

## Utilização de um Simulador de Erosão como Ferramenta de Educação Ambiental



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

# ***Documentos 116***

## **Utilização de um Simulador de Erosão como Ferramenta de Educação Ambiental**

Gabriel Avelar Miranda  
Walter José Rodrigues Matrangolo  
José Aloísio Alves Moreira  
Marília Queiroz de Rezende

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

Home page: [www.cnpms.embrapa.br](http://www.cnpms.embrapa.br)

E-mail: [sac@cnpms.embrapa.br](mailto:sac@cnpms.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Antônio Carlos de Oliveira

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro

Supervisão editorial: Adriana Noce

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa:

**1ª edição**

1ª impressão (2010): on line

**Todos os direitos reservados**

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

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Milho e Sorgo**

---

Utilização de um simulador de erosão como ferramenta de educação ambiental / Gabriel Avelar Miranda ... [et al.]. -- Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

36 p. : il. -- (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277; 116).

1. Conservação do solo. 2. Erosão. 3. Meio ambiente. I. Miranda, Gabriel Avelar. II. Série.

CDD 631.4 (21. ed.)

---

© Embrapa 2010

# **Autores**

## **Gabriel Avelar Miranda**

Graduando em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), bolsista PIBIC (Fapemig/CNPq), gabriel.avelar@gmail.com

## **Walter José Rodrigues Matrangolo**

Eng-Agrônomo, Doutor em Ciências (Ecologia e Recursos Naturais), Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, matrangolo@cnpms.embrapa.br

## **José Aloísio Alves Moreira**

Eng.-Agrônomo, Doutor em Irrigação e Drenagem, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, jaloisio@cnpms.embrapa.br

## **Marília Queiroz de Rezende**

Engenheira Florestal, Mestre em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Professora do Centro Universitário de Sete Lagoas (UNIFEMM), mariliaque@gmail.com



# Apresentação

A popularização da ciência surge como necessidade para que todo cidadão torne-se ativo colaborador no processo de mudanças paradigmáticas necessárias na construção da nova civilização sustentável. O modelo de Estado mínimo estimulou a participação popular, que se organiza em grupos para suprir carências coletivas. Entre as mais disseminadas estão aquelas que promovem ações voltadas à temática ambiental. As demandas impostas pela legislação ambiental também vêm exigindo de todos conhecimentos correlatos à área. Faz-se necessário disponibilizar informações de forma clara, que considere a complexidade inerente ao atual estágio de desenvolvimento de nossa sociedade. Como contraponto, a tecnologização da vida vem omitindo relações ecológicas, processos fundamentais à vida e sua continuidade (SILVERSTONE, 1994). A complexidade do sistema solo fica exposta quando atenta-se para o processo de conservação de solo: nele, seus componentes físicos, químicos e biológicos compõem relações que podem ser melhor compreendidas se consideradas sob a ótica da alfabetização ecológica. O presente trabalho descreve um simulador de erosão portátil de fácil confecção, como ferramenta na ampliação das ações de conservação de solo. Assim, o modelo tende a exprimir a importância da conservação dos solos de modo prático e visual, podendo ser utilizado em classes com menores graus de instruções de escolaridade, assim como por produtores semianalfabetos, crianças em formações escolares em andamento e até por pessoas com níveis mais altos de escolaridade.



# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	1
<b>Introdução</b> .....	1
A assistência técnica rural .....	11
O homem no meio .....	11
Conexões expostas.....	13
Ciência nas escolas e a corresponsabilidade da educação .....	14
Simulador de erosão .....	15
Educação pela base .....	16
Microcosmos no solo .....	17
Lavouras convencionais e a degradação do solo .....	20
Sistema plantio direto e a conservação dos solos .....	21
A fragilidade do relevo cárstico da região central de Minas Gerais ..	22
<b>Metodologia</b> .....	23
<b>Resultados e Discussão</b> .....	26
<b>Conclusão</b> .....	29
<b>Referências</b> .....	30



