origem ambiental serem a causa mais frequente em casos de MC em rebanhos do Brasil, bactérias contagiosas como *Staph. aureus* e *Strep. agalactiae* ainda são altamente prevalentes em rebanhos leiteiros. Portanto, dependendo do perfil etiológico da fazenda, os programas de controle de mastite devem se concentrar na redução do desafio ambiental (por exemplo, aumento da higiene

das vacas), bem como prevenir o contato de quartos saudáveis com agentes patogênicos contagiosos, especialmente durante a ordenha.

Rebanhos com alta incidência de MC normalmente são os que mais demandam antimicrobianos para tratamento dessa doença. Resultados de um estudo realizado no Brasil demonstraram alta frequência de uso de antimicrobianos para tratamento de MC, o que não foi atribuído somente à alta frequência da doença, mas também ao uso inadequado desses produtos. O uso abusivo e não responsável de antimicrobianos em rebanhos leiteiros tem sido uma preocupação de ordem global, especialmente em razão de sua potencial associação com a resistência bacteriana.

Entre as alternativas para redução do uso de antimicrobianos em rebanhos leiteiros estão os PCF. Essa estratégia de manejo permite identificar na própria fazenda o patógeno causador da IIM em período inferior a 24 horas, o que possibilita a realização de protocolos terapêuticos seletivos e mais assertivos. Programas de cultura na fazenda foram associados com reduções de 40% a 60% no uso de antimicrobianos para tratamento de MC, sem causar prejuízos nas taxas de cura, produção de leite, CCS e risco de novas IIM e de descarte das vacas.

REFERÊNCIAS

- BRADLEY, A. Bovine mastitis: an evolving disease. **Veterinary Journal**, v. 164, n., p., 2002.
- BURVENICH, C. et al. Severity of *E. coli* mastitis is mainly determined by cow factors. **Veterinary Research**, v. 34, n., p., 2003.
- CORTINHAS, C. S. et al. Randomized clinical trial comparing ceftiofur hydrochloride with a positive control protocol for intramammary treatment of nonsevere clinical mastitis in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 7, p. 5619-5628, 2016.
- DAMM, M. et al. Differential somatic cell count: a novel method for routine mastitis screening in the frame of dairy herd improvement testing programs. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 4926-4940, 2017.
- DINSMORE, R.P.; ENGLISH, P.B.; GONZALES, R.N.; SEARS, P.M. Use of augmented cultural techniques in the diagnosis of the bacterial cause

of clinical bovine mastitis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, n.75, p.2712, 1992.

ERSKINE, R. J.; WAGNER, S.; DEGRAVES, F. J. Mastitis therapy and pharmacology. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 19, n. 1, p. 109-138, VI, 2003.

FERREIRA et al. Comparative analysis of four commercial on-farm culture methods to identify bacteria associated with clinical mastitis in dairy cattle. **PLOS ONE**, v. 13, n. 3, p. 1-15, 2018.

FOGSGAARD, K. K.; BENNEDSGAARD, T. W.; HERSKIN, M. S. Behavioral changes in freestall-housed dairy cows with naturally occurring clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 3, p. 1730-1738, 2015.

GANDA et al. Evaluation of an on-farm culture system (Accumast) for fast identification of milk pathogens associated with clinical mastitis in dairy cows. **Plos One**, v. 11, n. 5, p. 1-16, 2016.

GREEN, M. J. et al. Cow, farm, and management factors during the dry period that determine the rate of clinical mastitis after calving. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 8, p. 3764-3776, 2007.

HARMON, R. J. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 7, p. 2103-2112, 1994.

HERTL, J. A. et al. The effect of recurrent episodes of clinical mastitis caused by gram-positive and gram-negative bacteria and other organisms on mortality and culling in Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 10, p. 4863-4877, 2011.

HOE, F. G.; RUEGG, P. L. Relationship between antimicrobial susceptibility of clinical mastitis pathogens and treatment outcome in cows. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 227, n. 9, p. 1461-1468, 2005.

HOGAN, J.; SMITH, L.K. Coliform mastitis. **Veterinary Research**, v. 34, n. 5, p. 507-519, 2003.

KEEFE, G. Update on control of *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus agalactiae* for management of mastitis. **Veterinary**

Clinics of North America: Food Animal Practice, v. 28, n. 2, p. 203-216, 2012.

LAGO, A. et al. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4441-4456, 2011a.

LAGO, A. et al. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: II. Effects on lactation performance, including clinical mastitis recurrence, somatic cell count, milk production, and cow survival. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 9, p. 4457-4467, 2011b.

LEVY, S. B.; MARSHALL, B. Antibacterial resistance worldwide: causes, challenges and responses. **Nature Medicine**, v. 10, n., p. 122-129, 2004.

LUNDBERG, A. et al. Udder infections with *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*, and *Streptococcus uberis* at calving in dairy herds with suboptimal udder health. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 3, p. 2102-2117, 2016.

MITCHELL, J. M. et al. Antimicrobial drug residues in milk and meat: causes, concerns, prevalence, regulations, tests, and test performance. **Journal of Food Protection**, v. 61, n. 6, p. 742-756, 1998.

MORE, S. J.; CLEGG, T. A.; O'GRADY, L. Insights into udder health and intramammary antibiotic usage on Irish dairy farms during 2003-2010. **Irish Veterinary Journal**, v. 65, n. 1, p. 7, 2012.

NMC – NATIONAL MASTITIS COUNCIL. National Mastitis Council Recommended Mastitis Control Program. 2001. Disponível em: <<https://manitowoc.uwex.edu/files/2011/10/NMC-Mastitis-Control-Program1.pdf>>. Acesso em: 1º nov. 2019.

OLDE RIEKERINK, R. G. M. et al. Incidence rate of clinical mastitis on canadian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1366-1377, 2008.

- OLIVEIRA, C. S. et al. Cow-specific risk factors for clinical mastitis in brazilian dairy cattle. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 121, n. 3-4, p. 297-305, 2015.
- OLIVEIRA, L.; HULLAND, C.; RUEGG, P. L. Characterization of clinical mastitis occurring in cows on 50 large dairy herds in Wisconsin. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n. 12, p. 7538-7549, 2013.
- OLIVER, S. P.; MURINDA, S. E. Antimicrobial resistance of mastitis pathogens. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 28, n. 2, p. 165-185, 2012.
- PINZÓN-SÁNCHEZ, C.; CABRERA, V. E.; RUEGG, P. L. Decision tree analysis of treatment strategies for mild and moderate cases of clinical mastitis occurring in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 4, p. 1873-1892, 2011.
- PINZON-SANCHEZ, C.; RUEGG, P. L. Risk factors associated with short-term post-treatment outcomes of clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 7, p. 3397-3410, 2011.
- POL, M.; RUEGG, P. L. Treatment practices and quantification of antimicrobial drug usage in conventional and organic dairy farms in Wisconsin. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 1, p. 249-261, 2007.
- REES, A.; FISCHER-TENHAGEN, C.; HEUWIESER, W. Udder firmness as a possible indicator for clinical mastitis. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 3, p. 2170-2183, 2017.
- REYHER, K. K. et al. The national cohort of dairy farms--a data collection platform for mastitis research in Canada. **Journal of Dairy Science**, v. 94, n. 3, p. 1616-1626, 2011.
- RUEGG, P. L. A 100-year review: Mastitis detection, management, and prevention. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, p. 10381-10397, 2017.
- RUEGG, P. L. New perspectives in udder health management. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 28, n. 2, p. 149-163, 2012.

RUEGG, P. On-farm diagnosis of mastitis infections and organisms. **Proceedings National Mastitis Council Annual Regional Meeting**, Burlington, VT, p. 24-30, 2005.

RUEGG, P. et al. On-farm culturing for better milk quality. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, Reno, NV. **Proceedings [...]** Reno, p. 149-159, 2009.

SAINI, V. et al. Antimicrobial use on canadian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 3, p. 1209-1221, 2012a.

SAINI, V. et al. Herd-level association between antimicrobial use and antimicrobial resistance in bovine mastitis *Staphylococcus aureus* isolates on canadian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 95, n. 4, p. 1921-1929, 2012b.

SMITH, K. L.; HOGAN, J. S. Environmental mastitis. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practices**, v. 9, n. 3, p. 489-498, 1993.

SMITH, K. L. et al. Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 6, p. 1531-1553, 1985.

TOMAZI, T. Etiological and molecular profile of pathogens causing clinical mastitis, and antimicrobial use in dairy herds. PhD Thesis. University of São Paulo, Pirassununga. p. 1-187. 2017.

TOMAZI, T. et al. Association of herd-level risk factors and incidence rate of clinical mastitis in 20 Brazilian dairy herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 161, n., p. 9-18, 2018.

WENZ, J. R.; GARRY, F. B.; BARRINGTON, G. M. Comparison of disease severity scoring systems for dairy cattle with acute coliform mastitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 229, n. 2, p. 259-262, 2006.

ZADOKS, R. N. et al. Molecular epidemiology of mastitis pathogens of dairy cattle and comparative relevance to humans. **Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia**, v. 16, n., p., 2011.

LEITE INSTÁVEL NÃO ÁCIDO

Vivian Fischer

INTRODUÇÃO

A estabilidade do leite pode ser definida como sua resistência ao processamento térmico (SINGH, 2004). A indústria de laticínios tem interesse em receber leite de elevada estabilidade térmica, uma vez que tal característica é essencial para o processamento de derivados lácteos, principalmente para os que sofrem tratamentos térmicos severos ou com vida de prateleira longa, como os leites processados pelo método UHT e leite em pó e queijo de massa firme. A falta de estabilidade do leite pode aumentar a necessidade de limpeza dos equipamentos, prejudicar a elaboração dos produtos lácteos, reduzindo seu rendimento e sua qualidade final, além de reduzir a vida de prateleira.

A estabilidade é uma característica multifatorial (HORNE, 2015), que depende essencialmente do pH e da força iônica, os quais modificam a concentração de íons mono e divalentes e, conseqüentemente, a capacidade das micelas de caseínas de resistirem ao tratamento térmico.

OCORRÊNCIA E CONSIDERAÇÕES SOBRE O TESTE

Levantamentos da ocorrência do leite instável não ácido mostraram que a baixa estabilidade do leite cru é uma realidade em muitos estados brasileiros, como Rio Grande do Sul (MARQUES et al., 2007; ZANELA et al., 2009; MACHADO et al., 2017), Paraná (MARX et al., 2011), Santa Catarina (WERNCKE et al., 2016), São Paulo (OLIVEIRA et al., 2011, 2013), Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2015), Rio de Janeiro (DONATELE et al., 2001), Rio Grande do Norte (FARIA et al., 2017), Espírito Santo (AGOSTINI, 2011) e Mato Grosso (SOUZA; BALDASSO ROMERO;

BUENO DA ROSA, 2017). Contudo, sua gravidade varia conforme o ano e as estações do ano (MARQUES et al., 2007; ZANELA et al., 2009; MACHADO et al., 2017).

A maneira usual de avaliação usual da estabilidade é o teste de resistência ao álcool (ou alizarol), efetuado antes do recolhimento do leite nas unidades de produção e quando de sua chegada à plataforma de recebimento na indústria. Normalmente, amostras de leite são misturadas com igual quantidade de solução alcoólica (com a concentração de etanol variando de 72% a 80% v/v); após agitadas, verifica-se a ocorrência da formação de coágulos (TRONCO, 2010). Amostras estáveis de leite não apresentam a formação de coágulo, o que caracteriza o teste como do tipo “tudo ou nada” (BRASIL, 2011). Por sua rapidez e baixo custo, a recomendação é que esse teste seja usado por todos os transportadores de leite.

