

IODO EM LEITE, POSSÍVEL INDICADOR DE QUALIDADE EM PECUÁRIA LEITEIRA INTENSIVA DE PRECISÃO¹

Odo Primavesi²

INTRODUÇÃO

Atualmente os sistemas de produção de alimentos devem almejar, não somente produtividade elevada por unidade de área, como também colocar, à disposição da indústria de transformação e dos consumidores, alimentos com o mínimo risco à saúde humana, risco este causado pela presença de contaminantes físicos, químicos e biológicos.

O Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/EMBRAPA, pesquisando e reavaliando os processos envolvidos na intensificação dos sistemas de produção de bovinos de leite, localizados na Microbacia Hidrográfica do Ribeirão Canchim, procurou caracterizar e monitorar a quantidade e a qualidade dos produtos gerados, como o leite. A finalidade foi detectar impactos ambientais negativos e a presença de possíveis contaminantes que necessitem ser amenizados ou contornados, a fim de ser mantida a sustentabilidade e a eficiência produtiva dos sistemas de produção, e também garantida a qualidade dos produtos gerados para atender à demanda da população por proteína láctea.

Em sistemas intensivos de produção de bovinos de leite, é necessário fazer um controle mais severo da sanidade animal. Com isso, normalmente há consumo maior de insulinos, como o da solução de iodo para desinfecção dos tetos em pré-ordenha, procurando reduzir o risco da presença de mastite clínica, procedimento este que normalmente não

¹ Trabalho realizado no Projeto 11.0.95.661-01 e 02, do Programa de Qualidade Ambiental, da EMBRAPA.

² Pesquisador, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/EMBRAPA. Caixa Postal 339. CEP 13560-970 São Carlos-SP, Brasil. E-mail: odo@coppse.embrapa.br

ocorre em sistemas de produção menos intensivos. Surgiu, desta forma, o questionamento sobre qual o potencial conta minante desta prática sobre o leite, em nossas condições, já que houve relato, no Exterior, sobre a detecção de níveis de iodo que ultrapassam o valor crítico estabelecido.

Este trabalho procura caracterizar e monitorar o teor de iodo no leite, produzido em um sistema intensivo de produção com animais puros da raça Holandesa Preta e Branca (HPB), e, num sistema menos intensivo de bovinos de leite mestiços, para verificar se os níveis se aproximam dos considerados críticos à saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi monitorado o teor de iodo em amostras retiradas do volume total do leite produzido em um sistema intensivo de produção de leite, no qual são manejadas vacas da raça Holandesa Preta e Branca (HPB), puras, cuja produção individual varia de 8 a 60 L de leite por dia, com média de 22 a 28 L por animal/dia, em função da estação do ano. Os animais em lactação recebem uma complementação de ração completa (concentrado protéico mais sal enriquecido com minerais e 1,6 ppm de iodo) na proporção de 1 kg para cada 3 litros de leite, até 1:4 quando a produção de leite é mais reduzida. Os animais são separados em lotes de produção. O lote superior (lote A) pode chegar à média de 42 L de leite, quando recebe 13 kg de concentrado protéico suplementado com 6% de sal mais minerais. O lote inferior (D), com média de 12 L de leite por animal, recebe 3,1 kg de concentrado suplementado com 5% de sal mais minerais. Isto representa 21% do iodo que recebem os animais do lote superior, ou 72% do iodo potencial no leite do lote superior. Os componentes do concentrado não variam durante o ano (varia o volume em função da produção animal; curva de lactação), embora varie o volumoso: pastejo rotacionado de forrageiras no período das águas e silagem de milho ou sorgo, no cocho, no período seco.

Com a finalidade de comparação, foi monitorado um sis

tema de produção de leite, no qual são manejadas vacas mestiças Holandesas Preta e Branca × Zebuínos leiteiros, cuja produção individual varia de 5 a 18 L de leite por dia, com média de 11 kg por animal/dia. Os animais em lactação com produção acima de 5 L recebem uma complementação contínua de concentrado protéico, na proporção de 1 kg para cada 2,5 L de leite nas vacas até os três primeiros meses, na proporção de 1:3 até o sexto mês e na proporção de 1:4 acima disso. Neste concentrado são adicionados 5% de sal enriquecido com minerais, inclusive iodo. No período da seca, de maio a agosto, com baixa produção das pastagens, o volumoso passa a ser de cana-de-açúcar fresca picada, à razão de 30 kg por animal/dia, sobre a qual são acrescentados 1% de uréia e 2 kg de concentrado protéico mais sal e minerais. Ambos os sistemas de produção são conduzidos pelo Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste/EMBRAPA, na Fazenda Canchim, em São Carlos-SP.

