

Nº 21, outubro/99, p.1-7

**O PAPEL DO SOLO NA SUSTENTABILIDADE E NO MEIO AMBIENTE**Odo Primavesi<sup>1</sup>**Sustentabilidade: Do quê? De quem?**

Muitos conceitos têm sido gerados, dos quais se pode concluir que o que se deseja acima de tudo é a sustentabilidade da espécie humana, da sociedade humana, do ponto de vista econômico (atividades devem gerar lucro), social (equidade de acesso ao trabalho e ao ganho financeiro) e ecológico (conservação do ambiente de vida e de trabalho). Isto é muito lógico, pois o sistema econômico necessita de consumidores ativos para não sofrer colapso, e conceitos do agronegócio sugerem considerar a cadeia produtiva inteira, desde os fornecedores de insumos ao produtor, do produtor até o consumidor.

Uma revisão interessante de engenheiro sanitário (Liebmann, 1976) forneceu um ponto de partida aos trabalhos relacionados com sustentabilidade e qualidade ambiental na Embrapa Pecuária Sudeste (Projeto Embrapa: "Qualidade ambiental de microbacia hidrográfica como base para sustentabilidade de sistemas de produção animal"). Trata-se de uma visão global do porquê muitas civilizações antigas entraram em colapso. As civilizações na realidade se resumem no estabelecimento de grandes confinamentos humanos, as cidades. E, segundo esse autor, as causas do colapso foram a incapacidade de: 1) produzir e fornecer alimento suficiente às cidades, devido à degradação dos solos (não havia os serviços de importação de alimentos), 2) fornecer água limpa suficiente às cidades, devido à destruição das matas e dos solos, alterando o ciclo hidrológico (não havia a engenharia para perfurar poços artesianos, que atingem reservas praticamente não renováveis de água), 3) realizar saneamento básico eficiente, no tocante à disposição e a reciclagem dos dejetos (acúmulo de energia), habitat de pragas e doenças (epidemias). Alguém já disse: "destruam os campos e as cidades perecerão"! Atualmente deve ser agregado o problema da contaminação dos solos, da água, do ar e dos alimentos por produtos químicos nocivos à saúde humana, além do estresse. Estes resíduos tóxicos mais os contaminantes biológicos, originados do mau controle sanitário dos rebanhos e dos produtos agroindustriais, trazem problemas no mercado interno e muito mais na exportação de produtos agrícolas, geradora das divisas tão ansiadas. Aí está o problema colocado claramente! Certamente não é tema de trabalho individual para especialistas, nem

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., PhD, Pesquisador, Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP.

Comun. Téc. - Embrapa Pecuária Sudeste 21, out/99, p. 2-7

para equipes multidisciplinares monoprofissionais, mas para equipes multidisciplinares multiprofissionais! De especialistas coordenados por generalistas. De generalistas especializados, com visão dos possíveis impactos globais quando trabalhando as demandas localmente.

Sabendo, porém, que a riqueza socioeconômica de uma região está diretamente relacionada com sua qualidade de clima e solo, resta a sugestão de que no âmbito da sustentabilidade o componente ecológico (restaurar a qualidade ambiental), seguido do social, deva merecer maior atenção para que o componente econômico possa ser realizado com sucesso.

### **Meio Ambiente. Qual metade?**

Quando surgiu a demanda para se preservar o meio ambiente (meio = ambiente), a idéia original era a de preservar os ecossistemas naturais "climax" (existem os ecossistemas naturais primários, constituídos por rochas em alteração), em específico a Floresta Amazônica. Depois agregou-se os remanescentes da Mata Atlântica, dos Cerrados e outros ambientes naturais, bem como a preservação das espécies animais e vegetais em extinção. E os solos degradados da área rural e urbana? Estes não eram considerados! Como? O pessoal (lá de fora) queria a sustentabilidade do quê, afinal? Só daquele "1/2 ambiente" que ainda era um repositório de genomas, de espécies vegetais, desconhecidos?! E a outra "metade"?