Historicamente, o problema da instabilidade foi associado à acidez elevada, causada por alta carga bacteriana inicial e temperaturas inadequadas de conservação. No entanto, um número expressivo das amostras de leite instáveis no teste do álcool apresenta acidez normal, ou seja, entre 14°D e 18°D (ZANELA et al., 2009; FISCHER, 2005; MARQUES et al., 2007; MACHADO et al., 2017). Esse leite com acidez normal, mas instável no teste do álcool foi denominado de *leite instável não ácido* (LINA). Nessas regiões, a incidência do LINA (76% v/v) foi superior a 25% e 50% das amostras coletadas dos caminhões tanques e das amostras individuais de leite enviadas para a indústria, respectivamente (MARQUES et al., 2007).

Fatores que afetam a estabilidade do leite avaliados no teste do álcool

Vários fatores afetam o pH e a força iônica como alimentação e nutrição dos animais, estágio de lactação, estresse térmico, condição sanitária e metabólica dos animais, raça e individualidade.

Chavez et al. (2004), ao analisarem os fatores que interferem na estabilidade do leite, constataram que o único parâmetro que reduz tanto a estabilidade ao álcool quanto o tratamento térmico é o teor de Ca^{2+} . O pH interfere na estabilidade do leite, uma vez que o pH ácido (abaixo de 6,5) reduz força iônica para a manutenção da estrutura micelar, o que determina um deslocamento do cálcio da fase coloidal para solúvel, aumentando a concentração de cálcio iônico (HORNE, 2015). No pH normal do leite, menos

de 10% do cálcio total está presente na forma iônica. É o mais abundante cátion divalente no leite; como tal, neutraliza a carga negativa na superfície da micela de caseína. No entanto, outros cátions também podem estar envolvidos, como H (pH), Na, K e Mg divalente. Amostras de leite com estabilidade maior que 72% tinham pH de 6,70 a 6,72 e concentração de Ca^{+2} 1,66 a 2,04 mM. Tsioulpas et al. (2007a) analisaram amostras do colostro, do pós-colostro e do primeiro período de lactação de vacas individuais. Esses autores verificaram que os valores da concentração do cálcio e o Ca^{+2} eram elevados logo após o parto e foram reduzidos progressivamente.

Estudos anteriores mostraram o efeito expressivo de práticas de alimentação. Dietas desbalanceadas com excesso de fibra (BARCHIESI-FERRARI; WILLIAMS-SALINA; SALVO-GARRIDO, 2007) e em quantidade limitada (FRUSCALSO et al., 2013), causando restrição alimentar, aumentaram o número de casos de leite instável (GABBI et al., 2015). A relação entre restrição alimentar e redução da estabilidade pode estar relacionada ao aumento da permeabilidade das junções firmes entre as células epiteliais mamárias (STUMPF et al., 2013a).

O ajuste da dieta em seus macro-componentes (proteína, energia, cálcio e fósforo) contribui para aumentar a estabilidade (ABREU, 2008; SCHMIDT, 2014; GABBI et al., 2018). 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., 2014). Os estudos demonstraram que a recuperação do quadro de estabilidade podia variar de uma a três semanas, dependendo do caso.

Em outros estudos, constatou-se uma relação negativa entre vacas com estágio de lactação avançado e estabilidade (MARQUES et al., 2010a). Imagina-se que animais em estágios avançados de lactação apresentem maior concentração de proteínas do soro, o que pode aumentar a formação do complexo β -Lg/ κ -CN e, dessa forma, diminuir a estabilidade do leite (SILVA; ALMEIDA, 1999; SANTOS, 2004). Além disso, nas fases iniciais e finais da curva de lactação, há aumento dos níveis de cálcio iônico, o que interfere de forma decisiva na estabilidade do leite (BARROS, 2001; TSILOULPAS et al., 2007b).

Problemas metabólicos, como acidose metabólica (MARQUES et al., 2011; FAGNANI et al., 2016), e digestivos, como acidose ruminal (WERNCKE, 2017), podem reduzir a estabilidade do leite. Por outro lado, o fornecimento de dietas com excesso de cátions durante a lactação pode aumentar a estabilidade do leite (MARTINS et al., 2015).

O estresse térmico moderado ou severo reduz a estabilidade no teste do álcool, e o fornecimento de sombra tanto em estresse térmico severo quanto em moderado pode melhorar a estabilidade do leite (ABREU et al., 2011; ABREU, 2015). Aparentemente, o efeito negativo do estresse térmico pode ser associado a alterações metabólicas e digestivas como acidose e alcalose metabólica e acidose ruminal. Ainda não foram comprovada a relação entre estresse térmico e aumento da permeabilidade das junções firmes (WERNCKE, 2017).

A composição da proteína do leite pode influenciar a estabilidade do leite, com destaque para associação positiva entre a concentração da Kappa-caseína (BARBOSA et al., 2012) e da alfa-lactoalbumina (FAGNANI et al., 2018), embora alguns estudos não tenham detectado diferenças na estabilidade relacionadas aos alelos da beta-caseína (BOTARO et al., 2007, 2009).

Existem outros métodos para avaliar a estabilidade como o teste da fervura e o teste do tempo ou temperatura de coagulação, mas estes apresentam limitações como o tempo de execução e o uso de equipamentos como o teste do tempo ou temperatura de coagulação, uma vez que o teste da fervura é muito menos discriminante na identificação de leites com reduzida estabilidade (MACHADO et al., 2017). Vários estudos mostram que os testes com fervura e tempo de coagulação tem pouca ou nenhuma relação com o teste de resistência ao álcool (MACHADO et al., 2017; FAGNANI et al., 2016; BATAGLINI et al., 2013; MOLINA et al., 2001). Nenhum dos testes estima precisamente o que ocorre durante os processos industriais (HORNE, 2015; SINGH, 2004). Existem outras tentativas de identificação de amostras de leite estáveis e instáveis, separando-se aquelas ácidas das não ácidas com o uso de difratometria de raios-X (FAGNANI et al., 2016) e o uso de espectrometria com bioimpedância elétrica (MARTINS et al., 2017). Entretanto, até o momento, não se tem outro teste padronizado para avaliar a adequação do leite que pode ser transportado e descarregado na indústria (MACHADO et al., 2017).

Os sais minerais no leite cru, no leite processado e nos derivados lácteos desempenham um papel importante na estabilidade das proteínas e nas propriedades nutricionais e tecnológicas. O teor de minerais e sua forma (ionizável, ligada ou solúvel) afeta a suscetibilidade à coagulação, deposição nos equipamentos industriais (notadamente no caso do UHT e leite em pó), gelificação e sedimentação (HORNE, 2015). Entre os de maior interesse citam-se o cálcio ionizável, e em menor importância o magnésio ionizável, pois afetam as cargas das micelas de caseína e, portanto, sua aglutinação e resistência ao tratamento térmico. Entretanto, poucos trabalhos foram realizados com a medição de teores de cálcio iônico com uso de eletrodos seletivos para íons, os quais podem simplificar e contribuir para a difusão dessas medidas na indústria (TSIOULPAS et al., 2007a, b) e auxiliar a avaliar a estabilidade do leite de forma complementar. Além dos fatores anteriormente citados que afetam a estabilidade do leite, a concentração de etanol usada no teste parece afetar o seu resultado.

Nas últimas décadas, no Brasil, as indústrias laticinistas aumentaram o teor de etanol na mistura alcoólica de 68% para 72%, 76% e até mesmo 80%, o que, por sua vez, aumentou o número de resultados positivos ao teste, podendo penalizar especialmente os produtores de pequena produção (FISCHER et al., 2012). Quanto maior a concentração de álcool utilizada no teste, menor será a constante dielétrica da mistura; isso pode determinar uma menor capacidade repulsiva da estrutura micelar, propiciando a precipitação (NEGRI, 2002; MIKHEEVA et al., 2003). Até que ponto é justificável exigir de todos os produtores e em todos os períodos do ano estabilidade em concentrações de etanol muito acima do mínimo preconizado pela IN 62 (72% v/v)? Qual é a variação sazonal natural e aceitável de estabilidade em concentrações de etanol acima do mínimo preconizado pela IN 62? É possível direcionar a coleta do leite de acordo com a sua estabilidade (leia-se concentração de etanol no teste do álcool)? Qual é o impacto de usar as diferentes graduações de etanol sobre os principais pontos de avaliação dos processos industriais, como o UHT, leite em pó, leite concentrado, por exemplo?

Esses aspectos permanecem ainda não elucidados, o que potencialmente pode causar a rejeição de quantidades expressivas de leite que poderia ser aproveitável. Apesar da importância desse teste, não existe base

técnico-científica para recomendar uma concentração de álcool a ser adotada (HORNE, 2015).

Na comparação com o que é realizado em outros países, verifica-se que o teor de etanol usado no teste, em condições de produção é 72% na Argentina e Taiwan, 70% no Uruguai, e em pesquisa na Inglaterra 70%. Ao mesmo tempo, informações não oficiais e sem análise estatística por parte da indústria indicam que o leite com estabilidade no teste do álcool com etanol baixo reduz o “tempo de corrida” dos equipamentos, pois aumenta a frequência de limpeza desses equipamentos. Muitos laticínios assumem um valor limite de estabilidade com no mínimo 76% de etanol na solução alcoólica para destinar o leite ao processo de UHT (comunicação pessoal), mas faltam dados técnico-científicos para essa tomada de decisão.

Outro aspecto ainda não estudado referente aos fatores que afetam a estabilidade do leite diz respeito ao efeito da agitação que o leite sofre desde a sua coleta nas unidades de produção leiteira até chegar às indústrias laticinistas, a qual pode variar expressivamente dependendo das condições viárias, do volume preenchido nos tanques e da duração do transporte. Estudos em laboratório mostraram que a agitação vertical de amostras de leite reduziu a estabilidade do leite (WARMIŃSKA, KRUK; BRAND, 2006; CZERNIEWICZ; KIECZEWSKA, 2006). Laticínios no RS exigem estabilidade maior que 74 quando transportam leite de uma unidade industrial para outra, sem confirmação científica, porém com base em observações práticas.

Além disso, a concentração em álcool etílico da solução-teste com a estabilidade do leite e a qualidade dos produtos lácteos não foi ainda completamente estabelecida. Persistem dúvidas sobre as diferentes concentrações de etanol necessárias para estimar a estabilidade térmica, uma vez que a severidade do tratamento térmico varia conforme o produto, sendo elevada no caso do leite *ultra high temperature* (UHT) e leite em pó. O uso de soluções para o teste com concentração de etanol excessiva levaria ao aumento de falsos positivos, podendo contribuir para o descarte de leite (FISCHER et al., 2012).