As amostras de leite foram coletadas mensalmente no dia do controle leiteiro, ao final do mês, em frascos de vidro de 50 ml, a partir do volume global de leite da primeira ordenha do dia.

No dia do controle leiteiro de abril de 1997 foram analisadas amostras do leite, do sistema intensivo de produção, de todas as 5 vacas do lote D, de baixa produção, que recebiam 2 kg de ração completa por dia, e as 29 vacas do lote A, que recebiam 1 kg de ração completa por cada 2,8 litros de leite, com a finalidade de estudar diferentes variáveis relacionadas ao histórico de ingestão de iodo dos animais (idade do animal, número de lactações, dias após parto).

A metodologia adotada para a determinação de iodo, pelo sistema de análise por injeção em fluxo (FIA), foi aquela apresentada por MOXON & DIXON (1980), e modificada, para o preparo e a análise de amostras de leite, por MOCKIUTI *et al.* (1996) e NOGUEIRA *et al.* (1995), no Laboratório de Nutrição Animal do CPPSE.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao iniciar as atividades foi determinado o teor de iodo dos primeiros 100 ml de leite de vacas que tiveram seus tetos tratados ($426 \mu\text{g.L}^{-1}$, de iodo) com solução de iodo antes da ordenha (**pré-dipping**) e de vacas que não receberam este tratamento ($102 \mu\text{g.L}^{-1}$, de iodo). Posteriormente foi verificada a concentração de iodo no corpo do leite, que na realidade vai para consumo. Na literatura encontra-se que aproximadamente 8% do iodo ingerido pelos animais é encontrado no leite (Miller *et al.*, 1988, citados por NRC, 1996), a partir de um fornecimento mínimo para animais em lactação de 0,5 mg (o máximo permitido é de 50 mg) de iodo por kg da dieta (NRC, 1996). Os valores normais de iodo encontrados no leite bovino de baixa produção variam de 20 a $70 \mu\text{g.L}^{-1}$ (SOUZA, 1981), sendo que um possível valor de risco à saúde humana ocorreria com a ingestão de 2000 μg de iodo por dia (Wolff, 1969, citado por UNDERWOOD, 1977).

Os dados mensais de teores de iodo de amostras de leite retiradas do volume global ordenhado, são apresentados na **Tabela 1**.

Verificou-se a ocorrência com mais constância de teores elevados de iodo no sistema intensivo (variando de 22 a $334 \mu\text{g.L}^{-1}$), mesmo após serem suspensas as desinfecções com solução de iodo nos meses de julho e agosto de 1996. Chama a atenção o aumento repentino de iodo no sistema mestiço (variando de 10 a $346 \mu\text{g.L}^{-1}$ durante o período de amostragem) nos meses de maio a julho de 1996, período em que os animais receberam complementação alimentar extra com concentrados protéicos e sal enriquecido com minerais. Esta complementação foi sendo reduzida e suspensa a partir do mês de agosto. Estes fatos indicaram, portanto, que a fração maior do iodo detectado nas amostras não vinha da desinfecção dos tetos. Os valores observados sugeriam que o iodo vinha da complementação alimentar, mais constante e regular no sistema intensivo e menos constante e de forma irregular no sistema mestiço, especialmente no período se-

Tabela 1. Teor mensal médio de iodo ($\mu\text{g.L}^{-1}$) de amostras de leite de 2 sistemas de produção, em 1996 (Média de 5 amostras).

Mês	Sistema mestiço	Sistema intensivo	CV	dms
1996				
Fevereiro	34	183		
Abril	39	66		
Maiο	169	206		
Junho	88	252		
Julho	265	197		
Agosto	62	200		
Setembro	10	30		
Outubro	27	99		
Novembro	49	117		
Dezembro	67	136		
1997				
Janeiro	28	89		
Fevereiro	63	93		
Abril	36	110		
Média período seco (abr./set.)	82 b	149 a	40%	27
Média período chuvas (out./mar.)	46 b	120 a	41%	23
Média geral	66 b	136 a	41%	18

Obs.: Análise de variância ($P < 0,01$), onde tratamentos = 2 sistemas; blocos = meses.

co, em que o concentrado não era homogeneamente misturado com a cana picada. Esta suposição de irregularidade no fornecimento, seja via má mistura na ração, seja pela ingestão seletiva dos animais, e mesmo pela competição entre animais no cocho, foi levantada pela grande variabilidade dos dados individuais. No sistema intensivo a ração completa é perfeitamente misturada com o volumoso, no inverno, constituído de silagem de milho ou sorgo, de modo a haver ingestão forçada e proporcional de sal e minerais.