Trabalhando na microbacia hidrográfica (MBH) do Ribeirão Canchim, em São Carlos, SP, com 1.400 ha, localizada na borda da área de recarga do aquífero Guarani, o maior da Terra, bem como em área de Tensão Ecológica, ou seja, interface entre os biomas do Cerrado e da Mata Atlântica), e em contato com pessoal da ecologia (biólogos, ecólogos e sociólogos da Universidade Federal de São Carlos) e do saneamento (engenheiros da Escola de Engenharia da USP, São Carlos, SP), além de compatibilizar diversas terminologias técnicas (jargão) para entender o que queriam dizer, iniciamos a vislumbrar algo que os produtores rurais sempre tiveram que administrar, bem ou mal: a necessidade de manejar e integrar três ambientes distintos e não somente 1/2. São os ambientes naturais (ecossistemas naturais, representados pelas reservas legais, matas ciliares ou áreas de preservação permanente e outros), ambientes agrícolas (agroecossistemas, aos quais estamos mais ligados, como as áreas de pastagem ou as de produção de milho para silagem) e os ambientes urbanizados (sede, colônia, salas de ordenha, confinamentos de animais, vias asfaltadas e outros, com produção de lixo, esgotos e dejetos), tanto ao nível de estabelecimento rural, como de MBH. Aí surgiu um grande problema: qual seria o denominador comum a estes três ambientes? Algo óbvio surgiu, após alguns debates: a vazão (ponto de vista da biologia-ecologia) e a qualidade da água (ponto de vista da engenharia de saneamento, no gerenciamento pelos Comitês das Bacias Hidrográficas) na MBH. A amplitude de variação da vazão dos cursos de água seria o reflexo da alteração no ciclo hidrológico, por meio da redução do volume de biomassa vegetal na superfície do solo (desmatamentos, manutenção do terreno no limpo) e do aumento da superfície impermeabilizada, sendo que a qualidade da água seria o reflexo da emissão

Comun. Téc. - Embrapa Pecuária Sudeste 21, out/99, p. 3-7

de poluentes, incluindo os sedimentos carregados no processo da erosão, bem como da falta de proteção destes corpos de água e/ou falta de medidas de prevenção de emissão destes poluentes, e outros. Assim, fica mais claro imaginar o conceito de ambiente a ser preservado, conservado ou recuperado/reabilitado/relocado. E onde entram os sociólogos e outros especialistas das ciências humanas? No levantamento (enquete) da consciência ambiental da população que vive na MBH e da que dela depende (os que moram na cidade e consomem água e alimentos produzidos nas MBH's, ou na bacia hidrográfica que as contém, ou aqueles que dependem das barragens não assoreadas para fornecimento de água ou energia elétrica ou utilizadas para pesca), e no estabelecimento de estratégias de Educação Ambiental! Educação Ambiental no aspecto global, não somente aquela que sugere trocar copinhos de plástico por canecas individuais, ou aquela que sugere realizar a disposição seletiva de lixo sem existir um sistema de coleta seletiva e reciclagem, ou aquela que sugere a preservação das baleias e dos macacos quando cruzarem no seu caminho! Deve ser algo palpável e realista, de forma organizada, ampla, e que contribua para a sustentabilidade da comunidade, do município, do país. Deve abordar os fundamentos ecológicos da vida sobre a Terra, e que devem ser manejados para atender as demandas essenciais de manutenção desta vida. E a partir daí, sugerir técnicas de manejo de solo, água, vegetação anual e perene, resíduos e outros, para alcançar a sustentabilidade e a qualidade de vida.

#### **Qualidade ambiental. O que será?**

Alguém já definiu este termo? Alguns arriscam dizer que seria o manejo ambiental de tal forma que a água permaneça com as características com que jorra da nascente, e os solos mantenham seu potencial de produção agrícola. Outros ainda, os que defendem a preservação, que os ecossistemas naturais permaneçam intocados. Será mesmo? Em comentário a um biólogo, sobre a acidificação do solo agrícola com uso intenso de nitrogenados, por descuido na calagem, este ficou eufórico: o processo estava retornando às condições naturais de solo ácido de Cerrado (vegetação original da área)! Quando se verificou que a água da nascente na MBH do Canchim era muito ácida (pH entre 4,5 e 5,1), corrosiva (em seis anos destruiu o sistema hidráulico e de ar condicionado central de prédio novo, corroeu radiadores de veículos e tratores, etc.) e que estava impactando sobremaneira sobre o sistema intensivo de produção de leite e carne, alguém sugeriu mudar de atividade! A ala dos engenheiros sugeriu o balanceamento da água como fazem nas cidades, o que elevaria o pH para a faixa de 9,0 a 9,5, e não 7,0 como normalmente se imagina. Assim, em trabalho para medir o impacto do agroecossistema sobre a qualidade ambiental, encontrou-se o inverso. Ou quando, atendendo solicitação do DPRN (Departamento de Proteção dos Recursos Naturais) para limpar a beira dos 100 ha de mata mesófila semidecídua, existente na MBH, dos cipós que estavam abafando as árvores, houve interpelação por pós-graduando da botânica, que estava realizando um inventário das lianas ali existentes, porque a atividade estava afetando suas parcelas experimentais. Perguntado sobre como deveria ser realizada esta atividade de limpeza do excesso de cipós, verificou-se