COMPARAÇÃO ENTRE O LEITE ESTÁVEL E O LINA

Existe variação quanto aos resultados da composição química entre o leite estável e o LINA, podendo haver redução, não alteração e mesmo

aumento da concentração de seus componentes. Em alguns estudos, o teor de gordura foi superior para o leite instável não ácido (LINA) comparado com o leite normal (BARROS, 2001; MARQUES et al., 2007). Por outro lado, Barros (2001) observou maior teor de proteína no leite positivo ao teste do álcool. Entretanto, Ponce Ceballo e Hernández (2001) e Lopez (2008) encontraram valores inferiores de proteína total para LINA quando comparada com o leite normal. Essa redução nos componentes lácteos poderia resultar em menor rendimento na produção de derivados lácteos, embora esse aspecto deva ser ainda esclarecido, já que foi constatado menor rendimento de queijo ou ausência de diferenças entre LINA e leite estável (COSTABEL, 2009; ABREU, 2015). O LINA costuma apresentar menor concentração de lactose (OLIVEIRA; TIMM, 2006; ZANELA et al., 2006; MARQUES et al., 2007), o que pode estar associado à energia da dieta e à sanidade da glândula mamária (GABBI et al., 2015, 2018), assim como à menor concentração de alfa-lactoalbumina (FAGNANI et al., 2018). Por outro lado, ao se considerar que a lactose atua no equilíbrio osmótico na passagem dos componentes do sangue para o leite, em conjunto com outros minerais (sódio, potássio e cloro), sua redução pode acarretar maior passagem desses minerais para o leite, os quais aumentam a força iônica, reduzem o pH, aumentam a solubilização de cálcio iônico e desestabilizam as micelas de caseína (HORNE, 2015).

REFERÊNCIAS

ABREU, A. S. **Leite instável não ácido e propriedades físico-químicas do leite de vacas jersey**. 111 f. Dissertação (Mestrado em Zootécnica) – Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

ABREU, A. S. **Fatores nutricionais e não nutricionais que afetam a produção e composição do leite bovino**. 245 f. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

ABREU, A. S. et al. 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, 2011.

AGOSTINI, L. C. **Incidência de leite instável não ácido (LINA) em uma bacia leiteira do Estado do Espírito Santo**. 36 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Zootecnia – Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BARBOSA, R. S. et al. Caracterização eletroforética de proteínas e estabilidade do leite e m vacas submetidas à restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 621-628, abr. 2012.

BARCHIESI-FERRARI, C. G.; WILLIAMS-SALINA, P. A.; SALVO-GARRIDO, S. I. Inestabilidad de la leche asociada a componentes lácteos y estacionalidad en vacas a pastoreo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1785-1791, 2007.

BARROS, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELLI, R. S. **Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 44-57.

BATTAGLINI, A.P.P.; BELOTI, V.; FAGNANI, R. et al. Microbiology and physical chemical characterization of unstable non-acid milk according to the seasons. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, n.1, p. 26-32. 2013.

BOTARO, B. G. et al.. Polimorfismo da beta-lactoglobulina não afeta as características físico-químicas e a estabilidade do leite bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 747-753, 2007.

BOTARO, B. G. et al. Effect of the kappacasein 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. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite

Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, seção 1, p. 6, 2011.

CHAVEZ, M. et al. Bovine milk composition parameters affecting the ethanol stability. **Journal Dairy Research**, v. 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: I CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE LEITE INSTÁVEL. 1., 2009, Pelotas. **Anais [...]** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

CZERNIEWICZ, M.; KRUK, A.; KIECZEWSKA, K. Storage stability of raw milk subjected to vibration. **Polish Journal of Food And Nutrition Sciences**, v. 15/56, SI 1, p. 65-70, 2006.

DONATELE, D.M. et al. Estudo da relação da prova do álcool 72% (v/v) com pH, grau Dornic e contagem de células somáticas do leite de vacas do município de campos do Goytacazes, RJ. In: XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA – CONBRAVET, **Anais [...]**, Brasília, DF, 2001.

FAGNANI, R.; BELOTI, V.; BATTAGLINI, A. P. P. Acid-base balance of dairy cows and its relationship with alcoholic stability and mineral composition of milk. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, p. 398-402, 2014.

FAGNANI, R. et al. Estabilidade do leite ao álcool ainda pode ser um indicador confiável? **Ciência Animal Brasileira**, v. 17, p. 386-394, 2016.

FAGNANI, R. et al. 2016. Alcohol stability of milk from the perspective of x-ray diffractometry. **Food Biophysics**, 2016, Volume 11, Number 2, Page 198.

FAGNANI R.; DE ARAÚJO J. P. A.; BOTARO, B. G. Field findings about milk ethanol stability: a first report of interrelationship between α -lactalbumin and lactose. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, p. 2787-2792, 2018.

FARIA, F. P. et al. Unstable milk occurrence in the semi-arid region and its relation with the physico-chemical characteristics of

milk. *Livestock Research for Rural Development*, v. 29, *Article #17*, 2017.

FISCHER, V. Incidência, caracterização, quadro experimental e tratamento do leite instável não ácido (Lina) no Rio Grande do Sul. **Relatório técnico final das atividades desenvolvidas relativas ao projeto 474974/2003-0**. 2005.

FISCHER, V. et al. Leite instável não ácido: um problema solucionável? **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 838-849, 2012.

FRUSCALSO, V. et al. Feeding restriction impairs milk yield and physicochemical properties rendering it less suitable for sale. **Scientia Agricola**, v. 70, n. 4, p. 237-241, 2013.

GABBI, A. M. et al. Milk traits of lactating cows submitted to feed restriction. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, p. 37-43, 2015.

GABBI, A. M., et al. Different levels of supplied energy for lactating cows affect physicochemical attributes of milk. **Journal of animal and Feed Sciences**, v. 27, n. 1, p. 11-17, 2018.

HORNE, D. S. Ethanol stability and milk composition. **Advanced Dairy Chemistry**. Volume 1B: Proteins: Applied Aspects. 4th ed. Spring, Cork, 2015.

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, São Paulo.

MACHADO et al. Concentrate: forage ratio in the diet of dairy cows does not alter milk physical attributes. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, p. 855-859, 2014.

MACHADO, S. C. et al. Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability and its relation with raw milk' physical, chemical, and sanitary characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 4, p. 340-347, 2017.

- MARX, I. G. et al. Ocorrência de leite instável não ácido na região Oeste do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, p. 101-112, 2011.
- MARQUES, L. T. et al. Ocorrência do leite instável ao álcool 76% e não ácido (lina) e efeito sobre os aspectos físico-químicos do leite. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 13, p. 91-97, 2007.
- MARQUES, L. T. et al. Suplementação de vacas holandesa em estágio avançado de lactação. **Ciência Rural**, v. 40, p. 1392-1398, 2010a.
- MARQUES, L. T. et al. 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**, v. 39, p. 2724-2730, 2010b.
- MARQUES, L. T. et al. Milk yield, milk composition and biochemical blood profile of lactating cows supplemented with anionic salt. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 40, p. 1088-1094, 2011.
- MARTINS, C. M. M. R. et al. Effect of dietary cation-anion difference on performance of lactating dairy cows and stability of milk proteins. **Journal of Dairy Science**, v 98, i. 4, p. 2650-2661, 2015.
- MARTINS, Evaluation of electrical bioimpedance spectroscopy in estimate the milk composition, SCC, and milk ethanol stability – Preliminary results. **Proceedings of the ADSA Annual Meeting**, Abstract 216, 2017.
- MIKHEEVA, L. M. et al. Thermodynamics of micellization of bovine α -casein studied by high-sensitivity differential scanning calorimetry. **Langmuir**, v. 19, p. 2913-2921, 2003.
- MOLINA, L. H. et al. Correlacion entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechero. **Archivo de Medicina Veterinária**, v. 33, p. 233-240, 2001.
- NEGRI, L. M. **Estúdio de los factores fisicoquímicos de la leche cruda que inciden sobre a estabilidade térmica**. 2002. 169 f. Tesis (Magister em Ciência y Tecnología de los Alimentos) – Facultad de Ingeniería Química, Argentina, 2002.

OLIVEIRA, D. S.; TIMM, C. D. Composição do leite com instabilidade da caseína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 259-263, 2006.

OLIVEIRA, C. A. F. et al. Composição e características físico-químicas do leite instável não ácido recebido em laticínio do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, p. 508-515, 2011.

OLIVEIRA, C. A. F. et al. Composition, somatic cell count and casein fractions of ethanol unstable milks. **Acta Scientiarum**, v. 35, p. 153-156, 2013.

OLIVEIRA, L. R. et al. Parâmetros físicos do leite e ocorrência do leite instável não ácido em diferentes municípios do Norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 150-154, 2015.

PONCE CEBALLO, P.; HERNÁNDEZ, R. Propriedades físico-químicas do leite e sua associação com transtornos metabólicos e alterações na glândula mamária. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DÜRR, J.W.; FONTANELI, R.S. (ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p.58-68.

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

SILVA, L. C. C. et al. Estabilidade térmica da caseína e estabilidade ao álcool 68, 72, 75 e 78%, em leite bovino. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 67, p. 55-66, 2012.

SILVA, P.H.F.; ALMEIDA, M.C.F. Estabilidade térmica do leite. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**. V.296, n.50, p.33-41. 1999.

SINGH, H. Heatstability of milk. **International Journal Dairy Technology**, v. 57, p. 111-119, 2004.

SANTOS, M.V. Aspectos microbiológicos afetando a qualidade do leite. In: **O compromisso com a qualidade do leite no Brasil**. Passo Fundo: UPF, 331p., 2004.

SOUZA, M. L. P; BALDASSO ROMERO, N.; BUENO DA ROSA, C. C. Ocorrência do leite instável não ácido (LINA) na região norte do Mato Grosso. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, p. 38-42, 2017.

STUMPF, M. T. et al. Severe feed restriction increases permeability of mammary gland cell tight junctions and reduces ethanol stability of milk. **Animal**, v. 7, p. 1137-1142, 2013a.

STUMPF, M. T. et al. Metabolic attributes, yield and stability of milk in jersey cows fed diets containing sodium citrate and sodium bicarbonate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 564-567, 2013b.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 4. ed. Santa Maria: Editora da UFSM. 2010.

TSIOULPAS, A.; LEWIS, M. J.; GRANDISON, A. S. Effect of minerals on casein micelle stability of cow's milk. **Journal of Dairy Research**, v. 74, p. 167-173, 2007a.

TSIOULPAS, A.; GRANDISON, A. S; LEWIS, M. J. Changes in physical properties of bovine milk from the colostrums period to early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5012-5017, 2007b.

VIERO, V. et al. Efeito da suplementação com diferentes níveis de selênio orgânico e inorgânico na produção e na composição do leite e no sangue de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 2, p. 382-390, 2010.

WARMIŃSKA, M.; KRUK, A.; BRAND, W. Effect of vibration frequency and exposure time on the technological usability of fresh milk. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 15, p. 247-251, 2006.

WERNCKE, D. et al. Qualidade do leite e perfil das propriedades leiteiras no sul de Santa Catarina: abordagem multivariada. **Arquivo**

Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 68, p. 506-516, 2016.

WERNCKE, D. **Relação entre restrição nutricional e acidose ruminal com as alterações na produção e composição do leite**. 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

ZANELA, M. B. et al. Leite instável não ácido e composição do leite de vacas jersey sob restrição alimentar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 4, p. 835-840, 2006.

ZANELA, M. B.; RIBEIRO, M. E. R.; FISCHER, V. Ocorrência do leite instável não ácido no noroeste do Rio Grande do Sul. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 1009-1013, 2009.

RESÍDUOS TÓXICOS EM LEITE E PRODUTOS LÁCTEOS

Andreas Lazaros Chryssafidis

Mirian Prevelato de Andrade

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta condições naturais que favorecem atividades agropecuárias por possuir grande extensão de terra e clima adequado à oferta de produtos de qualidade, com destaque para a bovinocultura de leite, setor em ascensão e com papel muito importante para a economia do país (SILVA et al., 2017). Nos últimos 50 anos, a produção leiteira brasileira cresceu 673%, e o consumo de lácteos, 240%. De 1974 a 2015, houve um aumento produtivo de 655 kg/vaca/ano para 1.609 kg/vaca/ano (VILELA et al., 2017). No trimestre final de 2017, foi atingido o maior nível de produção aferido na Pesquisa Mensal do Leite desde seu início, em 1976, com mais de 6.544 toneladas de leite produzidas naquele período (IBGE, 2018), evidenciando o grande potencial econômico da atividade em relação a outras produções (VILELA et al., 2017).

