

Im: TORRES, R.A. MACHADO, J.R.C.,
OLIVEIRA, V.M. (Ed.). Desenvolvimento
da pecuária de leite de base familiar
no Estado do Rio de Janeiro: aspectos
ambientais e tecnológicos. *Boletim de Inovação*
Embrapa Gado de Leite, 2009 p. 19-40.
ISBN: 978-85-7835-006-2.

capítulo Juros

PROCI-2009.00286
PRI
2009
SP-PP-2009.00286

Pecuária leiteira a pasto, ...
2009 SP-PP-2009.00286



CPPSE-18927-1

CAPÍTULO 2

Pecuária leiteira a pasto, com qualidade ambiental

Odo Primavesi

No início dos trabalhos de pesquisa e de desenvolvimento que visaram à inclusão social de pequenos produtores de leite, deparou-se com diversas dúvidas por parte do produtor rural e do extensionista sobre o atendimento à legislação ambiental, que, em muitos casos, levaria à redução da área para uso agrícola, e que sob o ponto de vista de manejo tradicional, levaria à inviabilização do sistema de produção como uma fonte de renda interessante. Esses produtores tinham áreas variando de um a 30 ha de terra e obtinham mais de 90% de seu rendimento em trabalhos temporários na cidade.

Entretanto, a pecuária tradicional é baseada em pastagens degradadas e apresenta baixíssimo desempenho, baixa capacidade de suporte, com lotação média de 0,6 unidades animal (UA = 450 kg de peso vivo). Ou seja, 190 milhões de hectares de pastagem são ocupados por apenas 122 milhões de UA. Se a lotação média fosse elevada para 1,2 UA (facilmente atingível em sistemas silvipastoris ou na integração lavoura-pecuária; até 3 UA/ha dependendo da fertilidade do solo), ter-se-ia uma liberação de 90 milhões de hectares de pastagens para atividades agrícolas e a pressão sobre florestas remanescentes seria drasticamente reduzida.

Na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, a partir de simulações e trabalhos reais iniciados na USP-ESALQ, em Piracicaba, SP (Corsi & Nussio, 1993), foi desenvolvido um conjunto de práticas de gestão e de processo que permite elevar a lotação animal para 5 UA/ha durante o período de crescimento ativo das forrageiras tropicais, sem irrigação

(Camargo et al., 2002 a,b), e até 10 UA/ha com irrigação, em locais com inverno mais quente (Projeto Balde Cheio). Dessa forma, pode-se reduzir a área utilizada para 1/8 ou mesmo 1/16 da área original ou aumentar a lotação em 8 a 16 vezes, utilizando pastagens de forrageiras tropicais adubadas. Esse fato sugeria que o manejo intensivo, além de permitir o aumento de produtividade, permitiria atender a legislação ambiental. Com base em um estudo sobre a questão ambiental e o desenvolvimento de um modelo pictórico com uma visão holística dos processos e funções ambientais necessários para melhorar a produtividade vegetal e animal (Primavesi & Primavesi, 2003), verificou-se que a legislação ambiental, que tem por objetivo resguardar ou recuperar a infra-estrutura ambiental, tem atuado de forma tímida quando se refere à maior efetividade das tecnologias aplicadas, renda, inclusão social e qualidade de vida, como em pequenas propriedades rurais familiares, em que ocorre conflito entre atendimento às exigências ambientais e área para obter renda mínima à subsistência.

Com a introdução organizada e gradual, iniciada em áreas pequenas, ampliadas progressivamente, o produtor aprendia e ganhava confiança no manejo intensivo de pastagem e de animais. Esse é um grande desafio, pois estava sendo transformado de pecuarista tradicional em agricultor altamente tecnificado e efetivo (Embrapa, 2006).

O tempo de aprendizagem para atingir níveis satisfatórios de rentabilidade e de melhora no padrão de vida foi bastante variável entre os produtores assistidos, de acordo com a disponibilidade inicial de recursos, de nível de instrução e da participação e comprometimento dos demais familiares no projeto, podendo variar de 2 a 5 anos.

Deve ser destacado que o primeiro passo foi realizar uma limpeza geral na propriedade, com venda de materiais recicláveis ou reutilizáveis, descarte de animais improdutivos, melhorando o caixa para a realização das análises químicas de fertilidade do solo, de aquisição de adubos, de estabelecimento de cercas elétricas, aquisição de animais produtivos e outros. Essa atividade, além de melhorar o aspecto visual da propriedade, reduziu o risco para acidentes com as pessoas e os animais, por

exemplo, com arame farpado jogado, cacos de vidro, pedaços de tabuas com pregos e outros.

Ao final de quatro anos, era possível verificar o aumento da lotação animal de 0,6 UA para em torno de 5 UA/ha/ano sem irrigação e a produção de leite passando de 1.500 L/ano para 4.500 a 6.600 L/ano. Diversos produtores já estão avançando, iniciando a irrigação para reduzir o período de seca e a queda de produção hiberna. A capacidade produtiva do rebanho aumentou progressivamente, conforme melhoravam a oferta de alimentos e as práticas de manejo como ordenha, conforto e sanidade.