# Utilização de um Simulador de Erosão como Ferramenta de Educação Ambiental

---

*Gabriel Avelar Miranda*

*Walter José Rodrigues Matrangolo*

*José Aloísio Alves Moreira*

*Marília Queiroz de Rezende*

## Introdução

A agricultura familiar corresponde a 79,3% dos empreendimentos rurais mineiros, sendo que neste cenário 30,8% são pertencentes a uma população analfabeta (IBGE, 2000, 2006). O uso intensivo das propriedades de agricultura familiar é consequência da pequena área das propriedades que são destinadas à produção. Para aumentar os lucros e talvez principalmente pela reduzida capacidade de investimento e escassez de mão de obra, muitas vezes não são adotadas medidas conservacionistas ou de manejos adequados para o sistema produtivo se manter por longo prazo, haja vista que uma pequena parcela das propriedades do território mineiro é adepta de práticas voltadas para conservação. De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), 4,28% das propriedades são adeptas do plantio direto, 8,67% faz proteção de encostas e apenas 5,38% fazem pousio ou descanso do solo. Esses números podem ser ainda pior, uma vez que o Censo pode considerar duas ou mais práticas de um mesmo estabelecimento. Práticas como a queimada são comuns em aproximadamente 3% das propriedades.

A degradação do solo está entre os temas de grande relevância, seja ele rural ou urbano. Seu uso desordenado segue padrões ultrapassados, que não se adequam às exigências da atualidade, quando o aumento da produção de alimentos e a redução dos passivos antrópicos são prementes. A erosão hídrica é um dos principais problemas relacionados ao manejo dos solos no país. Ela tem contribuído para o empobrecimento e a redução ou a perda de sustentabilidade dos agroecossistemas, decorrentes do arraste de solo, água, nutrientes e carbono orgânico a ela associada. De acordo com Bertol (1994) e Bertol et al. (2002), a erosão dos solos brasileiros apresenta grande variabilidade espacial e temporal, explicada pela diversidade climática, que influi no potencial erosivo das chuvas, e pela variabilidade de solos, que tem influência na sua suscetibilidade à erosão. Assim, ocorrem solos mais ou menos suscetíveis à erosão, tanto do ponto de vista de fatores intrínsecos (pedogênese) quanto do ponto de vista de fatores extrínsecos (manejo adotado). O problema da degradação do solo se agrava no cenário mineiro, principalmente na região central do Estado, onde a pecuária leiteira é predominante, sendo a segunda mais importante do Estado, de acordo com o IBGE (2007). Em Minas Gerais, segundo dados do IBGE (2007), existem 33 milhões de hectares de pastagens, dos quais um milhão (3%) de hectares é de pastagens plantadas degradadas. Da mesma forma, o contingente de pastagens com algum grau de degradação relatado em outras publicações é bem maior, situando-se entre 5 e 6 milhões de hectares (MELO et al., 2005). Os problemas no solo decorrentes da pecuária acarretam em pastagens ineficientes quanto à cobertura do solo, pisoteamento e compactação dos solos derivados do gado, aumento da impermeabilização do solo – tanto pelo pisoteio, como pelo impacto das gotas de chuvas no solo descoberto. Conseqüentemente, ocorre o aumento dos “run-offs” (escorrimentos d’água sobre a superfície do solo que carreiam sedimentos), assim como suscetibilidade à degradação em consequência da erosão laminar e linear dos solos.

**Palavras-chave:** sensibilização, popularização da ciência, complexidade, conservação de solo, ensino, ciência do solo.

## **A assistência técnica rural**

O acesso à informação nos cenários agrícolas familiares é limitado pelo número restrito de extensionistas rurais disponíveis a auxiliar os agricultores, assim como a formação e capacitação dos proprietários. O elevado índice de analfabetismo, agregado ao perfil de idade avançada, (segundo o Censo Demográfico (2000), 9,43% da população rural mineira têm 60 anos ou mais) contribui com a percepção, em geral, menos atualizada e dificulta a obtenção de informações e orientações, além de favorecer maior resistência à adoção de medidas conservacionistas, pela complexidade teórica e dificuldade de compreensão. A conservação dos agrossistemas está diretamente ligada com a fragilidade das questões socioeconômicas envolvendo agricultores familiares. O uso de insumos externos eleva o custo de produção, uma vez que o produtor sofre pressões quanto à produtividade por área de forma imediata, a fim de suprir a demanda de alimento a ser produzido, para ter competitividade de mercado. Essa dependência de “input” gera gastos que contribuirão para o empobrecimento do produtor, reduzindo a capacidade de investimento em melhorias na propriedade, além de elevar o valor agregado do produto final. Para ampliar as ações voltadas às práticas de conservação das propriedades rurais, mediadas pelas ferramentas de educação ambiental, é necessária a atuação de extensionistas como agentes replicadores e passíveis de articular junto com a comunidade rural mobilizações para as causas ambientais.