O leite apresenta uma composição rica em carboidratos, vitaminas, proteínas, gordura e sais minerais, sendo considerado um dos alimentos mais completos. É largamente consumido em sua forma natural, processado ou constituindo diversos tipos de produtos, como fórmulas infantis desidratadas recomendadas por médicos e nutricionistas (MUNIZ; MADRUGA; ARAÚJO, 2013) segundo características demográficas e socioeconômicas entre adultos e idosos da cidade de Pelotas (RS). Logo, é essencial que o leite esteja isento de contaminantes, sejam eles microbiológicos, físicos ou químicos (BRASIL, 2011).

Ainda que os perigos microbiológicos sejam os principais responsáveis por enfermidades transmissíveis pelo leite, nos últimos anos, provavelmente em razão do avanço de tecnologias de detecção e identificação de resíduos,

medicamentos veterinários, pesticidas e micotoxinas vêm sendo encontrados repetidamente em quantidades acima da Ingestão Diária Aceitável (IDA) e do Limite Máximo de Resíduo (LMR) (CHOWDHURY et al., 2015; SCHLEMPER; SACHET, 2017).

A IDA, expressa em mg/kg ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), é um valor que indica a quantidade diária de uma substância que pode ser consumida sem que haja efeito nocivo durante a vida do indivíduo. O LMR, expresso em ppm ou mg/kg, é um parâmetro determinado em estudos de campo baseados no uso correto e mínimo dos agrotóxicos e outros produtos químicos nas mais diversas culturas vegetais e produção animal. É utilizado para o cálculo da exposição e da avaliação do risco dietético e consumo máximo tolerável de determinado resíduo no alimento. Os LMR de várias substâncias são definidos no *Codex Alimentarius*, uma ação conjunta entre a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) (FAO/OMS, 2017). Esses parâmetros foram desenvolvidos para assegurar que o alimento chegue à mesa da população em uma condição segura, considerando a presença e a concentração de agentes nocivos à saúde.

De acordo com a OMS, há potencial risco à saúde humana quando a ingestão de um composto ultrapassa a IDA (WHO, 1997). No entanto, no que diz respeito ao potencial nocivo dos resíduos encontrados em alimentos, a grande maioria dos estudos sobre os efeitos da exposição aos mais diversos contaminantes analisou os efeitos agudos desses agentes tóxicos, em altos níveis de contaminação e curto prazo de exposição, sendo ainda desconhecidas as consequências da exposição prolongada à grande maioria dos contaminantes. As pesquisas mais detalhadas sobre a toxicologia das mais diversas substâncias necessariamente envolvem a utilização de modelos animais experimentais. Geralmente são utilizados roedores, por questões éticas, de custo e facilidade de manejo. A representação dos potenciais efeitos gerados pela exposição crônica a agentes tóxicos em humanos utilizando esses animais é discutível, dada sua vida significativamente mais curta (ROE, 1989). Em outras palavras: será possível avaliar a exposição do organismo humano a resíduos de pesticidas por 50 anos, analisando amostras de tecidos de animais que vivem menos de 48 meses? Somado a isso, também se deve levar em conta que estudos utilizando modelos experimentais falham em considerar fatores intrínsecos à fisiologia específica da espécie humana, além da possibilidade de interação sinérgica (ou antagônica) entre diferentes

contaminantes na exposição crônica. É possível que exista um efeito acumulativo entre os diferentes resíduos tóxicos encontrados nos mais diversos alimentos, ainda que todos eles estejam dentro dos limites estabelecidos pela regulamentação legal.

A presença de contaminantes no leite acima da IDA e do LMR causa diversos malefícios, como danos à saúde do consumidor em longo e em curto prazo, prejuízo ao produtor decorrente do descarte do produto e risco à saúde animal, uma vez que a excreção dos diversos contaminantes no leite está diretamente ligada ao uso incorreto de medicamentos e à má qualidade dos alimentos fornecidos (MCEWEN; BLACK; MEEK, 1992; GUTIERREZ et al., 2012; MARROQUÍN-CARDONA et al., 2014; MEDINA et al., 2015; RATHE; AL-SHAHA, 2017).

Entender o processo pelo qual o leite e seus derivados são contaminados por agentes tóxicos e conhecer as substâncias comumente encontradas nesses alimentos é fundamental para evitar que produtos lácteos causem risco ao consumidor e prejuízo ao produtor. O desenvolvimento de tecnologias para a detecção desses agentes, com a implantação de boas práticas de manejo, é essencial para prevenir a contaminação do leite nos rebanhos. Sendo assim, esse capítulo visa expor brevemente os mais frequentes resíduos encontrados nesses produtos, os diferentes métodos de diagnóstico e as alternativas que auxiliem médicos veterinários e produtores no combate a esse problema.

ANATOMIA E FISIOLOGIA DA GLÂNDULA MAMÁRIA

A presença de glândula mamária e o processo de lactação são características exclusivas dos mamíferos e, sob o ponto de vista anatômico-microscópico, são glândulas sudoríparas exócrinas modificadas (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Na fêmea bovina, o úbere é composto por quatro glândulas mamárias independentes, denominadas *quartos mamários*, que estão localizados na região inguinal (ARAUJO et al., 2012). Um sulco intermamário mediano delimita a divisão do úbere em metade direita e esquerda, e a independência dos quartos mamários é clinicamente importante, já que processos inflamatórios tendem a ficar restritos a um único quarto e antibióticos locais podem ser aplicados individualmente (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O úbere é sustentado pelo sistema suspensor, composto pelo ligamento suspensor lateral da mama, ligamento médio, cordões conjuntivos e fáscia superficial (ARAUJO et al., 2012).

As glândulas mamárias têm origem no ectoderma embrionário e o parênquima se desenvolve pela proliferação de células epiteliais, que dão origem aos alvéolos mamários, as unidades secretoras do leite. O desenvolvimento pré-natal da glândula mamária ocorre nos dois gêneros, mas o desenvolvimento pós-natal acontece apenas em fêmeas, durante a puberdade, e na gestação, resultado da atividade ovariana cíclica que produz estrógeno (E2) e progesterona (P4). Essa fase é denominada *mamogênese*. Todavia, a glândula permanece subdesenvolvida até o início da gestação e, ao final desse período, há diferenciação glandular de tecido conjuntivo (estroma) para uma estrutura repleta de células alveolares a fim de secretar leite (KLEIN, 2014). A maturação da glândula mamária ocorre após a primeira lactação, em razão da atuação do hormônio de crescimento (GH), somatomedinas (IGFs), progesterona, estrogênio e prolactina sobre o tecido mamário. A lactogênese é a fase de secreção de leite e, nos dias anteriores ao parto, há acúmulo de imunoglobulinas para a formação do colostro. Com uma queda dos níveis de progesterona e estradiol, há liberação de prolactina, hormônio essencial para o início da lactação no período periparturiente (TUCKER, 2000). A presença do bezerro e o estímulo tátil das mamas desencadeiam a produção de ocitocina no hipotálamo e sua liberação na corrente sanguínea pela neuro-hipófise. Esse hormônio induz contrações das células mioepiteliais, resultando na ejeção do leite. Por sua vez, a adrenalina, liberada quando as vacas em lactação são submetidas ao estresse, é capaz de antagonizar esses efeitos da ocitocina (BRUCKMAIER, 2005; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A glândula mamária recebe irrigação dos vasos sanguíneos superficiais ventrais e depende do suprimento de nutrientes e hormônios advindos do sangue para a síntese láctea, sendo que o volume de leite produzido é diretamente proporcional ao fluxo sanguíneo mamário (PROSSER et al., 1996). São necessários aproximadamente 600 litros de sangue circulando pelo úbere para cada litro de leite secretado (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Como ocorre fisiologicamente em todas as espécies animais, as substâncias ingeridas pela vaca são absorvidas e distribuídas na corrente sanguínea. Por exemplo, os alimentos são ingeridos, processados no sistema gastrointestinal, absorvidos e distribuídos, chegando aos alvéolos mamários pelo sangue. Ali, esses nutrientes são filtrados e processados, gerando uma secreção altamente nutritiva, fornecida aos filhotes, para que se nutram e sobrevivam até que possam obter seus alimentos sem o auxílio materno.

Durante esse processo de filtração, diferentes substâncias que não estão envolvidas no processo nutricional do filhote, mas que têm alta afinidade pelos componentes que estão sendo filtrados – como medicamentos administrados aos animais, micotoxinas presentes na ração, agrotóxicos que contaminam as pastagens e tantos outros agentes tóxicos – podem ser transmitidos do sangue, resultando na liberação de leite com resíduo tóxico (SILVA; SILVA; RIBEIRO, 2012). Essa é uma informação de suma importância e que deve estar clara para os profissionais envolvidos na cadeia leiteira: absolutamente tudo o que é absorvido pelo organismo da vaca, por ingestão, injeção, exposição cutânea ou respiratória, será distribuído pelo corpo do animal e, certamente, estará no leite, em maior ou menor concentração.

PRINCIPAIS RESÍDUOS TÓXICOS ENCONTRADOS NO LEITE

Na pecuária, tratamentos veterinários desempenham um papel fundamental na redução da mortalidade e aumento significativo da produtividade no rebanho. O controle de diversos agentes patogênicos demanda o uso de medicamentos, como antibióticos e antiparasitários, auxiliando produtores rurais a aumentarem sua produção e eficiência (MCEWEN; BLACK; MEEK, 1992; PACHECO-SILVA; SOUZA; CALDAS, 2014). Quando utilizados corretamente, respeitando-se as dosagens recomendadas e os períodos de carência recomendados pelos fabricantes, o animal apresenta melhora clínica, e a excreção desses agentes no leite é mínima ou ausente (VEIGA DOS SANTOS, 2013). Por outro lado, o uso indiscriminado, com dosagens incorretas, muitas vezes com produtos não recomendados a animais em lactação, causa presença excessiva dessas substâncias no leite produzido (ADDO et al., 2011; ARAUJO et al., 2015; SCHLEMPER; SACHET, 2017).

Das doenças infecciosas que acometem o gado leiteiro, a mastite bovina é a afecção que mais demanda a utilização de antibióticos nesses animais (CHOWDHURY et al., 2015). Essas drogas são geralmente administradas pelas vias intramamária ou intramuscular (VEIGA DOS SANTOS, 2013). As principais classes utilizadas são os β -lactâmicos (ampicilina, amoxicilina, ceftiofur e penicilina G); tetraciclina (oxitetraclina, tetraciclina e clortetraciclina); aminoglicosídeos (estreptomicina, neomicina e gentamicina); fluoroquinolonas (enrofloxacin); macrolídeos (eritromicina); lincosamidas e sulfonamidas (VEIGA DOS SANTOS, 2013); consequentemente, esses

são os fármacos que mais contaminam amostras lácteas. A presença desses fármacos no leite pode interferir em processos industriais importantes, por exemplo, inibindo o crescimento de culturas *start* utilizadas na fabricação de queijos, iogurtes e leites fermentados (ARAUJO et al., 2015; ZHOU et al., 2017). No campo, são numerosos os relatos de falhas de produção de queijos por pequenos produtores de laticínios, que adquirem a matéria-prima de propriedades locais.