A análise econômica identificou que ao final de quatro anos ocorreu um aumento significativo de ganho pelo sistema de produção de leite, embora os investimentos tenham aumentado, o que se refletiu na suspensão de trabalhos temporários na cidade, na volta de familiares para a propriedade e na reorientação de formação profissional de filhos, para atender a demanda por capacitação e assistência técnica da propriedade intensificada. Foram observadas também mudanças significativas na qualidade de vida, pois muitos deixaram de praticar o serviço exaustivo de corte de capineiras, ampliando o tempo para outras atividades e para o descanso.

No aspecto ambiental, verificou-se a ocorrência de uma demanda técnica pela função ecológica exercida pela infra-estrutura ambiental, fundamentada em aumento da água residente, que se consegue em solo permeável, protegido por vegetação permanente e diversificada, onde o componente arbóreo é essencial para vaporizar água de subsolo no ambiente, a fim de umidificar e reduzir a temperatura ambiente, gerando mais conforto aos animais com elevada capacidade produtiva, porém mais exigentes, e mantendo a umidade do ar reduzindo o tempo de permanência de folhas murchas nas horas mais quentes do dia, situação (de folhas murchas) em que pára a fotossíntese e a produção vegetal.

Devido à necessidade de aumento da oferta de água residente na propriedade, tornou-se essencial a proteção de áreas de nascentes e cursos de

água, evitando que fossem assoreados. O estabelecimento de bosques de sombra e de umidificação e redução de temperatura, ou de quebra-ventos, tornou-se uma necessidade técnica estratégica para aumentar a efetividade do uso de insumos e da produtividade, com base no aumento da capacidade de suporte dessa área geográfica. Água constitui-se em um insumo estratégico que necessita ser captado e armazenado, especialmente quando houver plano para instalação de sistemas de irrigação. Não se pode deixar que a água das chuvas escorra propriedade afora. Deve ser mantida a todo custo.

Muitos proprietários, com o sistema de produção em pleno funcionamento, iniciaram plantio de árvores para melhoria do conforto animal (sombra), e, numa segunda etapa, iniciaram a refazer a mata ciliar. Sobrava área de pastagem para se reconstruir essa infraestrutura ambiental exigida pela legislação, mas ao mesmo tempo essencial também para a maior efetividade do sistema de produção e dos insumos utilizados. Não havia mais o questionamento da “perda” da área para a reserva indicada pela legislação.

Verificou-se que uma família com quatro integrantes conseguia conduzir de modo adequado um módulo intensivo de produção de até 800 litros/dia (40 a 70 vacas). Verificou-se que era mais fácil aumentar a produção vertical, por meio de forrageiras mais produtivas, a irrigação e o potencial de produção do animal, do que a horizontal, ou ampliação de área. Devido à alta produtividade de forragem, as vacas passaram a caminhar distâncias muito menores, o que se refletiu em economia de energia no processo que é canalizada para a produção de leite, aumentando a eficácia do sistema.

Em alguns casos, o avanço da área intensificada pode ser limitado por situações de cunho ambientais, como limite na quantidade de água disponível para irrigação (outorga de água) e receio do produtor em relação a problemas comuns da justiça do trabalho.

Verificou-se inicialmente que a percepção da Legislação Ambiental era a de mais uma cobrança injusta para com os produtores, que não enten-

diam porque ações que vinham realizando rotineiramente, de repente tornaram-se práticas criminosas. Não se via o motivo de crime. Faltava-lhes a visão de como a “natureza funciona”. Se certas regras forem quebradas, o ambiente torna-se menos produtivo, por causa, por exemplo, da falta de água, o que, por sua vez, traria grandes prejuízos para a sociedade, inclusive para a sustentabilidade das demais atividades agrícolas.

Ficou claro que a Legislação Ambiental penalizava ao não disponibilizar o serviço de educação sobre como essa infraestrutura ambiental poderia ser resguardadas, favorecendo as alternativas tecnológicas de produção sustentada. No momento em que fossem repassadas informações adequadas aos produtores rurais, relacionando os benefícios que obteriam em sua atividade agrícola principal e em sua qualidade de vida, a adoção das práticas exigidas pela legislação seriam prontamente aceitas e vistas como lógicas e necessárias.

A intensificação do sistema de produção, inicialmente vista como uma grave agressão ambiental, em vista do elevado uso de fertilizantes e corretivos (pode ser realizado no sistema silvipastoril, onde as árvores leguminosas fixadoras de nitrogênio fornecem o nutriente mais consumido por forrageiras tropicais, com efeitos mais lentos), realmente recebia, nas planilhas de avaliação de impacto ambiental, uma pontuação muito negativa. Entretanto, os inúmeros resultados positivos resultantes dessa prática, em especial pela melhor conservação do solo e água e pelo abundante retorno de material orgânico ao solo, compensavam plenamente a maior dependência de insumos externos. A grande quantidade de material orgânico introduzido pelas perdas inevitáveis da forragem produzida permitiu a redução do ressecamento e da temperatura superficial do solo, o que levava ao afloramento de raízes das forrageiras, rompendo as compactações eventualmente ocasionadas pelo aumento temporário da lotação animal (1 dia de pastejo para 33 dias de descanso). Foram observados aumentos na macrofauna do solo, pela presença de minhocas, que se encarregavam de mobilizar o solo, aumentando sua permeabilidade superficial. Com a aplicação de calcário e adubações nitrogenadas na superfície do solo, ocorreu a introdução de cálcio em

profundidade, o que permitiu a distribuição radicular em camadas mais profundas, resultando em redução de efeito de veranicos.