## **O homem no meio**

O isolamento do ser humano frente ao seu entorno pode ser expresso de diversas maneiras. O principal resultado é a queda na qualidade de vida pela degradação socioambiental. Matrangolo (2009) afirma categoricamente que o ser humano tende a simplificar a vida, a fim de adquirir mais tempo para trabalhar e se tornar um ser competitivo no mercado de trabalho e sobrevivente à corrente de obrigações impostas pela sociedade. A busca pelos resultados imediatos a fim de simplificar os processos, de modo pontual, contrapõe a necessidade de compreender a vida de maneira sistêmica.

O isolamento, em geral, conduz à reclusão e ao medo, gerando conformidade quanto à degradação da qualidade de vida. Como resultados indiretos temos a extinção de espécies e culturas tradicionais, construídas pelo trabalho intenso de muitas gerações, o que já inviabiliza ou prejudicará em muito a sobrevivência das gerações presentes e futuras. Desvelar essa realidade é um dos objetivos da Educação Ambiental (EA), como ferramenta de diagnóstico e aprimoramento das relações do ser humano com o meio ecológico. A educação ambiental (EA) baseia-se em processos nos quais o indivíduo se aproxima dos valores da coletividade, ocorrendo a inserção de valores sociais no cotidiano, a fim de aprimorar conhecimentos, atitudes, habilidades, assim como o interesse ativo e a competência para a conservação do meio ambiente e a sustentabilidade rural e urbana (EDUCAÇÃO..., 2000; HAMMES, 2004). Segundo Freire (1986), a essência da educação está em reconhecer que o homem pode refletir sobre si mesmo e descobrir-se como ser inacabado que está em constante busca. O homem se sabe inacabado e, por isso, se educa, porém, mediado pelo mundo. A aplicação dos princípios de educação defendidos por Freire (1993) demonstra que, ao mesmo tempo em que se faz necessário desenvolver um sentimento de perplexidade (sensibilização) diante dos fatos – estimulando o processo de busca infundável do conhecimento –, é importante que se adote também uma postura de paciência com os ritmos e as respostas nem sempre rápidas dos sujeitos envolvidos no processo. Conforme explícito por Meneghetti (2008), o vocábulo homem deriva do latim “homo, de humus = terra, terrestre. Lat”. A partir desse conceito, compreende-se que o ser humano é um ser que está em correlação com um tempo e um espaço específicos. Disso deriva que a identidade do homem decorre do seu ambiente (SCHUTEL, 2008). Schutel (2008) conclui que, deste modo, a relação homem-ambiente também estabelece as conexões epistemológicas entre o que conhece e o conhecido, ou seja, o ambiente é parte constitutiva do sujeito e do objeto do conhecimento. Por isso, o homem pode conhecer e conhece tudo o que se refere e diz respeito ao seu ambiente e à sua relação espaço-tempo em um contexto ambiental. Assim, considerando que a identidade do homem

decorre do seu ambiente, verifica-se a premissa de que, quanto mais houver a prática de ações que contemplem a responsabilidade social atrelada à sustentabilidade, mais se construirá um espaço saudável, vital e de grandes oportunidades de crescimento, atividades e perspectivas de êxito aos sujeitos humanos. Para que seja possível, há necessidade de sensibilizar o homem voltado para a perplexidade mediante os fatos. A substância sensível – o *homo/húmus*, o *mundus sensibilis* – impulsiona o assombro para com os fenômenos, impele o estado de perplexidade e de admiração. O espanto originário instala momentos inaugurais na composição dos processos de compreensão e de invenção. Heidegger (2001) afirma que “é preciso espantar-se diante do simples e assumir esse espanto como morada”. Esse espanto enreda perplexidade e aponta para a radicalidade intensiva das buscas e dos desafios extraordinários.