As parasitoses internas e externas de bovinos causam elevadas perdas econômicas devido à queda da produtividade pela redução de peso, anemia, anorexia e transmissão de patógenos (GRISI et al., 2014). O controle parasitário é um fator essencial na produção; todavia, a administração de antiparasitários muitas vezes é realizada de forma incorreta ou excessiva, levando à presença de resíduos nos produtos de origem animal, incluindo o leite (DELGADO et al., 2009; ROMERO et al., 2017). Os fármacos mais frequentemente utilizados nos animais e, conseqüentemente, os que mais aparecem no leite, são as lactonas macrocíclicas, os benzimidazóis e os imidotiazóis (DELGADO et al., 2009; ROMERO et al., 2017). A detecção de drogas como ivermectina, abamectina e doramectina é bastante frequente, principalmente pela grande resistência dessas moléculas a tratamentos térmicos. Ainda que na maioria das vezes a concentração dessas drogas esteja abaixo do LMR estabelecido na legislação nacional e permitido pelo *Codex Alimentarius*, o uso desses produtos é proibido para vacas em lactação (JESUS, 2007; BASTOS et al., 2011; NOVAES et al., 2017; PICININ et al., 2017). Em outras palavras, ainda que essas drogas se encontrem nos limites estabelecidos, na verdade, elas não deveriam sequer estar presentes naquelas amostras.

Quando um tratamento é iniciado com o uso de fármacos, independentemente da enfermidade, é fundamental respeitar o período de carência do produto, de acordo com o princípio ativo e as recomendações do fabricante (BRASIL, 2011). As empresas que produzem medicamentos veterinários investem bastante no desenvolvimento de produtos que sejam eficazes para o tratamento e seguros para a utilização. Estudos minuciosos da distribuição e da excreção farmacológica são realizados justamente para o estabelecimento dos prazos de carência necessários para que não existam resíduos no produto para consumo humano. Porém, mesmo com as recomendações expressas nas bulas e caixas dos remédios, e com regulamentação que exige o descarte do

leite durante o período de tratamento, anualmente são detectados resíduos de medicamentos veterinários nos produtos lácteos e no leite fluido. Há uma série de fatores que podem contribuir para essas irregularidades, como erro humano, manejo inadequado na propriedade e fatores intrínsecos do animal tratado. Em alguns casos, os períodos de carência podem se estender por dias, semanas ou meses, desestimulando o produtor a cumprir as normas (MCEWEN; BLACK; MEEK, 1992), e justamente por isso as drogas de maior efeito residual não são recomendadas a animais em lactação. Em outros casos, substâncias antibióticas podem ser adicionadas diretamente ao produto final, no intuito de mascarar uma contaminação, seja ela de origem fecal ou mamária, em vacas com mastite. Todavia, essas fraudes podem ser facilmente detectadas, uma vez que a quantidade de tais substâncias é bastante evidente em análises laboratoriais (NERO et al., 2007).

Assim como a maioria das substâncias químicas nocivas detectáveis no leite, grande parte dos resíduos de medicamentos veterinários não é destruída ou alterada durante o processamento térmico (TIAN et al., 2016; SCHLEMPER; SACHET, 2017), enfatizando a necessidade de promover ações de redução de resíduos antes da coleta pela indústria, executadas ainda no campo (RATHE; AL-SHAHA, 2017). Esses resíduos impactam diretamente a saúde humana, pois são responsáveis pelo desenvolvimento de reações alérgicas, alterações na microbiota intestinal, além de apresentarem enorme influência no surgimento de resistência bacteriana e parasitária em infecções humanas e animais (ARAUJO et al., 2015). Além dos efeitos citados, a metabolização de antibióticos e antiparasitários pode gerar compostos mais tóxicos que o agente inicial liberado no leite (TANG et al., 2012; LI et al., 2017). Como já mencionado, ainda se sabe muito pouco sobre o efeito decorrente da exposição crônica a essas moléculas nos seres humanos. Ademais, diversas outras drogas utilizadas no tratamento de animais, como anti-inflamatórios, também são encontradas em leite, sendo tema de recomendações da OMS.

Compostos praguicidas são quaisquer substâncias, puras ou em conjunto, utilizadas na prevenção, na destruição ou na repulsão de pragas; alguns exemplos são os inseticidas, os herbicidas, os fungicidas, os acaricidas e os moluscicidas (CALDAS; SOUZA, 2000). Com o aumento da produção mundial de alimentos, principalmente após a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento e a utilização dos praguicidas cresceram progressivamente

até os dias atuais (FAGNANI et al., 2011). Esses compostos são utilizados com muita intensidade, sendo a principal estratégia no controle de pragas e na otimização da produção vegetal, principalmente grãos. O Brasil é atualmente o país com maior volume anual absoluto de agrotóxicos utilizados nas lavouras, ultrapassando 300 mil toneladas anuais, o que representa um aumento de 700% em relação aos primeiros dados de 1976 (SPADOTTO, 2006; PIGNATI et al., 2017). Os praguicidas mais comumente encontrados no leite e seus derivados são os pesticidas da classe dos organoclorados, carbamatos e organofosforados (FLORES et al., 2004; GUTIERREZ et al., 2012; BEDI et al., 2015), justamente por serem os mais utilizados. A presença desses produtos no leite decorre da contaminação da alimentação dos animais, pela ingestão direta de vegetação tratada ou pela utilização desses produtos em áreas próximas às pastagens.

Organoclorados são inseticidas orgânicos que têm baixa solubilidade em água e alta solubilidade em solventes, refletindo intensa lipofilia, com relevante absorção cutânea, respiratória e digestiva. Por serem moléculas muito estáveis, podem se acumular no corpo de animais e ao longo de toda a cadeia alimentar, gerando os fenômenos de bioacumulação e biomagnificação, quando animais carnívoros, predadores de topo de cadeia, acumulam enormes quantidades dessas moléculas em seu corpo, por se alimentarem de diversos animais menores contaminados. O composto organoclorado mais conhecido e mais intensamente utilizado no mundo é o dicloro-difenil-tricloro-etano (DDT), banido de quase todos os países nas décadas de 1970 e 1980, justamente pelo enorme impacto ambiental que gerava. Em razão da grande estabilidade e da resistência desses compostos, além da alta lipossolubilidade característica dessa classe, esses compostos ainda são frequentemente encontrados em amostras de leite e derivados, inclusive em amostras de leite humano (FERNÍCOLA, 1985; OPAS/OMS, 1997; GUTIERREZ et al., 2012; BEDI et al., 2015). No Brasil, dada a necessidade de preservar o meio ambiente, a saúde humana e a saúde animal, a produção e a comercialização da maioria dos organoclorados foi proibida, e o uso foi limitado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de acordo com a Portaria n. 329, de 2 de setembro de 1985, permitindo sua utilização somente em situações específicas, como campanhas de saúde pública e uso emergencial na agricultura, a critério da Secretaria Nacional Defesa Agropecuária (SNAD) (BRASIL, 1985).

Organofosforados e carbamatos são inseticidas neurotóxicos que inibem a enzima acetilcolinesterase, levando a um acúmulo de acetilcolina nos receptores muscarínicos e nicotínicos que, por consequência, desencadeia uma série de efeitos parassimpaticomiméticos. Alguns organofosforados podem também inibir a neurotoxicoesterase, ocasionando neuropatia periférica em membros inferiores por ação neurotóxica retardada, que surge por volta de 15 dias após a intoxicação aguda inicial. Por serem menos lipossolúveis e apresentarem maior rapidez de degradação no meio ambiente, os organofosforados e os carbamatos eram encontrados em menor frequência no leite que os organoclorados (OPAS/OMS, 1997; SHAKER; ELSHARKAWY, 2015); entretanto, dada a legislação atual e a intensa utilização desses praguicidas nas mais diversas lavouras, essa frequência vem crescendo ao longo dos anos. Existe uma grande correlação entre a utilização desses produtos nas pastagens e a presença de resíduos em leite e produtos lácteos. Em um estudo realizado em fazendas leiteiras localizadas nos estados do Paraná e de São Paulo, foram encontrados organofosforados e carbamatos em amostras de leite, sendo que os resíduos encontrados eram das mesmas substâncias utilizadas no controle de pragas na matéria-prima da alimentação animal (CAVALETTI et al., 2014). Em São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Minas Gerais, encontrou-se uma elevada contaminação de amostras de leite por organofosforados (75,1%) e carbamatos (73,7%) (NERO et al., 2007). Especificamente nas regiões de Londrina, no Paraná, e Pelotas, no Rio Grande do Sul, foram encontradas 61,8% de amostras positivas para organofosforados e 64% para carbamatos, com 42,7% das amostras apresentando ambas as classes de pesticidas (MORAES, 2005). Embora grande parte dessa contaminação se encontre dentro do LMR, ressalta-se mais uma vez a importância do consumo desses produtos por longo período de tempo. Em todos os casos relatados, o risco à saúde dos produtores é duplo, tanto pela exposição ao agrotóxico durante sua aplicação quanto pela ingestão do leite e de carne produzidos ali. O trabalho no campo é, atualmente, considerado uma das profissões de maior risco ao trabalhador, em razão do risco de acidentes graves com máquinas agrícolas e também da exposição frequente aos mais diversos pesticidas (TONOZZI; LAYNE, 2016).

Outras pesquisas também destacam a presença de organoclorados, organofosforados e carbamatos em águas naturais (TIEYU et al., 2005; GUTIERREZ et al., 2012; DETI et al., 2014; BEDI et al., 2015; SHAKER;

ELSHARKAWY, 2015). Uma fonte de água contaminada pode inadvertidamente ser fornecida aos animais ou utilizada para irrigação de vegetais, os quais, posteriormente, podem ser fornecidos às vacas. Como já mencionado, o ideal é que plantações que utilizam pesticidas rotineiramente, como soja, milho e tantos outros cultivares, estejam afastados tanto das áreas de pastejo quanto das fontes de água potável fornecida ao rebanho. É importante também salientar que o uso de agrotóxicos nos pastos a serem destinados aos animais deve ser reduzido ao mínimo, devendo-se respeitar o período de intervalo entre o tratamento do campo e a introdução dos bovinos (TIEYU et al., 2005).

Além dos resíduos medicamentosos e dos praguicidas, são frequentes as detecções de diferentes micotoxinas no leite e em seus derivados. Em virtude do risco à saúde decorrente dessas contaminações, diversos países aumentaram o rigor das legislações de controle nos alimentos, sendo que as micotoxinas já foram motivo de imposição de barreiras comerciais em alguns países (MARROQUÍN-CARDONA et al., 2014; PEREIRA; FERNANDES; CUNHA, 2014). As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos, sob condições específicas de temperatura, umidade e oxigênio. Do ponto de vista sanitário, os principais gêneros produtores de micotoxinas são *Aspergillus*, *Penicilium* e *Fusarium* (PATTONO et al., 2013; PEREIRA; FERNANDES; CUNHA, 2014). O Brasil apresenta excelentes condições ambientais para o crescimento desses fungos micotoxigênicos (FREIRE et al., 2007), tendo inclusive participação importante na descoberta da aflatoxina na década de 1960, quando torta de amendoim exportada para o Reino Unido causou enorme mortalidade em perus daquela região.