Com relação ao uso de insumos, deve se destacar que ocorre necessidade de um controle mais rigoroso de seu uso e manejo e exige esforços da pesquisa científica para encontrar as doses de fósforo (Corrêa & Haag, 1993), de nitrogênio (Primavesi et al., 2001e 2003b) e de calcário (Primavesi et al., 2004 e 2008) mais adequadas na introdução do conjunto de tecnologias ao longo dos anos, considerando imobilização temporária de nutrientes pela biomassa microbiana e por estruturas vegetais que se desenvolvem num primeiro momento e depois iniciam sua mineralização, a fim de se evitar perdas, que significam agressões ambientais, em especial da qualidade da água na propriedade e na bacia hidrográfica em que está localizada e que sai dessa bacia (Primavesi et al., 2002). Assim, embora a intensificação tornasse a propriedade mais dependente de insumos externos, poderia manter ou mesmo melhorar a qualidade ambiental e a capacidade de suporte biológico dos solos desgastados ao longo dos anos pelo manejo tradicional, em especial quando o superpastejo e as queimadas eram praticados.

Na avaliação dos impactos ambientais, o balanço integrado das ações com impacto negativo e positivo, em geral, resultou positivo, com destaque também para os benefícios econômicos e sociais. Com relação aos aspectos econômicos, verificou-se, na maioria das propriedades acompanhadas, renda líquida muito superior às demais opções do uso da terra, especialmente para pequenas áreas, sendo possível a obtenção de mais de R\$ 4.000,00/ha/ano nas propriedades mais avançadas, após 4 anos de trabalhos (Novo & Camargo, 2005).

A despeito do maior requerimento do proprietário em se capacitar e gastar tempo na tabulação de planilhas agrícolas, zootécnicas e de fluxo de caixa, sobrava mais tempo para outras atividades, como a de plantar árvores, e mais recursos financeiros para a reforma de sua moradia e a melhoria de condições de vida da família. Em alguns casos de propriedades com área superior a 10 ha sobrou terra para ser arrendada para outras atividades, como para a condução de lavouras anuais.

Impacto econômico

O impacto econômico das técnicas de produção intensiva de leite aplicadas a pequenas propriedades familiares foi medido e analisado inicialmente em propriedades da região da Zona da Mata no Estado de Minas Gerais, no período de três anos. A média de ganho unitário, anual, por propriedade, foi de R\$ 15.671,19, contra os atuais benefícios auferidos pela agricultura familiar no Brasil, estimados em R\$ 2.717,00, enquanto a patronal é de R\$ 19.085,00 (Guanziroli, 1996).

Posteriormente, o impacto econômico das técnicas de produção intensiva de leite aplicadas às pequenas propriedades familiares foi medido e analisado em propriedades do Estado de São Paulo, por um período de cinco anos. Os benefícios econômicos resultantes deste trabalho, atualmente aplicado em 100 pequenas propriedades (unidades demonstrativas das tecnologias), em parceria com a CATI, foram simulados com base no ganho líquido unitário obtido em uma unidade demonstrativa do programa (R\$ 26.455,76). No longo prazo, esses benefícios poderão viabilizar novo cenário para a agricultura familiar no País, levando-se em conta o número elevado de pequenas propriedades familiares, cerca de 1,5 milhão de propriedades envolvidas com a produção de leite, num ambiente com mais de 4,8 milhões de propriedades rurais, das quais, 4,1 milhões são representadas por estabelecimentos familiares, com média de área de 26 ha. Se houver a adoção do pacote tecnológico por 5% dos proprietários, com aumento na média do ganho unitário de R\$ 26.455,76, haverá incremento total na renda líquida dos produtores ao final de quatro anos de aproximadamente R\$ 2 bilhões e o aumento na oferta do leite de qualidade da ordem de 7 milhões de toneladas, liberando o País do ônus das importações de leite. Assim, as técnicas de produção intensiva de leite a pasto, aplicadas à pequena propriedade rural, causam impacto em toda a cadeia produtiva do leite, aumentando os ganhos de produtividade, a demanda sobre fornecedores e a oferta para o mercado.

Impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais das tecnologias selecionadas foi feita com base no modelo de avaliação desenvolvido pela Embrapa Meio

Ambiente (Rodrigues et al., 2001). Tal modelo, denominado “Sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária (Ambitec – Agro)”, baseia-se num conjunto de indicadores e de componentes que envolvem quatro aspectos de caracterização do impacto ambiental: alcance da tecnologia (abrangência e influência), eficiência tecnológica, conservação ambiental e recuperação ambiental, conforme detalhado no capítulo 4 desse documento de referência metodológica. Também foram consideradas as planilhas do Ambitec–Produção Animal, disponíveis em www.cnpma.embrapa.br/servicos (procurar em produtos e depois em *software*; exige que se faça cadastro e forneça email).

Eficiência tecnológica

Os sistemas de produção avaliados, em média, apresentaram elevação da lotação animal de uma unidade animal (UA) para 10 UA/ha por ano e aumento no número de animais do rebanho em 30% em três anos, com aumento de 8% no número de vacas, secas e em lactação, e de 23% na produção de leite da propriedade, o que indica aumento da produtividade das vacas, em consequência do descarte de animais menos eficientes e do melhor controle da sanidade e da alimentação, ou seja, do manejo mais racional dos insumos. As forrageiras manejadas na maioria dos casos foram capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça) e capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu).