que não existe nada claramente estabelecido, embora se tenha aprendido em um congresso científico sobre recuperação de áreas degradadas que as lianas são componente importante do ecossistema natural. Mais tarde ficamos sabendo que, cortando as lianas da beirada, elas dão "um tempo" para as árvores se recuperarem, e posteriormente os cipós rebrotam. Alguém sugeriu plantar um cinturão de eucaliptos em torno da reserva legal para proteger sua margem. Parece uma solução viável. E, como fica a contaminação dos lençóis subterrâneos de água, e a sua retirada indiscriminada de poços não controlados, levando a impactos negativos sobre ambientes naturais, agrícolas e urbanos longe do local em que foi realizada a atividade impactante? Em especial quando se está sobre uma zona de recarga de aquíferos? Ainda, na monitoração da permeabilidade de Latossolo Vermelho-Amarelo, com 30% de argila, sob pastagem manejada extensivamente (0,5 UA ha<sup>-1</sup>; UA = unidade animal com 450 kg de peso vivo) comparada com pastagem adubada (no mesmo tipo de solo) sob pastejo intensivo (10 UA ha<sup>-1</sup> nas águas), verificou-se com surpresa que a compactação era mais intensa sob 0,5 UA ha<sup>-1</sup> do que sob 10 UA ha<sup>-1</sup>, na qual ocorria abundante retorno de material orgânico ao solo! Ao lado disso, a permeabilidade do solo aumentou drasticamente na área de pastagem manejada extensivamente, quando ficou em descanso por um ano e meio, confirmando o que alguém já havia dito: "a compactação não é realizada pela pata, mas pela boca do animal" (população animal superior ao nível de oferta de alimento, sem retorno de material orgânico ao solo). Sob este aspecto a intensificação exerceu impacto positivo sobre a qualidade ambiental, se considerarmos o potencial de produção do solo e a maior capacidade de infiltração de água para alimentar o lençol freático e as nascentes. A qualidade ambiental, desta forma, exige diferentes níveis de percepção. Deve-se procurar manter as características ambientais o mais próximo do original nos ambientes naturais preservados, como o banco de germoplasma diversificado (muitas espécies vegetais, em especial nas zonas de conflito ecológico ou encontro de dois ou mais ecossistemas naturais), embora no caso da vegetação de Cerrado se saiba que a passagem do fogo a pelo menos cada quatro anos é necessária para a preservação das espécies tolerantes ao fogo e à manutenção de solos com baixo teor de matéria orgânica ativa. Nos ambientes agrícolas deve-se garantir elevada capacidade potencial de produção vegetal e animal com o mínimo de dependência externa, bem como garantir o tratamento adequado dos dejetos e resíduos gerados, sem poluir água, solo e alimentos. Nos ambientes urbanizados deve-se permitir um padrão de vida saudável, com sistema eficiente de fornecimento de alimentos e água limpa e de tratamento e disposição de "lixos" (líquidos e sólidos) domésticos e industriais para sistemas de reciclagem eficientes.