Os alimentos são contaminados por esses fungos por causa de procedimentos inadequados de plantio, colheita ou armazenamento e, ao serem consumidos por animais em lactação, essas substâncias são excretadas no leite devido à alta lipossolubilidade e ao pequeno tamanho (IHA et al., 2013). As micotoxinas em geral são termotolerantes; portanto, mesmo que o leite passe por tratamento térmico, não há destruição completa do agente tóxico (BENNETT; KLICH, 2003; PITT, 2013). No Paraná, diferentes micotoxinas foram encontradas em amostras de leite pasteurizado, UHT e em leite em pó de prateleira, em concentrações acima do limite estabelecido pela OMS (SANTOS et al., 2015).

As aflatoxinas são as micotoxinas mais encontradas no leite por sua frequente presença em grãos utilizados na alimentação animal; contudo, patulinas, fumonisinas, zearalenona, deoxyvalenol e tricotecenos também podem estar presentes e são causadores de efeitos tóxicos em animais e humanos (BENNETT; KLICH, 2003; ISMAIEL; PAPENBROCK, 2015). A ingestão dessas toxinas por seres humanos ocorre pelo consumo de leite, queijos, carnes e outros produtos de origem animal, bem como pela ingestão de vegetais contaminados, especialmente grãos (SMITH et al., 1995). Considera-se que cerca de 25% de todos os produtos agrícolas produzidos no mundo estão contaminados por alguma micotoxina (FREIRE et al., 2007).

Entre as micotoxinas, as aflatoxinas, produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, são consideradas mais importantes, por apresentarem ação hepatotóxica, mutagênica, imunossupressora e neoplásica. As aflatoxinas B1 (AFB1) e aflatoxinas B2 (AFB2) são as mais comumente detectadas na alimentação animal e, ao serem ingeridas, são metabolizadas e convertidas nos metabólitos aflatoxina M1 (AFM1) aflatoxina M2 (AFM2). Portanto, essas formas metabolizadas são as mais encontradas no leite das vacas e, consequentemente, consumidos em maior frequência pela população humana. Tanto as moléculas originais quanto seus metabólitos são extremamente tóxicas, causando efeitos danosos similares, sendo que o Comitê Científico para Alimentos (SCF) da União Europeia determinou que somente indivíduos não expostos a aflatoxinas estariam livres do risco de desenvolver câncer (SMITH et al., 1995; BENNETT; KLICH, 2003; FREIRE et al., 2007).

A maioria dos relatos de micotoxicoses é de casos agudos; entretanto, essas toxinas também podem causar efeitos deletérios ao longo do tempo, mesmo com exposições diárias abaixo do limite máximo da IDA (BENNETT; KLICH, 2003; BENKERROUM, 2016). Os bovinos são menos sensíveis à aflatoxicose que outras espécies animais, como os suínos, mas podem apresentar apetite reduzido, perda de peso e redução na produção de carne e leite. Sabe-se também que a ingestão crônica dessas toxinas por bovinos pode causar deterioração hepática progressiva, que reflete em menor conversão alimentar, deficiências reprodutivas e maior susceptibilidade a doenças por imunossupressão (ROBENS; RICHARD, 1992; FLORES-FLORES; GONZÁLEZ-PEÑAS, 2017), além de favorecer a ocorrência de distúrbios metabólicos graves que podem levar o animal a

óbito (JOBIM; GONÇALVES; SANTOS, 2001; MURUGESAN et al., 2015; ISHIKAWA et al., 2016).

Na tentativa de avaliar o resultado da exposição crônica a deoxinivalenol e fumonisinas, suínos foram alimentados com ração contaminada em níveis relativamente baixos por várias semanas e, embora os animais não tenham apresentado sinais clínicos visíveis, na análise *post mortem* havia alterações significativas, como inflamação e destruição das vilosidades intestinais, inclusive com áreas de necrose, ainda que as doses ingeridas tenham sido mínimas. Além das lesões descritas, houve redução da resposta imunológica no intestino, sendo que a soma desses efeitos interfere grandemente na funcionalidade da barreira intestinal e, portanto, abre caminho para o estabelecimento de gastroenterites de etiologia infecciosa (BRACARENSE et al., 2012; LUCIOLI et al., 2013). É possível que efeitos semelhantes ocorram em seres humanos, por serem expostos por um maior período quando comparado a estes animais, ainda que a concentração destes agentes tóxicos seja menor.

Nos países produtores de alimentos do hemisfério sul, geralmente com menor poder econômico que países do hemisfério norte, foi verificado um cenário preocupante sobre estas contaminações. Diante das barreiras comerciais impostas pelos principais países importadores, quando há detecção de micotoxinas acima dos níveis exigidos pela comunidade internacional, esses alimentos são destinados ao mercado interno para consumo direto ou alimentação dos animais, criando assim um aumento do risco à saúde destas populações (MARROQUÍN-CARDONA et al., 2014), possivelmente com maior incidência de complicações decorrentes de micotoxicoses agudas e crônicas. Os agentes tóxicos geralmente são excretados no leite por difusão simples, por causa de sua natureza lipossolúvel e sua afinidade por proteínas, como a caseína láctea (ROZMAN; KLAASSEN, 1996). Em queijos e manteiga, produtos que concentram os componentes presentes no leite *in natura*, a contaminação pode ser muito maior, uma vez que o processo de fabricação concentra os agentes tóxicos, especialmente os que apresentam grande atração por proteínas e gorduras (SCHETTINO et al., 2013; MACEDO et al., 2015).

Os agentes tóxicos citados brevemente neste texto são os mais comumente encontrados e relatados em amostras de leite e derivados. Todas essas substâncias são incluídas na fase de pré-ordenha do leite, gerando contaminações que invariavelmente refletem um manejo deficiente. O tratamento

veterinário, o manejo da propriedade, a produção da alimentação dos animais, todos esses fatores relacionados à produção leiteira envolvem a fisiologia dos animais e a possível transferência de agentes químicos (ou físicos) aos produtos de origem animal. O manejo de uma propriedade rural carece, muitas vezes, de um acompanhamento técnico adequado, o que gera menor eficiência produtiva, além dos problemas já enfatizados. Outras contaminações tóxicas, que acontecem na fase pós-ordenha, usualmente estão relacionadas a fraudes, na tentativa de acobertar irregularidades cometidas no processo final de produção. A adição de água pode ser verificada pela diminuição no teor de proteína do produto e, na tentativa de burlar os testes que detectam o nitrogênio proteico, substâncias extremamente tóxicas como a melamina podem ser utilizadas. Um carregamento de leite contaminado com bactérias fecais, por exemplo, pode ser fraudado com formol para aumentar sua vida útil, já que não são preconizados testes de rotina para essa substância, uma das mais tóxicas conhecidas pelo ser humano. Problemas de manejo podem ocorrer por diversos fatores, mas estes podem ser corrigidos e sanados, com vista à melhoria da produtividade e da qualidade da produção – desde que o problema seja devidamente reconhecido, assumido e enfrentado. As contaminações tóxicas decorrentes de fraudes devem ser combatidas com rigor pelos órgãos públicos, que podem punir severamente quem arrisca a saúde de seus consumidores para aumentar seu lucro.

DETECÇÃO DE RESÍDUOS TÓXICOS NO LEITE

Com o intuito de monitorar os resíduos em produtos como o leite e garantir que sejam saudáveis, além de possibilitar a abertura de mercado no exterior, o MAPA, mediante a Instrução Normativa n. 42, de 20 de dezembro de 1999, criou o Plano Nacional de Controle de Resíduos em Produtos de Origem Animal (PNCR), que abrange o controle de diversos resíduos com potencial tóxico, desde drogas de uso veterinário a pesticidas e micotoxinas, visando proteger a saúde dos consumidores e garantir acesso a mercados internacionais (SDA/MAA, 1999) (BRASIL, 1999). A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) criou, em 2001, o Programa de Análises de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, que objetiva o controle e a prevenção da contaminação alimentar pelos pesticidas. O mesmo órgão também criou o Programa de Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal (PAMvet), tendo como foco

a análise do leite exposto ao consumo, prevenindo a fiscalização e o controle dos resíduos de medicamentos veterinários que representam risco à saúde pública. O programa do Mapa coleta amostras diretamente de produtores inspecionados pelo Sistema de Inspeção Federal; já os programas da Anvisa coletam amostras nas gôndolas, já sendo comercializadas. Todos são muito positivos e a análise rigorosa para a detecção de resíduos em alimentos é fundamental para o cuidado com a saúde pública e para abrir mercado no exterior aos produtos nacionais.

Existem diferentes metodologias aplicáveis para a detecção de resíduos de agentes tóxicos em alimentos. A natureza da amostra influencia grandemente o tipo de análise que deve ser realizada, mas a maioria das análises toxicológicas pode ser feita por métodos cromatográficos, como a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), inclusive acoplados à espectrometria de massa, possibilitando a detecção de várias substâncias simultaneamente em quantidades ínfimas, da ordem de décimos de partes por bilhão (ppb). Contudo, os custos para aquisição desses equipamentos são elevados e há necessidade de mão de obra especializada, além de preparo da amostra utilizando solventes com alto potencial tóxico (BUCUR et al., 2018).

A cromatografia consiste na extração e na diluição de componentes químicos presentes em uma amostra, para posterior separação desses compostos, baseando-se nas diferentes interações entre eles e uma fase móvel e uma fase sólida. No HPLC, a amostra é eluída em metanol, acetonitrila, diclorometano, água, entre outros solventes, e aplicada sob pressão em colunas contendo carbono, com uma fina abertura em seu centro. De acordo com o tempo que o composto separado leva para percorrer a coluna, além de suas características físicas quando expostos à luz UV, por exemplo, é possível identificar a substância com precisão, além de quantificá-la, de acordo com sua concentração na amostra inicial. Quando a fase móvel utilizada é um gás, a análise é chamada de *cromatografia gasosa* (GC), método que segue exatamente o mesmo princípio de separação baseado nas interações químicas entre a amostra e as fases móvel e fixa. Já a espectrometria de massa (MS) é uma técnica analítica muito mais sensível, na qual a amostra recebe muita energia, térmica, elétrica, fotônica (*laser*), até desfazer-se em íons, que passam por um aparelho capaz de detectar a razão entre a carga e a massa (m/z) de cada íon separadamente, transformando essa análise em dados que, quando comparados a enormes bancos de dados, permite a identificação de cada

molécula singularmente presente nessas amostras analisadas. A combinação dessas metodologias permite quantificar quaisquer substâncias presentes em uma matriz orgânica, sendo elas tóxicas ou não (ALDER et al., 2006).

A detecção dos resíduos mais comuns em leite, como antibióticos de uso animal, pode ser realizada empregando-se *kits* comerciais, que são testes de triagem largamente utilizados em razão do baixo custo e da rapidez analítica (RIUS; TRULLOLS; RUISA, 2004). No Brasil, as grandes indústrias de laticínios estão incorporando métodos rápidos nas análises de rotina para triagem do leite (FOLLY; MACHADO, 2001) e, embora os resultados positivos exijam confirmação por métodos analíticos validados de maior sensibilidade, como o HPLC, há significativa redução no custo e tempo de realização de análises. Existem *kits* comerciais que se baseiam na inibição do crescimento de microrganismos indicadores em meio específico, outros que se baseiam na interação química entre contaminantes e outras substâncias. Nos dois casos, a leitura pode ser realizada visualmente, pela mudança na coloração dos materiais, dispensando o uso de equipamentos específicos para esse fim.