Com referência ao uso de insumos veterinários, deve ser destacado o menor uso de medicamentos curativos, como antibióticos e anti-inflamatórios, e maior uso de medicamentos preventivos, como vacinas e vermífugos, bem como a realização de exames de tuberculose e de brucelose. Os rejeitos, tais como embalagens de medicamentos e outros resíduos veterinários, foram acumulados em tambores ou em covas e incinerados.

Com referência a alimentos, ocorreu maior uso de ração, geralmente preparada na propriedade com base em caroço ou farelo de algodão e milho, para atender à demanda energética das vacas que tiveram sua produção aumentada. Também houve aumento de uso alimentos de volumosos, na

forma de cana-de-açúcar picada + uréia, durante os cinco meses de inverno seco, e como complementarão a pastagem durante dois meses de transição. Os animais durante os cinco meses de chuva ficaram dependentes da pastagem como única fonte de volumoso. Também ocorreu aumento de uso de sal com micronutrientes proporcional ao aumento de matéria seca ingerida.

Quanto ao uso de energia, praticamente não houve aumento no uso de combustíveis fósseis e biomassa, pois a maioria dos produtores realizou os trabalhos de forma manual ou utilizou implementos e carretas com tração animal. Verificou-se gasto terceirizado (aluguel de máquinas) de combustível fóssil no sulcamento do solo para plantio de cana-de-açúcar ou para a reforma de pastagens; essas, em geral, foram recuperadas sem revolvimento do solo, com aplicação superficial de corretivos e de fertilizantes, de forma manual.

Com relação ao uso de eletricidade, houve aumento de consumo para acionamento das máquinas picadoras de cana-de-açúcar e, em algumas propriedades, para acionar bombas de água para alimentar bebedouros. Também, com o aumento da produção de leite na propriedade, ocorreu aumento de uso, por exigência legal, de tanques de expansão para o resfriamento do leite e aquisição de ordenhadeira mecânica, quando a produção diária de leite ultrapassava 150 litros.

Quanto ao uso de recursos naturais, pode ser constatado nos casos analisados que, embora houvesse aumento da lotação animal, praticamente não houve consumo maior de água para fornecimento aos animais na propriedade, sendo a água usada na maior produção de leite originada do maior conteúdo de água das forrageiras manejadas adequadamente e com menor teor de fibras, bem como da cana-de-açúcar. Além disso, também não foi necessário que os animais fossem a corpos de água afastados, porque houve instalação de bebedouros mais próximos aos pastos manejados intensivamente, abastecidos na maior parte por gravidade. Em alguns casos instalou-se pequenos bebedouros móveis (“carrapato”) que eram instalados no piquete no dia do pastejo. Essa maior proximidade da água reduziu a necessidade de água e o gasto

desnecessário de energia pelos animais. Normalmente, espera-se aumento no consumo de água na medida em que exista maior produção de forragem, especialmente irrigada, e conseqüentemente maior número de animais no rebanho. Posteriormente, a substituição de animais de maior produção também aumenta o consumo por animal. Isso, entretanto, não foi verificado nos casos analisados. Ocorreu pequeno aumento no uso de água para a limpeza das salas de ordenha, sendo as águas residuais encaminhadas para as áreas de pastagem adjacentes, mediante escoamento por gravidade. Os volumes gerados de águas residuais não foram expressivos. Em algumas propriedades, piquetes de pastagem foram irrigados durante veranicos, o que aumentou o consumo de água.

Houve redução da área de pastagem manejada, em decorrência da intensificação e da maior lotação animal. A necessidade de área para o estabelecimento de cana-de-açúcar para alimentar os animais na seca, por causa de maior produtividade das vacas, foi compensada em muito pela redução de área motivada pela intensificação no manejo da pastagem, resultando assim em balanço positivo, mesmo quando se considera a área necessária para a produção de grãos que compõem os alimentos concentrados. Isso ocorre porque já vinha sendo usada grande quantidade de concentrado para compensar a baixa qualidade das pastagens, sendo o acréscimo devido ao aumento no número de vacas e da produção por vaca minimizado pelo manejo otimizado dos insumos.

O maior volume de fezes e de urina foi distribuído nas pastagens ou perto dos cochos móveis, o que torna possível mudá-los de posição e evita acúmulo prejudicial à pastagem. As fezes produzidas em quantidades mínimas nas salas de espera e nas salas de ordenha foram retiradas diariamente, acumuladas em pequena área próxima, e lançadas nas áreas de pastagem no período da seca.

Com referência ao uso de pesticidas, houve introdução pequena de uso de herbicida para a implantação dos canaviais; o surgimento posterior de plantas daninhas foi controlado por capina manual ou mecânica de tração animal.

Ocorreu intensificação do uso de corretivos, como calcário, de fertilizantes minerais e de micronutrientes. Os elementos considerados mais problemáticos para o ambiente, como o fosfato e o nitrogênio, foram aplicados em doses consideradas seguras. Além disso, as gramíneas forrageiras tropicais utilizadas nas pastagens conseguem ciclar adequadamente esses nutrientes, de modo que não há perdas consideráveis para o lençol freático ou por escoamento superficial, por causa do manejo conservacionista de solo e de água adotado (Primavesi et al., 2006).