A avaliação do leite de maior número de animais no controle leiteiro de abril de 1997, incluindo variáveis do histórico de ingestão de iodo, aparece na **Tabela 2**. Os dados mostram concentração média de iodo no leite de 135,4 µg.L (desvio padrão de 54,0, valores mínimo e máximo de 41,9 e 262,6 µg.L respectivamente; destacam-se os valores baixos para os animais do lote D, que recebiam 2 kg/dia de ração), para um fornecimento médio de ração completa de 10,5 kg/animal/dia. A análise de regressão múltipla (Procedimento **stepwise** do aplicativo estatístico SAS; SAS, 1993) permitiu verificar que a concentração de iodo no leite depende de diferentes variáveis, em especial da ração consumida, conforme a equação

$$\begin{aligned} \text{Iodo (R}^2 = 0,53^{**}) &= -55,36 + 14,10 \text{ Ração (R}^2 = 0,39^{**}) + \\ &+ 0,24 \text{ Dias (R}^2 = 0,10^*) + \\ &+ 5,85 \text{ Lactação (R}^2 = 0,07^*). \end{aligned}$$

O histórico (número de lactações e dias após parto) da vida do animal ao ingerir ração com iodo deve ser considerado, havendo tendência de a produção de leite exercer efeito de diluição. Os valores baixos, embora significativos, do coeficiente de determinação entre concentração de Iodo no leite e Ração consumida estimada (em função da produção de leite) talvez sejam melhorados como controle de ingestão pelos animais, em cochos individuais. Ocorre subtração de ração por animais vizinhos mais dominantes.

Apesar de o monitoramento do iodo no leite poder apontar alguns problemas acima levantados, poderá constituir

Tabela 2. Teor de iodo, ração consumida estimada, produção de leite, dias após parto, idade da vaca, número de lactação, no dia 24/04/1997.

Iodo µg/L	Ração kg/animal	Produção L/animal	Dias	Idade anos	Lactação n°
41,92	2,2	14,4	301	3,0	1
54,96	2,2	15,2	156	4,5	3
57,75	2,2	9,6	298	3,5	1
59,62	2,2	11,4	333	4,0	2
65,20	2,2	6,8	178	3,0	1
70,79	10,5	29,4	37	3,5	2
81,96	10,5	33,6	48	4,0	2
84,76	10,5	29,0	42	3,5	2
92,20	10,5	32,4	9	3,0	2
112,70	10,5	21,0	36	3,5	2
112,70	10,5	38,6	36	6,0	4
119,21	10,5	35,2	78	3,5	2
122,00	10,5	24,6	84	3,5	2
122,00	10,5	27,4	46	6,0	4
122,94	10,5	30,6	88	3,5	2
126,66	10,5	27,0	232	4,0	2
131,32	10,5	30,2	53	3,5	2
138,77	10,5	34,6	35	5,5	4
144,36	10,5	27,0	77	3,5	2
144,36	10,5	31,0	31	4,5	3
149,00	10,5	32,6	2	3,5	2
149,01	10,5	29,8	185	5,5	3
158,32	10,5	24,2	93	3,5	2
161,12	10,5	26,0	207	4,5	4
162,05	10,5	19,6	96	7,0	6
169,50	10,5	28,6	150	5,5	4
177,88	10,5	28,0	61	5,0	3
179,76	10,5	28,6	88	3,5	2
181,95	10,5	28,4	109	3,5	1
186,26	10,5	34,8	121	6,0	4
195,57	10,5	31,8	158	5,5	4
230,00	10,5	22,4	80	3,5	2
235,62	10,5	35,2	68	6,0	5
262,62	10,5	30,4	216	5,0	4

um indicador da adequação do estado nutricional dos animais, necessário para produção elevada e sustentável do sistema de produção, numa pecuária intensiva, em que o uso de instrumentação e informática permitem controle e otimização individualizada do rebanho. Com relação ao risco à saúde humana provocado pelo iodo em excesso no leite, pode-se afirmar que é pouco provável; considerando-se o valor máximo encontrado, de $346 \mu\text{g.L}^{-1}$, que ocorreria a partir da ingestão de 5,7 litros de leite ou, aproximadamente, 500 g de queijo curado (considerando 12 litros de leite para produzir 1 kg de queijo), embora pareça que o preparo de queijos pode reduzir o teor de iodo em dois terços (ANKER *et al.*, 1995). Pelos dados observados, o teor de iodo no leite poderia aumentar em sistemas de produção de maior produção de leite por animal, devido a maior ingestão de ração, com possíveis riscos de excesso em dietas humanas ricas em iodo. Porém, em dietas pobres, o leite de sistemas intensivos de produção pode constituir fonte adequada de iodo.