### **Conservação somente dos solos?**

Muitos afirmam ser a conservação dos solos a peça chave para a sustentabilidade e a qualidade ambiental. Será? Embora sejamos um ardoroso defensor do manejo e da conservação do solo e sua fertilidade (matéria orgânica, micronutrientes e outros), este questionamento surgiu ao perguntarmos a um consultor

americano sobre qual o nutriente mais importante para a cana-de-açúcar, e este respondeu de imediato: **ÁGUA!** Água? E o resto? Não tem resto, em região tropical! Na mesma ocasião, um colega que trabalhava com agrometeorologia confirmou que a produção de cana variava mais entre anos (chuvas) do que entre locais (solos). Um levantamento de resultados de produção de cana, em função dos tipos de solos, mostrou a seguinte ordem decrescente: Terra Roxa Estruturada (TR), Podzólico Vermelho-Amarelo (PV), Latossolo Roxo (LR), Latossolo Vermelho-Escuro (LE), Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) e finalmente Areia Quartzosa (AQ). PV logo após TR? Os solos que apresentam B-textural (camada mais argilosa normalmente entre 60 e 120 cm; TR e PV) conservam mais água disponível do que os demais (que apresentam horizonte B latossólico ou profundo). O solo PV normalmente apresenta um nível de fertilidade mais baixo do que o LR e LE. Por que seu potencial de produção é grande, vindo logo após a TR? Isto indica que o nível de fertilidade está em segundo plano, tanto que, em anos com chuvas abundantes e bem distribuídas, diminuía a diferença entre a produção de cana-de-açúcar entre a AQ e a TR. Mas, onde fica a importância dos minerais? Em regiões com boa distribuição de água (chuvas), as plantas não necessitam ser eficientes no uso de água, e os nutrientes disponíveis na serapilheira (ou cobertura morta) podem ser suficientes para produzir biomassa vegetal abundante (floresta tropical úmida com até 320 t ha<sup>-1</sup> de biomassa vegetal seca). Na região Sul, em áreas de plantio direto na palha, parece ocorrer fenômeno semelhante, e que está sendo estudado. A nutrição mineral ajustada para a espécie e a variedade tem papel de suma importância quando a planta necessita ser eficiente no uso de água, muito comum em nossa região com déficits hídricos freqüentes.

Para obter uma idéia mais clara sobre estes relacionamentos, é conveniente rever o processo de ocupação de rochas por vegetais (no Havai, este fenômeno é visível nas ilhas "recém-nascidas"). Estas rochas, conforme vão sendo degradadas e suas partículas sólidas enriquecidas com material orgânico (da parte aérea vegetal e raízes rompedoras e agregadoras), constituindo fonte energética para uma intensa atividade biológica, permitem a formação do chamado SOLO. Conforme a espessura do solo vai aumentando, e sua gênese (formação e aprofundamento) caminha do litoral para o interior da ilha, o mesmo vai permitindo maior conservação de **ÁGUA RESIDENTE** (água fica retida pela vegetação, pela serapilheira, pelo solo e pelo lençol freático), e a estabilização da vazão dos cursos de água, criando a condição para maior produção de biomassa vegetal (e animal), mesmo além da época das chuvas. A parte aérea desta biomassa vegetal também colabora na retenção de água, necessária para os períodos sem chuvas, e que permite a produção maior, mais diversificada e mais exigente de biomassa vegetal, numa evolução de sistemas simples (p. ex., plantas pioneiras de vida curta, com grande potencial reprodutivo) a altamente complexos (plantas arbóreas do tipo "climax"). Mais solo, mais água, mais vegetais, mais proteção de solo, maior conservação de água, numa evolução incrível de plantas mais diversificadas e mais exigentes. É esse também o mecanismo que a natureza aciona na recuperação de áreas agrícolas depauperadas, quando deixadas em pousio!

Então, em região tropical, o segredo está em empregar todas as técnicas de conservação de água e reduzir o aquecimento do solo: quebra-ventos, proteção da

## COMUNICADO TÉCNICO

Comun. Téc. - Embrapa Pecuária Sudeste 21, out/99, p. 6-7

superfície do solo, aumentar capacidade do solo para armazenar água, manejar o solo para manter livre os caminhos para a reposição dos lençóis freáticos, aumentar a biodiversidade (raízes pivotantes e fasciculadas, rotação de culturas, culturas intercalares, associações, sistemas agroflorestais e outros), melhorar a eficiência de uso da água pelas plantas, garantir a reposição de material orgânico não biologicamente estabilizado à superfície do solo (o horizonte orgânico sempre apareceu na superfície, nunca enterrado!).