Os resíduos, tais como embalagens de adubos (sacos), foram parcialmente reutilizados, vendidos para reciclagem ou incinerados. As embalagens de herbicidas foram incineradas com os produtos veterinários, por causa da dificuldade de entrega, pelo fato de a quantidade de embalagens ser muito pequena e ser grande a distância de postos ou centros especializados de coleta para reciclagem. Atualmente, existe a devolução das embalagens aos estabelecimentos comerciais. Porém, o lixo veterinário ainda é incinerado. A incineração de resíduos veterinários e de embalagens gera pequena quantidade de material particulado, com odor desagradável.

Conservação ambiental

Com respeito aos gases de efeito estufa, considerou-se, por um lado, diversos componentes: 1) aumento da emissão de metano (CH_4) ruminal causado pelo estímulo ao aumento da ingestão de forragem tropical mais fibrosa, em virtude da complementação com alimento concentrado, em especial quando este constitui em torno de 40% da matéria seca, o que, porém, resultando em maior produção de leite por animal, reduz a carga de CH_4 por litro de leite (Primavesi et al., 2004), de acordo com medidas realizadas em condições semelhantes de manejo animal, em que se verificou, durante a ingestão de cana-de-açúcar despalhada, que a emissão de CH_4 diminui, porque a fibra da cana-de-açúcar praticamente não é digerida em condições naturais, embora essa forrageira seja excelente fonte energética, por causa da sacarose solúvel, que constitui em torno de 40% da cana despalhada; 2) emissão de gás carbônico (CO_2) oriundo do uso de calcário; 3) emissão de CO_2 provocado pelo revolvimento do

solo para o plantio de cana-de-açúcar e oxidação de matéria orgânica; 4) emissão de CO_2 causada pela queima de resíduos veterinários e de algumas embalagens de fertilizantes e de agrotóxicos; 5) possível aumento da emissão de óxido nitroso (N_2O), por causa do maior uso de adubos nitrogenados no período de chuvas, em especial nos locais em que existe encharcamento do solo; e 6) emissão de CO_2 causada pela queima de combustíveis fósseis, embora ela fosse mínima. Por outro lado, também existem diferentes atenuantes importantes: 1) redução de emissão de CO_2 , em razão da eliminação da queima de soqueiras fibrosas, de porte elevado, em pastagens ocupadas pela espécie *Panicum maximum*, no período da seca; 2) aumento do sequestro de CO_2 causado pelo aumento, em média, de quatro vezes na produção de forragem e conseqüentemente de seu sistema radicular, especialmente no sistema rotacionado, em que o pastejo, com eliminação da parte aérea, chega a matar em torno de 80% das raízes (carbono armazenado), e o período de descanso permite a recuperação tanto da parte aérea como da radicular, seguido de novo ciclo de pastejo e de recuperação; 3) aumento do seqüestro de CO_2 pelo solo de pastagens bem manejadas e de elevada produtividade, medido pelo aumento no teor de matéria orgânica no solo; 4) sequestro de CO_2 pela área de cana-de-açúcar, cuja colheita também é realizada sem queima da palhada; 5) redução na emissão de N_2O e CH_4 , que ocorre em solos menos arejados de pastagens degradadas, e aumento do seqüestro de CH_4 da atmosfera pelo solo, pois se torna mais permeável e arejado, em virtude da maior atividade radicular e do retorno de material orgânico sobre o solo; e 6) seqüestro de CO_2 , por árvores plantadas para recuperar áreas de preservação permanente, como de matas ripárias ou ciliares e de proteção de nascentes, bem como para fornecimento de sombra para o conforto animal.

Com relação à capacidade produtiva do solo, não foi constatada presença de contaminantes tóxicos, considerando o tipo de insumos veterinários utilizados. No caso de insumos agrícolas, a única fonte potencial de contaminantes é de elementos nocivos contidos como impurezas no calcário e na fonte de micronutrientes utilizados. Porém, medições em condições mais intensivas de manejo não indicaram aumento considerá-

vel desses contaminantes na forragem (Armelin et al., 2000; Primavesi et al., 2003a).

Houve intensa prática mecânica de conservação de solo e de água com estabelecimento de terraços e de cacimbas para recolhimento de águas pluviais, com a ocupação e a cobertura permanente do solo por forrageiras vigorosas, bem como com o uso da palhada da cana-de-açúcar para proteger a superfície do solo que amortece o impacto das gotas de chuva e aumenta a rugosidade do terreno, o que dificulta o escoamento superficial da água e o arrastamento de partículas sólidas, além de permitir infiltração da água no solo não encrostado superficialmente.

Não foi observada perda de matéria orgânica por queimada ou por erosão. Ao contrário, houve aumento do material orgânico dentro e sobre o solo, nas pastagens e nos canaviais. As análises de solo confirmaram aumento no teor de matéria orgânica do solo (Primavesi et al., 2004 e 2008; Primavesi & Corrêa, 2008).

Ocorreu redução drástica de perdas de nutrientes, por causa das medidas intensas de conservação de solo e de água, e por meio da intensa atividade de ciclagem de nutrientes pelas forrageiras estimuladas ao desenvolvimento. Medições em condições semelhantes de manejo, em áreas experimentais da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP, indicaram não haver perdas expressivas de nitrato para o subsolo, em função das doses de adubo utilizadas de forma parcelada e também porque as raízes exerciam suas atividades cicloradoras até 2,80 m de profundidade. Em condições similares, foram medidas perdas de amônia (NH_3) por causa da aplicação do N-uréia na superfície do solo, em média de 28%, mas que não influenciaram a produção de forragem (Primavesi et al., 2001 e 2003). Uma vez que se conheciam as condições que estimulam as perdas, procurou-se evitá-las ao máximo possível, de modo que o balanço geral de perdas e de ciclagem de nutrientes no sistema foi considerado igual a zero, em especial porque as perdas de elementos de grande poder eutroficante das águas, como fosfato e nitrato, foram controladas, apesar de seu maior emprego na adubação.