CONCLUSÕES

Em vista dos dados disponíveis, pode ser concluído que o teor de iodo no leite:

1. Tem como sua maior fonte a complementação alimentar, e não a desinfecção dos tetos com solução de iodo;
2. Não apresenta risco potencial à saúde humana;
3. Pode constituir fonte de iodo em dietas pobres neste elemento;
4. Poderá ser um indicador da constância e adequação de ingestão de concentrados e sal enriquecido com minerais, necessária à eficácia do sistema de produção de leite.

RESUMO

Foi determinado o teor de iodo em amostras de leite retiradas mensalmente, do volume total e posteriormente in-

dividual, de leite produzido em um sistema intensivo e outro semi-intensivo. No sistema intensivo foi realizada a desinfecção dos tetos com solução de iodo. Foi constatado que o teor máximo de iodo no leite, $346 \mu\text{g.L}^{-1}$, originado da ração concentrada, estava bem aquém do valor considerado de risco provável para a saúde humana e poderá ser fonte de iodo para a dieta do homem. Verificou-se que o teor de iodo no leite poderá ser utilizado como indicador para a ingestão regular de ração completa pelos animais, se esta ração estiver bem misturada, e se a ingestão de ração completa pelos animais ocorrer de forma adequada para seu nível de produção. Também poderá ser utilizado para comparar lotes mais uniformes de animais quanto à eficiência de uso da ração (conversão alimentar) e verificar a adequação do estado nutricional em produções elevadas em sistemas de pecuária de precisão, com oferta controlada de ração.

Palavras-chave: Leite, iodo, indicador, qualidade, pecuária de precisão.

SUMMARY

IODINE IN MILK, A POSSIBLE INDICATOR OF QUALITY IN PRECISION DAIRY PRODUCTION SYSTEMS

The iodine content of milk was determined monthly, in samples collected in a semi-intensive and an intensive milk production system, using iodine solution to clean the teats. The maximal iodine detected, $346 \mu\text{g.L}^{-1}$, originated from the complete ration, was below the established critical level for human health risk, and could be an iodine source for human feeding, in iodine poor diets. It could be seen that the iodine content could be an indicator for adequate and regular ingestion of complete ration by cows, and to verify if a good mixture of the ration components is done. It could help also in selection of uniform production groups of cows, and check the adequate nutritional status for precision dairy production systems, under controlled feeding.

Key words: Milk, iodine, indicator, quality, precision dairy.

AGRADECIMENTOS

Ao Técnico Agrícola Danilo de Paula Moreira, pela coleta de material e informações sobre manejo; à Fabiana Mockiuti, Bacharelada do Instituto de Química da Universidade Federal de São Carlos, pela análise química; aos colegas do CPPSE Química Dra. Ana Rita A. Nogueira, pelo ajuste do método de análise; ao Eng^o Agr^o Dr. Geraldo M. da Cruz, pelas informações de nutrição animal; à Médica Vet. M.S. Marcia C.S. Oliveira, pelas informações sobre tratamento de tetos com iodo; ao Médico Vet. Dr. Gilson P. de Oliveira, pelas informações que geraram este trabalho. Também à FAPESP, Processo 95/6495-1, pelo suporte à aquisição de equipamentos para tratamento de informações e imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANKE, M.; B. GROPPPEL; M. MÜLLER; E. SCHOLZ; K. KRÄMER, 1995. The Iodine Supply of Humans Depending on Site, Food Offer and Water Supply. *Fresenius. J. Anal. Chem.*, **352**: 97-101.
- MOCKIUTI, F.; A.R.A. NOGUEIRA, & L.A. BATISTA, 1996. Determinação de Iodeto em Análise por Injeção em Fluxo: Melhoria da Sensibilidade e Estabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 36., São Paulo. **Resumos**. São Paulo, ABQ. p. IC-39.
- MOXON, R.E.D. & E.J. DIXON, 1980. Semi-Automatic Method for the Determination of Total Iodine in Food. *Analyst*, **105**: 344-352.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, DC, National Academy Press. 242p.
- NOGUEIRA, A.R.A.; G.B. SOUZA & E.A.G. ZAGATTO, 1995. Determinação Catalítica de Iodeto em Leite Empregando Sistemas de Análises por Injeção em Fluxo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 18., Caxambu. **Resumos**. São Paulo, ASBQ. p. QA-033.

- SAS INSTITUTE, 1993. **SAS/STAT User's Guide: Statistics**, versão 6. 4. ed. Cary, v.2, 1686 p.
- SOUZA, J.C. De, 1981. **Aspectos da Suplementação Mineral de Bovinos de Corte**. Brasília, EMBRAPA/DID. 50p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 5).
- UNDERWOOD, E.J., 1977. **Trace Elements in Human and Animal Nutrition**. 4.ed. New York, Academic Press. 545p.