De maneira similar, os ensaios de imunoabsorção enzimática (ELISA) são utilizados para a detecção de resíduos de diferentes resíduos em amostras de leite. Anticorpos específicos para cada toxicante são gerados e impregnados em microplacas plásticas de alta afinidade com proteínas. O analito-alvo (agente tóxico) é capturado por esses anticorpos e, por diferentes abordagens (ELISA direto ou ELISA de competição). O resultado final é também uma mudança na coloração da reação, que pode ser detectada visualmente para um simples resultado qualitativo, ou analisada por meio de um leitor automatizado (espectrofotômetro), que permite quantificar os compostos ali presentes. ELISA é um método muito utilizado em razão de sua praticidade e rapidez de execução. Todavia, as amostras positivas devem ser submetidas a testes confirmatórios de maior sensibilidade e especificidade (TENÓRIO et al., 2009; ARAUJO et al., 2015).

Entre as metodologias mais utilizadas para a detecção de micotoxinas em alimentos está a cromatografia líquida de alta eficiência acoplada a leitor de fluorescência, ou à espectrometria de massas (HPLC-MS) que, apesar de ser extremamente sensível e específica, tem desvantagens como o alto custo de implantação (BELLIO et al., 2016; ALSHANNAQ; YU, 2017). Métodos imunológicos, como o teste de ELISA, vêm sendo oferecidos como

alternativas de menor custo, mas com boa sensibilidade e especificidade (DENG et al., 2013; BELLIO et al., 2016; ALSHANNAQ; YU, 2017). Recentemente, pesquisadores desenvolveram um método de detecção de micotoxinas com o emprego de biossensores baseados na inibição enzimática, sendo mais “biologicamente relevantes” do que os métodos cromatográficos padrão. Esses biossensores buscam melhorar a sensibilidade e a seletividade usando nanomateriais e são utilizados em combinação com métodos quimiométricos para análise de dados; estes, porém, ainda estão em fase de experimentação (GURBAN et al., 2017; BUCUR et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos tóxicos encontrados em amostras de leite são provenientes da exposição das vacas leiteiras a esses agentes, seja por meio de tratamentos veterinários, fornecimento de alimentos ou água contaminada aos animais, ou exposição direta à pulverização de praguicidas em pastagens ou plantações próximas. Tudo o que a vaca em lactação absorve cai em sua corrente sanguínea e é excretado no leite, em maior ou menor quantidade, podendo ser consumido pela população humana. Os métodos de detecção estão sendo desenvolvidos para aumentar cada vez mais a sensibilidade e a capacidade de identificar diferentes contaminações em uma única amostra, no sentido de assegurar que substâncias tóxicas, ainda que presentes no leite, estejam nos limites considerados aceitáveis de acordo com a legislação vigente, que, por sua vez, é baseada em conhecimentos científicos. Contudo, está nas mãos dos produtores e médicos veterinários de campo a responsabilidade pela produção de um leite limpo e seguro, buscando a implantação e a utilização de boas práticas de produção no campo, com vistas a assegurar a menor contaminação possível na cadeia produtiva do leite, o que culminará na garantia da fonte de renda na área rural e ausência de impacto à saúde de todos. A busca pelo alimento seguro decorre da maior consciência da população acerca do risco à saúde causado por possíveis perigos ocultos na alimentação, sendo este um caminho sem volta e que envolve todos os níveis de produção alimentar. A adequação a esse novo cenário é fundamental para garantir a excelência da bovinocultura brasileira nos âmbitos nacional e internacional.

REFERÊNCIAS

- ADDO, K. K. et al. Microbiological quality and antibiotic residues in informally marketed raw cow milk within the coastal savannah zone of Ghana. **Tropical Medicine & International Health**, v. 16, n. 2, p. 227-232, fev. 2011.
- ALDER, L. et al. Residue analysis of 500 high priority pesticides: Better by GC-MS or LC-MS/MS? **Mass Spectrometry Reviews**, v. 25, n. 6, p. 838-865, nov. 2006. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/mas.20091>>.
- ALSHANNAQ, A.; YU, J.-H. H. Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 14, n. 6, p. 632, jun. 2017.
- ARAUJO, G. B. et al. Detecção de resíduo de antibiótico em leite in natura em laticínio sob inspeção federal. **Scientia Plena**, v. 11, n. 4, p. 4-9, 2015.
- ARAUJO, G. D. et al. Aspectos morfológicos e fisiológicos de glândulas mamárias de fêmeas bovinas: revisão de literatura. **PubVet**, v. 6, n. 36, p. 21, 2012.
- BASTOS, L. H. P. et al. Possíveis fontes de contaminação do alimento leite, por agrotóxicos, e estudos de monitoramento de seus resíduos: uma revisão. **Caderno de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 1, p. 51-60, 2011.
- BEDI, J. S. et al. Pesticide residues in bovine milk in Punjab, India: spatial variation and risk assessment to human health. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 69, n. 2, p. 230-240, 2015.
- BELLIO, A. et al. Aflatoxin M1 in cow's milk: method validation for milk sampled in northern Italy. **Toxins**, v. 8, n. 3, 2016.
- BENKERROUM, N. Mycotoxins in dairy products : a review. **International Dairy Journal**, v. 62, p. 63-75, 2016.
- BENNETT, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, v. 16, n. 3, p. 497-516, 2003.

BRACARENSE, A.-P. F. L. et al. Chronic ingestion of deoxynivalenol and fumonisin, alone or in interaction, induces morphological and immunological changes in the intestine of piglets. **British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 12, p. 1776-1786, jun. 2012.

BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 329, de 2 de setembro de 1985. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/mapa_gm/1985/prt0329_02_09_1985.html>. Acesso em: 1º nov. 2019.

BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Disponível em: <<https://www.apcbrh.com.br/files/IN62.pdf>>. Acesso em: 1º nov. 2019.

BRASIL Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Instrução Normativa SDA/MAA nº 42, de 20 de dezembro de 1999. **Diário Oficial da União**, 22 dez. 1999. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/documentos-da-pncrc/instrucao-normativa-sda-n-o-42-de-20-de-dezembro-de-1999.pdf/view>>. Acesso em: 1º nov. 2019.

BRUCKMAIER, R. M. Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, n. 2, p. 268-273, 2005.

BUCUR, B. et al. Advances in enzyme-based biosensors for pesticide detection. **Biosensors**, v. 8, n. 2, p. 27, 22 mar. 2018. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2079-6374/8/2/27>>.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. Avaliação de risco crônico da ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 5, p. 529-537, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.org/pdf/rsp/v34n5/3223.pdf>>.

CAVALETTI, L. et al. Milk contamination by organophosphorus and carbamate residues present in water and animal feedstuff. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 2485-2494, 2014.

CHOWDHURY, S. et al. Antibiotic residues in milk and eggs of commercial and local farms at Chittagong, Bangladesh. **Veterinary World**, v. 8, n. 4, p. 467-471, 2015.

DELGADO, F. E. da F. et al. Verminoses dos bovinos: percepção de pecuaristas em Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 18, n. 3, p. 29-33, 2009.

DENG, G. et al. High sensitive immunoassay for multiplex mycotoxin detection with photonic crystal microsphere suspension array. **Analytical Chemistry**, v. 85, n. 5, p. 2833-2840, mar. 2013.

DETI, H. et al. Persistent organochlorine pesticides residues in cow and goat milks collected from different regions of Ethiopia. **Chemosphere**, v. 106, p. 70-74, 2014.

FAGNANI, R. et al. Análise de risco de praguicidas em leite cru e caracterização do uso em propriedades leiteiras. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, p. 20-26, 2011.

FAO/OMS. **Maximum Residue Limits (MRLs) and Risk Management Recommendations (RMRs) for Residues of Veterinary Drugs in Foods**. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/en/>>.

FERNÍCOLA, N. A. G. G. Toxicología de los insecticidas organoclorados. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana**, v. 98, n. 1, p. 10-19, 1985. Disponível em: <<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/16966/v98n1p10.pdf>>.

FLORES-FLORES, M. E.; GONZÁLEZ-PEÑAS, E. An LC-MS/MS method for multi-mycotoxin quantification in cow milk. **Food Chemistry**, v. 218, p. 378-385, 2017.

FLORES, A. V. et al. Organoclorados: um problema de saúde pública. **Ambiente e Sociedade**, n. 2, p. 110-125, 2004.

FOLLY, M. M.; MACHADO, S. da C. A. Determinação de resíduos de antibióticos, utilizando-se métodos de inibição microbiana, enzimático e imuno-ensaios no leite pasteurizado comercializado na

região Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência Rural**, v. 31, p. 95-98, 2001.

FREIRE, F. C. O. et al. **Micotoxinas**: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Embrapa, p. 48, 2007.

GRISI, L. et al. Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 150-156, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-29612014000200150&lng=en&tlng=en>.

GURBAN, A. M. et al. Achievements and prospects in electrochemical-based biosensing platforms for aflatoxin M1 detection in milk and dairy products. *Sensors*, v. 17, n. 12, p. 1-21, dez. 2017.

GUTIERREZ, R. et al. Organochlorine pesticide residues in bovine milk from organic farms in Chiapas, Mexico. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 89, n. 4, p. 882-887, 2012.

IBGE. **Quantidade de leite cru adquirido e industrializado no mês e no primeiro trimestre de 2018**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html?=&t=destaques>>.

IHA, M. H. et al. Aflatoxin M 1 in milk and distribution and stability of aflatoxin M 1 during production and storage of yoghurt and cheese. **Food Control**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2013.

ISHIKAWA, A. T. et al. Exposure assessment of infants to aflatoxin M1 through consumption of breast milk and infant powdered milk in Brazil. **Toxins**, v. 8, n. 9, p. 1-11, 2016.

ISMAIEL, A.; PAPENBROCK, J. Mycotoxins: producing fungi and mechanisms of phytotoxicity. **Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 492-537, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2077-0472/5/3/492/>>.

JESUS, D. A. **Determinação de resíduos de avermectinas no leite por CLAE-EM/EM**. 2007. Universidade Federal do Paraná, 2007.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas “versus” desempenho animal e qualidade de seus produtos. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADA, **Anais [...]** 2001.

KLEIN, B. **Cunningham tratado de fisiologia veterinária**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Anatomia dos animais domésticos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LI, Q. et al. Ultrasensitive detection of aflatoxin B1 by SERS aptasensor based on exonuclease-assisted recycling amplification. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 97, p. 59-64, nov. 2017.

LUCIOLI, J. et al. The food contaminant deoxynivalenol activates the mitogen activated protein kinases in the intestine: Interest of ex vivo models as an alternative to in vivo experiments. **Toxicon**, v. 66, p. 31-36, 2013.

MACEDO, F. et al. Short communication: macrocyclic lactone residues in butter from brazilian markets. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 3695-3700, jun. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-9130>>.

MARROQUÍN-CARDONA, A. G. et al. Mycotoxins in a changing global environment: a review. **Food and Chemical Toxicology**, v. 69, p. 220-230, jul. 2014.

MCEWEN, S. A.; BLACK, W. D.; MEEK, A. H. Antibiotic residues (bacterial inhibitory substances) in the milk of cows treated under label and extra-label conditions. **Canadian Veterinary Journal**, v. 33, n. 8, p. 527-534, 1992.

MEDINA, Á. et al. Science Direct Climate change and mycotoxigenic fungi: impacts on mycotoxin production. **Current Opinion in Food Science**, v. 5, n. Cc, p. 99-104, 2015.