Assim, por exemplo, procurando-se ativar as cargas negativas dependentes do pH por meio de correção de acidez (uso de calcário) antes da aplicação de cátions (em especial de potássio e de cálcio), pôde-se evitar lixiviação mais intensa desses nutrientes perfil abaixo, em especial porque em solos tropicais bem manejados e permeáveis, protegidos superficialmente, ocorre maior infiltração de água das chuvas. O controle da dosagem e da frequência de aplicação de insumos, o estímulo do desenvolvimento radicular em profundidade, e o controle do pH do solo devem ser realizados rigorosamente para se evitar perdas e impactos ambientais negativos, e é o que foi realizado na aplicação deste conjunto de tecnologias (Primavesi et al., 2004 e 2008).

Com relação à compactação, medições em condições semelhantes de manejo (Primavesi et al., 1999; Primavesi & Corrêa, 2008), em São Carlos, SP, indicaram aumento na permeabilidade de solos compactados de pastagens degradadas submetidas ao manejo intensivo, resultante do estímulo ao desenvolvimento radicular, tanto nas camadas superficiais do solo como em profundidade, e de sucessão de ciclos morte e de renovação radicular. Com isso, verifica-se aumento na atividade de minhocas e de besouros coprófagos (rola-bosta) também em profundidade, com incorporação das bolas de fezes em até 150 cm.

Relacionado à água, pode ser concluído, com base em estudos de áreas sob manejo similar, em São Carlos, SP (Primavesi et al., 2000 e 2002), que, por causa do impedimento de acesso dos animais aos corpos de água, mediante instalação de bebedouros perto das áreas pastejadas, ou mediante espalhamento das fezes nas pastagens, com rigoroso controle de conservação de água e de solo, ocorre redução de teores de coliformes e de formas infestantes de vermes nos corpos de água. Além disso, em decorrência do controle sanitário intenso relacionado a doenças infecciosas (animais mantidos sadios), a presença de eventuais coliformes não constitui indicativo de presença necessária de agentes patogênicos na água. Embora a presença de coliformes possa ser originada de populações de animais silvestres, por exemplo, capivaras, cujo estado sanitário geralmente não se conhece.

Por causa da redução da erosão e do escoamento superficial das águas pluviais, e do não lançamento de fezes nos corpos de água, não houve aumento na demanda bioquímica de oxigênio, nem de sedimentos e, conseqüentemente, da turbidez.

Com respeito à biodiversidade, pode-se afirmar que a intensificação do manejo de pastagens reduz a biodiversidade existente em pastagens degradadas e em pastagens nativas, porém, em virtude da menor necessidade de uso de área agrícola, podem ser preservadas mais áreas com vegetação nativa dentro da propriedade, e a reposição obrigatória de vegetação nativa em áreas de proteção permanente possibilita aumento na biodiversidade da propriedade. A biodiversidade de invertebrados no solo sofre alterações, mas não reduz como se supunha (Brigante et al., 2000 a,b,c).

Com o restabelecimento das matas ciliares houve esforço para restaurar corredores de fauna de terra firme e aquática, também pela redução do processo de assoreamento e pela produção de alimentos para a fauna silvestre nas margens dos corpos de água.

Recuperação ambiental

O pacote tecnológico apresentado permite realizar a recuperação de pastagens degradadas, geralmente sem revolvimento do solo, exceto em casos de implantação de alguma forrageira mais produtiva. Ocorre acúmulo no teor de matéria orgânica no solo, e de sua permeabilidade e fertilidade química em profundidade, aumentando a capacidade das plantas para retirar água de camadas mais profundas (Primavesi & Corrêa, 2008).

O pacote tecnológico exige a execução de práticas de recuperação de áreas de preservação permanente, como matas ciliares e protetoras de mananciais, que, conjugadas com as práticas de manejo que envolvem pastejo e descanso de pastagens e práticas de conservação de solo e de água, permitem que ocorra "produção de água" na propriedade e a conservação de corpos de água. Isso acontece por causa da recuperação e da manutenção da permeabilidade do solo e do fluxo de reposição de

água do lençol freático, e da proteção dos corpos de água, com poços e nascentes que apresentam fluxo mais constante de água. Quando o solo tiver em seu perfil uma camada de argila (horizonte B-textural; muito utilizado para fazer tijolos ou cerâmicas) ou alguma camada compactada mais espessa, pode ocorrer que num primeiro momento o seu rompimento por atividade radicular (especialmente quando se plantam árvores de raízes profundas) possa causar drenagem da água do lençol freático para camadas mais profundas (pode reduzir vazão da nascente), mas no período de chuvas seguinte, o processo deve normalizar ou mesmo pode aumentar a vazão das nascentes.