O solo não é uma entidade isolada. A interação solo x vegetação (também aquela momentaneamente sem valor econômico) é fundamental. As leguminosas fixadoras de nitrogênio exercem papel importante na introdução de carbono (material orgânico) no sistema. Sem material orgânico o solo degrada, em especial na região de clima tropical. No sistema de produção agrícola, o manejo do solo que garante sua permeabilidade afeta a oferta de água disponível (e não a chuva, cuja água pode escoar totalmente sobre a superfície, gerando erosão!), de oxigênio (para as raízes), de nutrientes minerais, de calor ao nível de rizosfera e do dossel das culturas. Atua também no reforço de gás carbônico para as folhas vegetais, na oferta de substâncias orgânicas produzidas por sua biota (vitaminas, aminoácidos, antibióticos, e outras), na redução de efeitos alelopáticos e de substâncias tóxicas, e na liberdade física, química e biológica do desenvolvimento radicular. Atua igualmente na alteração da umidade relativa do ar (superfície vegetada lança de 4 a 10 vezes mais água ao ar do que a superfície líquida) e de sua temperatura, o que melhora a distribuição de chuvas convectivas (nuvens precipitam mais facilmente nos "vácuos" gerados sobre solos cobertos; ocorre ascensão menos intensa de ar quente) e conseqüentemente a produção de biomassa vegetal e o solo. Assim, a sustentabilidade da espécie humana no interior do continente depende da conservação de matas (cobertura verde), dos solos permeáveis e protegidos (na zona urbana e rural) e da ÁGUA residente, conservada no local ou região.

Agora, deve-se ter uma visão mais ampla do problema, pois notícias vêm, informando que grande parte da água que cai na região Sul e Sudeste do Brasil se origina da Amazônia, vindo pelo corredor entre o Planalto Central brasileiro e a cordilheira dos Andes. E mais notícias trazem que o desmatamento na Amazônia já está reduzindo as geleiras dos Andes, que também alimentam o rio Amazonas, e que poderá alterar também o regime de chuvas nas regiões Sul e Sudeste. Deve-se ter uma visão de cidadania não somente para com nossa família, nossa comunidade, nosso município, mas também com nosso país, nosso continente: nossos vizinhos de uma maneira geral. Assim, como de nada adianta resolver o problema das saúvas em nosso território se o vizinho não estiver consciente disso! Ou se não queimarmos pastagens no Mato Grosso no período seco e assim não asfixiar a população do Acre; ou se reciclarmos os dejetos de suínos produzidos em Santa Catarina e não lançarmos ao rio e assim não afetarmos a população da Argentina e do Uruguai; ou se evitarmos acidentes como o atômico em Chernobil e não contaminarmos com cinzas radiativas as pastagens e o leite de diversos países da Europa! Ou se não praticarmos uma queimada de limpeza de pastagens ou de pré-colheita da cana-de-açúcar e por descuido previsível não queimarmos toda a reserva nativa ou o pomar do vizinho, ou

Comun. Téc. - Embrapa Pecuária Sudeste 21, out/99, p. 7-7

não intoxicarmos a população no entorno! Aí, talvez estejamos mais próximos de nossa sustentabilidade, com qualidade de vida.

Nota: A propósito do significado de terminologias empregadas, considerando que num ambiente natural existem estruturas e as funções destas (regulatórias, de suporte, de produção e de informação), pode-se: preservar (manter as estruturas e as funções originais), conservar (manter estruturas fundamentais de interesse imediato, como de solo e água), recuperar (as estruturas e suas funções ao nível próximo do original; na área agrícola considera-se somente o solo e a água que escoam, mas não a vegetação com efeito termostático, refúgio de inimigos naturais, quebra-ventos, etc.), reabilitar (reconstruir as funções existentes originalmente, mas com estruturas diferentes) e realocar (encontrar novas funções para um ambiente severamente alterado em suas estruturas, tais como transformar buracos de áreas de mineração em lagos e áreas de lazer).

### Referencia Bibliográfica

LIEBMANN, H. **Terra, um planeta inabitável? Da antigüidade até os nossos dias, toda a trajetória poluidora da humanidade.** Trad. Meurer, F. São Paulo: Melhoramentos/Ed. Universidade de São Paulo, 1975. 181 p.