MORAES, L. B. de. **Estafilococos coagulase positivos, microrganismos indicadores e resíduos químicos em leite de propriedades leiteiras da microrregião de Londrina/PR e Pelotas/RS**. 2005. Universidade Estadual de Londrina, 2005.

MUNIZ, L. C.; MADRUGA, S. W.; ARAÚJO, C. L. Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 12, p. 3515-3522, 2013.

MURUGESAN, G. R. et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. **Poultry Science**, v. 94, n. 6, p. 1298-1315, jun. 2015.

NERO, L. A. et al. Resíduos de antibióticos em leite cru de quatro regiões leiteiras no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 391-393, 2007.

NOVAES, S. F. de et al. Residues of veterinary drugs in milk in Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 8, p. 1-7, 2017.

OPAS/OMS. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro2.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

PACHECO-SILVA, É.; SOUZA, J. R.; CALDAS, E. D. Resíduos de medicamentos veterinários em leite e ovos. **Química Nova**, v. 37, n. 1, p. 111-122, 2014.

PATTONO, D. et al. Survey of the presence of patulin and ochratoxin A in traditional semi-hard cheeses. **Food Control**, v. 33, n. 1, p. 54-57, 2013.

PEREIRA, V. L.; FERNANDES, J. O.; CUNHA, S. C. Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: a review on occurrence and recent methods of analysis. **Trends in Food Science and Technology**, v. 36, n. 2, p. 96-136, 2014.

PICININ, L. C. A. et al. Survey of pyrethroid, macrocyclic lactone and antibacterial residues in bulk milk tank from Minas Gerais State, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 2, p. 97-104, 2017.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a vigilância em saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, out. 2017.

PITT, J. I. Mycotoxins: fumonisins. **Encyclopedia of Food Safety**, v. 2, p. 299-303, 2013.

PROSSER, C. G. et al. Regulation of blood flow in the mammary microvasculature. **Journal of Dairy Science**, v. 79, n. 7, p. 1184-1197, 1996.

RATHE, H. A. A.; AL-SHAHA, O. M. Detection of antibiotic residues in milk and milk products of cattle in dairy farms in Baghdad region. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 5, n. 3, p. 1797-1802, 2017.

RIUS, F. X.; TRULLOLS, E.; RUISA, I. Validation of qualitative analytical methods. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 23, n. 2, p. 137-145, 2004.

ROBENS, J. F.; RICHARD, J. L. Aflatoxins in animal and human health. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 127, p. 69-94, 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-9751-9_3>.

ROE, F. J. C. The Quality and Relevance of Data from Studies in Laboratory Rodents. (U. Mohr et al., Eds.) In: Assessment of Inhalation Hazards, Berlin, Heidelberg, Heidelberg. **Anais...** Berlin, Heidelberg, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1989.

ROMERO, T. et al. Albendazole residues in goat's milk: interferences in microbial inhibitor tests used to detect antibiotics in milk. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 25, n. 2, p. 302-305, 2017.

ROZMAN, K. K.; KLAASSEN, C. D. Absorption, distribution and excretion of toxicants. In: KLAASSEN, C. D.; WATKINS III, J. B. (ed.). **Casarett & Doull's essentials of toxicology**. New York, 2003, McGraw-Hill

SANTOS, J. S. dos et al. Aflatoxin M1 in pasteurized, UHT milk and milk powder commercialized in Londrina, Brazil and estimation of exposure. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 65, n. 3, p. 1-9, 2015.

SCHETTINO, B. et al. Residues of legacy organochlorine contaminants in the milk of Alpine and Saanen goats from

the central region of Mexico. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 91, n. 2, p. 154-159, 2013.

SCHLEMPER, V.; SACHET, A. P. Antibiotic residues in pasteurized and unpasteurized milk marketed in southwest of Paraná, Brazil. **Ciência Rural**, v. 47, n. 12, nov. 2017.

SHAKER, E. M.; ELSHARKAWY, E. E. Organochlorine and organophosphorus pesticide residues in raw buffalo milk from agroindustrial areas in Assiut, Egypt. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 39, n. 1, p. 433-440, 2015.

SILVA, A. M. et al. Conjuntura da pecuária leiteira no Brasil. **Nutri Time**, v. 14, n. 1, p. 4954-4958, 2017.

SILVA, R. M.; SILVA, R. C.; RIBEIRO, A. B. Resíduos de antibióticos em leite. **SaBios: Revista de Saúde e Biologia**, v. 7, p. 30-44, 2012.

SMITH, J. E. et al. Role of mycotoxins in human and animal nutrition and health. **Natural Toxins**, v. 3, p. 187-192, 1995.

SPADOTTO, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. **Revista do Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar**, São Manuel, p. 1-9, maio 2006.

TANG, Y. Y. et al. Multiclass analysis of 23 veterinary drugs in milk by ultraperformance liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v. 881-882, p. 12-19, 2012.

TENÓRIO, C. G. M. S. C. et al. Eficiência dos testes COPAN (microplate e single) na detecção de resíduos de antimicrobianos no leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, p. 504-510, 2009.

TIAN, H. et al. Quantitative multiresidue analysis of antibiotics in milk and milk powder by ultra-performance liquid chromatography coupled to tandem quadrupole mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v. 1033-1034, p. 172-179, 2016.

- TIEYU, W. et al. Contamination of persistent organic pollutants (POPs) and relevant management in China. **Environment International**, v. 31, p. 813-821, 2005.
- TONOZZI, T. R.; LAYNE, L. A. Hired crop worker injuries on farms in the United States: a comparison of two survey periods from the National Agricultural Workers Survey. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 59, n. 5, p. 408-423, 2016.
- TUCKER, H. A. Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 4, p. 874-884, 2000.
- VEIGA DOS SANTOS, M. Mastite bovina e o uso de antibióticos. **Mundo do Leite**, v. 61, n. jun./jul, p. 18-20, 2013.
- VILELA, D. et al. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. **Revista de Política Agrícola**, n. 1, p. 5-24, 2017.
- WHO – World Health Organization. **Guidelines for predicting dietary intake of pesticide residues**. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/pesticide_en.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.
- ZHOU, W. et al. Simultaneous determination of 16 macrolide antibiotics and 4 metabolites in milk by using Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe extraction (QuEChERS) and high performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. **Journal of Chromatography B**, v. 1061-1062, n. August, p. 411-420, 2017.

SOBRE OS AUTORES

Adriana de Souza Martins - Zootecnista, Professora doutora da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Zootecnia. E-mail: adrianamartins.uepg@gmail.com

Alexandre Lobo Blanco - Médico veterinário, assessor técnico do Sistema FAEP, Depto. Técnico e Econômico. E-mail: alexandre@senarpr.org.br

Alexandre Menezes Dias - Professor adjunto da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS). E-mail: alexandre.menezes@ufms.br

Altair Antônio Valloto - Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa. E-mail: altair@apcbrh.com.br

Andreas Lazaros Chryssafidis - Professor doutor do Laboratório de Toxicologia Veterinária da Universidade Estadual de Londrina (ToxiVet), Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Laboratório de Parasitologia e Doenças Parasitárias (LAPAR-CAV-UDESC), Departamento de Medicina Veterinária, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV), Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). E-mail: andreas.ch@udesc.br

Avelino Manuel F. Correa - Médico veterinário da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), supervisor de campo do Serviço de Controle Leiteiro SCL/SRG. E-mail: avelino@apcbrh.com.br

Barbara Haline Buss Baiak - Doutoranda, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Departamento de Zootecnia. E-mail: barbara_baiak@hotmail.com

Bianca Letícia Barbosa - Mestranda do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). E-mail: bialet_barbosa@hotmail.com

Breno Luiz Ney Garcia - Médico Veterinário, Pesquisador do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, Laboratório de Pesquisa em Qualidade do Leite - FMVZ-USP.

Eloize Jaqueline Askel - Médica veterinária, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPR. E-mail: elojaque@gmail.com

Fabio Seiji dos Santos - Bolsista Capes, Pós-Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFCE). E-mail: fabio1987_@hotmail.com

Geraldo Tadeu dos Santos - Médico Veterinário, Professor titular do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). E-mail: gtsosant@uem.br

Guilherme Fernando Mattos Leão - Médico veterinário, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPR. E-mail: guilhermeleao@ufpr.br

Guilherme Souza Dias - Zootecnista, assessor técnico do Sistema FAEP, Depto. Técnico e Econômico. E-mail: guilherme.dias@faep.com.br

Gustavo Freu - Médico Veterinário, Pesquisador do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, Laboratório de Pesquisa em Qualidade do Leite - FMVZ-USP.

Jennifer Mayara Gasparina - Mestranda, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. E-mail: jennifermayara22@gmail.com

João Ricardo Alves Pereira - Zootecnista, Professor doutor da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Zootecnia. E-mail: jricardouepeg@uol.com.br

Joaquim R. Martins - Engenheiro agrônomo, mestre em Agronomia, Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater). E-mail: joaquimmartins@emater.pr.gov.br

Jose Augusto Horst - Gerente do Programa de Análise de Rebanhos Leiteiro (Parleite). PARLEITE. E-mail: horst@apcbrh.com.br

Luciana da Silva Leal Karolewski - Médica veterinária, Professora doutora da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Zootecnia. E-mail: lu_s_leal@yahoo.com.br

Maicon Puertas S. da Silva - Médico veterinário, APCBRH, técnico de campo SCL/SRG. E-mail: maicon@apcbrh.com.br

Marcos Veiga dos Santos - Médico Veterinário, Professor Titular do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, Coordenador do Laboratório de Pesquisa em Qualidade do Leite - FMVZ-USP.

Mirian Prevelato de Andrade - Associado ao LAPAR-CAV-UDESC.

Paulo de Tarso Borges - Médico veterinário, Empresa Pioneiros, Carambeí, Paraná. E-mail: tarsovet@hotmail.com

Raquel Abdallah da Rocha - Zootecnista, Professora doutora da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Departamento de Zootecnia. E-mail: raroliveira@uepg.br

Rodrigo de Almeida - Médico veterinário, professor associado do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: ralmeida@ufpr.br

Ronei Volpi - Médico veterinário, assessor técnico da Diretoria do Sistema Fundação de Agricultura do Estado do Paraná (FAEP). E-mail: ronei@senarpr.org.br

Simony M. B. Lugão - Engenheira agrônoma, doutora em Zootecnia, Iapar. E-mail: lugao@iapar.br

Suellen Carolina Henrichs - Médica veterinária, APCBRH, técnica do SCL/SRG. E-mail: suellen@apcbrh.com.br

Thomer Durman - Médico veterinário, mestre e doutor, gerente da ALLTECH, Ponta Grossa, Paraná. E-mail: thomerdurman@hotmail.com

Tiago Tomazi - Médico Veterinário, Pesquisador do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, Laboratório de Pesquisa em Qualidade do Leite - FMVZ-USP.

Vanderlei Bett - Zootecnista e médico veterinário, doutor em Zootecnia, Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar). E-mail: vand.bett@iapar.br

Victor Breno Pedrosa - Zootecnista, Professor doutor da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Zootecnia. E-mail: vbpedrosa@uepg.br

Vivian Fischer - Professora do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), bolsista PQ CNPq, coordenadora do Núcleo de Pesquisa em Pecuária Leiteira e Comportamento Animal (NUPLAC), Faculdade de Agronomia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). E-mail: vivinha.fischer@hotmail.com

Willian Gonçalves do Nascimento - Zootecnista, doutor em Zootecnia, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina. E-mail: williangoncalves@ufpr.br

SOBRE O LIVRO

Tipologia Cambria 11 pt e Verdana 11pt
Ano 2019