O pacote inclui a melhoria do conforto animal, com a instalação de coberturas de sombrite ou de bambu, enquanto o plantio e o desenvolvimento de árvores e de bosques não forem suficientes para isso, cuja sombra permite melhorar a produtividade animal. Sombra de árvores é mais eficiente, pois, pelo fato de serem vaporizadoras e umidificadoras ambientais, por causa de sua intensa evapotranspiração em condições tropicais, elas exercem efeito hidrotermorregulador mesoclimático, útil para plantas e para animais.

Qualidade do produto

Em razão do manejo racional de insumos, com substituição de substâncias quimioterápicas mais tóxicas por menos tóxicas, reduz-se a quantidade dos resíduos químicos no leite. O melhor estado nutricional dos animais propicia a maior eficiência do sistema imunológico, reduzindo a contagem de células somáticas no leite. Com a prática de resfriamento do leite logo após sua coleta, reduz-se a concentração de colônias de bactérias no leite, o que aumenta sua qualidade e sua durabilidade.

Embora ocorra elevada intensificação de produção, com uso de insumos externos, há elevada viabilização socioeconômica, atrativa para pequenos produtores. Este resultado indica um caminho validado para a recuperação ambiental com lucratividade no nível de propriedades manejadas de forma integrada em programas que se apoiam no conceito de bacias hidrográficas. Isso é relevante, quando se considera que a pecuária ocu-

pa 60% da área agrícola, exceto na região Norte, e que 70% das pastagens têm algum grau de degradação, o que compromete a quantidade e a qualidade dos corpos de água, utilizados para atender aglomerados humanos, o turismo, a indústria e a própria agricultura.

Considerações finais

As pequenas propriedades familiares podem se tornar viáveis economicamente com o emprego de técnicas racionais e mais intensivas de produção de leite, conforme demonstrado pelos trabalhos desenvolvidos, e podem gerar grandes benefícios econômicos e sociais: aumento da renda familiar e da oferta e, conseqüentemente, dos níveis de emprego e da fixação do homem ao campo, sendo que a dependência de insumos externos poderá ser reduzida com o uso de tecnologias complementares de prazo mais longo. Os benefícios econômicos poderão ser expressivos se o nível de adoção de técnicas de produção intensiva nas pequenas propriedades rurais for aumentado. No longo prazo, esses benefícios poderão viabilizar um novo cenário para a agricultura familiar no País, levando-se em conta o grande número de pequenas propriedades existentes.

Os resultados ambientais positivos dos sistemas de produção de leite bovino também vão ocorrer em sistemas silvipastoris, embora mais lentamente, mas de forma mais sustentável, pois depende menos de insumo externo à propriedade, como da fonte de nitrogênio, nutriente-chave para o aumento da produtividade das pastagens de gramíneas tropicais. As árvores atuariam, entre outras, como banco de proteína para os animais e como banco de adubo nitrogenado para o solo.

Podemos afirmar que poderiam ser aliadas as duas técnicas, em seqüência, iniciando pelo acerto da fertilidade do solo com adubos minerais e aumento da matéria orgânica do solo, enquanto as árvores estrategicamente colocadas (sombras, quebra-ventos, matas ciliares e outros) se desenvolvem, e depois de 3 a 5 anos fazer a conversão para o sistema silvipastoril, mas tendo como um manejo chave o período de descanso para as forrageiras poderem se recuperar, além da eliminação dos animais improdutivos.

Literatura para consulta

ARMELIN, M.J.A.; PIASENTIN, R.M.; PRIMAVESI, O. Monitoração do arsênio em sistemas intensivos de produção de gado pela análise por ativação com neutrons. In: ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES - ENAN, 5., 15-20/10/00, Rio de Janeiro. **Anais** (CD-Rom). Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Energia Nuclear (ABEN), 2000. 3p.

BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M.F.; BROSSARD, M. Pastagens tropicais e reflexos sobre a diversidade de grupos da macrofauna de invertebrados do solo. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTER-TROPICAL AREAS, 16-20/10/2000, Brasília. **Extended Abstracts**. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000a. 4p. CD: Menu/Section 2.

BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O.; GUIMARÃES, M.F.; BROSSARD, M. Impacto de um sistema de pastagem tropical sobre a macrofauna invertebrada do solo. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 16-20/10/2000, Brasília. **Extended Abstracts**. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000b. 4p. CD: Menu/Section 2.

BRIGANTE, J.; PASINI, A.; FOGO, J.C.; PRIMAVESI, O. Avaliação da comunidade microbiana de um solo tropical sob pastagem. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOIL FUNCTIONING UNDER PASTURES IN INTERTROPICAL AREAS, 16-20/10/2000, Brasília. **Extended Abstracts**. Brasília: Embrapa Cerrados/Institut de Recherche pour le Developpement, 2000c. 4p. CD: Menu/Section 3.

CAMARGO, A. C. de; ESTEVES, S. N.; MANZANO, A.; NOVAES, N. J.; FREITAS, A. R. de.; TUPY, O.; MACHADO, R. Efeitos de tecnologias agropecuárias em estabelecimentos familiares com produção de leite na região de Muriaé, MG. 1. Aumento da produção de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29., 2002, Gramado, RS.

Anais... Gramado: SBMV, 2002. 1 CD-ROM. Seção Produção Animal. PAN Nº 1215.

CAMARGO, A. C. de; NOVO, A.L.M.; NOVAES, N.J.; ESTEVES, S. N.; MANZANO, A.; MACHADO, R. Produção de leite a pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 285-319.

CORRÊA, L. A.; HAAG, H.P. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo Vermelho Amarelo álico: II. Experimento de campo. **Scientia Agricola**, 50, p. 109-116, 1993.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo do capim elefante: correção e adubação do solo. In: 10º Simpósio sobre o Manejo da Pastagem. Ed. A. M. Peixoto, J.C. de Moura e V.P. de Faria. **Anais**. Piracicaba, FEALQ, 1993. p.87-115

EMBRAPA. **Recuperação ambiental com manejo intensivo de pastagens na pecuária leiteira**. Brasília: Embrapa-SCT; São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. Vídeo wmv (9 minutos). (Dia de campo na TV – Programa DCTV; 02/06/2006). Disponível em: <http://hotsites.sct.embrapa.br/diacampo/programacao/2006/recuperacao-ambiental-com-manejo-intensivo-de-pastagens-na-pecuaria-leiteira>

GUANZIROLI, C. F. (Coord.). **Perfil da agricultura familiar no Brasil: Dossiê estatístico**. Brasília: INCRA, FAO, 1996. 12 p. Projeto UFT/BRA/036/BRA). Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/fao/Perfil.htm>>. Acesso em agosto de 2006.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CAMARGO, A.C.de. Competição intra e interespecífica de forrageiras, em sistemas intensivos de produção de bovinos: cuidados para a sustentabilidade. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, 74 (1, jun): 55-68, 1999. (Nota científica)

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A.R.de; OLIVEIRA, H.T.de; PRIMAVESI, A.C.P.A. A qualidade da água na microbacia hidrográfica do ribeirão

Canchim, São Carlos, SP, ocupada por atividade pecuária. **Acta Limnológica Brasiliensia**, São Paulo, 12(1): 95-111, 2000.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; PRIMAVESI, A.C.; CANTARELLA, H.; ARMELIN, M. J.A.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R. de. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. Coastcross: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 42p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Circular Técnica**, 30). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/circular-tecnica/Circular30.pdf>

PRIMAVESI, O.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A. C.; OLIVEIRA, H. T. Water quality of the Canchim's creek watershed, in São Carlos, SP, Brazil, occupied by beef and dairy cattle activities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.45, n.2, 209-217, 2002.

PRIMAVESI, O.; PIASENTIM, R. M.; ARMELIN, M. J. A.; PRIMAVESI, A.C. Caracterização multielementar de insumos agrícolas, em sistema intensivo de produção animal, pelo método de análise por ativação com nêutrons. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v., n.2, p: 239-254, 2003a.

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; PRIMAVESI, A. C.; CANTARELLA, H.; SILVA, A. G. Adubação com uréia em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (nov) 2003b. 6p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Comunicado Técnico**, 41). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/comunicadotecnico/ComuTecnico41.pdf>

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C. Fundamentos ecológicos para o manejo efetivo do ambiente rural nos trópicos: educação ambiental e produtividade com qualidade ambiental. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (out) 2003. 84p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Documentos**, 33). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/documentos/Documentos33.pdf>

PRIMAVESI, O.; PEDREIRA, M.S.; FRIGHETTO, R.T.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; RODRIGUES, A.A., BARBOSA, P.F. Manejo alimentar de bovinos leiteiros para reduzir produção de metano ruminal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004. 12p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Circular Técnica**, 39). Disponível em: www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacaogratis/circular-tecnica/Circular39.pdf

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; ARMELIN, M.J.A.; FREITAS, A.R. Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, (dez) 2004. 32p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Circular Técnica**, 37). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/circular-tecnica/Circular37.pdf>

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; FREITAS, A. R.; PRIMAVESI, A.C. Calagem superficial em pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob adubação nitrogenada intensa. São Carlos-SP, Brasil: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 66p. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Pecuária Sudeste**, 15). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/Boletim15.pdf>

PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A. Avaliação do impacto ambiental de sistemas intensivos de produção de carne bovina conduzidos em pastagens. São Carlos-SP, Brasil: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 52p. (**Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Pecuária Sudeste**, 14). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/boletim-de-pesquisa-desenvolvimento/Boletim14.pdf>

NICODEMO, M. L. F.; VINHOLIS, M. M. B.; PRIMAVESI, O.; ARMANDO, M.S. Conciliação entre produção agropecuária e integridade ambiental: o papel dos serviços ambientais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 72 p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Documentos**, 82). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratis/documentos/Documentos82.pdf>

NOVO, A.L.M., CAMARGO, A.C., Alternativas inovadoras para otimizar a transferência de tecnologia para a agricultura familiar. In: Simpósio sobre Bovinocultura leiteira, 5., 2005, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: FE-ALQ, 2005. p. 57-68.

RODRIGUES, G. S.; CAMPANHOLA, C.; KITAMURA, P. C. **Métodos para avaliação de impactos da pesquisa – dimensão ambiental**. Sistema de avaliação de impacto ambiental da inovação tecnológica agropecuária, Ambitec-AGRO. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. 18 p.

TUPY, O.; PRIMAVESI, O.; CAMARGO, A.C. Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais de tecnologias da Embrapa Pecuária Sudeste. 4. Técnicas de produção intensiva aplicadas a propriedades familiares produtoras de leite. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 38p. (Embrapa Pecuária Sudeste, **Documentos**, 57). Disponível em: <http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacao gratuita/documentos/documentos-57.pdf>