### **Conexões expostas**

Reatar na população a importância da manutenção do meio ambiente como forma de propagar a vida é proposto pelas ferramentas da EA, fundamentais para sensibilizar a população quanto aos impactos negativos decorrentes em nosso cotidiano, tais como: a poluição atmosférica e dos recursos hídricos, erosão do solo, queimadas, perda da biodiversidade, inundações, desmatamentos, favelização etc. Todas essas questões são expostas à sociedade contemporânea como resultado dos descuidos de nossa civilização para com a base ecológica que sustenta toda vida. O relatório do Worldwatch Institute aborda que “altos níveis de obesidade, dívidas pessoais, menos tempo livre e meio ambiente danificado são sinais de que o consumo excessivo está diminuindo a qualidade de vida das pessoas” (ESTADO., 2004). Já o sociólogo polonês Zygmunt Bauman (2004) observou com muita precisão que “a solidariedade humana é a primeira baixa causada pelo triunfo do mercado consumidor”. Já Santos (2000) considera que a época atualmente vivida pelo mundo pode apropriadamente ser chamada de aceleração contemporânea. Ela permite pensar que se suprimem distâncias e intervalos e que as ideias de duração e sequência estão substituídas pelas de instante e efemeridade. Baseados nesses conceitos, podemos afirmar que a sociedade moderna promove

o afastamento humano da esfera ecológica, o que resulta perdas incalculáveis em aspectos sociais, ambientais e econômicos.

## **Ciência nas escolas e a corresponsabilidade da educação**

O papel exercido pelas escolas vai além da alfabetização dos alunos, pois ela é também vista pela sociedade, quase como obrigação, como um veículo para a formação de caráter e molde comportamental. Além do mais, segundo Hammes (2004), a escola é um meio para formação de cidadãos éticos comprometidos com a qualidade de vida do planeta. Entretanto, a escola deve trabalhar com toda a sua comunidade, ou seja, professores, alunos, pessoal de apoio, pais e responsáveis. É necessário, também, que se faça a sensibilização da comunidade/ sociedade de seu entorno, por meio de atividades bem planejadas, socializadas e vivenciadas coletivamente na escola (BRITO, 2004). Só é possível que sejam efetivas as múltiplas funções das escolas a partir do momento em que houver parcerias entre instituições e meios adequados para a propagação de todas as atividades. Muitas vezes, as formações dos lecionadores não abrangem todas as necessidades para suporte à comunidade, e um apoio às instituições de ensino pode ser feito por todos os segmentos da sociedade, incluindo empresas que dominam saberes técnico-científicos.

No caso da Embrapa Milho e Sorgo, isso se torna possível através da Semana de Integração Tecnológica (SIT) e na Embrapa & Escola. Ambos os programas promovem uma aproximação do saber científico ao conhecimento popular, em que a empresa pode divulgar suas tecnologias destinadas ao conservacionismo ambiental e dispor de ferramentas de educação ambiental visando discutir problemas e práticas de conservações do solo, das águas, da biodiversidade em geral e de todo o ecossistema que nos envolve. As atividades de educação ambiental propostas nos eventos (SIT e Embrapa & Escola) são diferenciadas da metodologia tradicional de ensino e utilizam materiais didáticos adequados. As adaptações de linguagem e de exposições do conteúdo devem estar de acordo com a capacidade de absorção do conhecimento pelo público-alvo. Freire (1993) destaca que

ensinar não é transferir conhecimentos, mas criar as possibilidades para a própria produção ou construção do ensino. Dessa forma, o processo de aprendizagem dos saberes ecológicos promovidos pelas diversas ferramentas de educação ambiental deve levar o público à construção gradativa do conhecimento e buscar sempre reconstruir os saberes e reinventar os princípios ecológicos de acordo com a realidade local.

## **Simulador de erosão**

Objetivando a aproximação entre saberes científicos e popular envolvendo os conhecimentos acerca da conservação dos solos e da água, assim como de todo ecossistema, foi elaborado um simulador de erosão que ateste os problemas mais comuns na zona rural e urbana: o mau uso dos solos, que acarreta diversos problemas. Considerando o elevado número de analfabetos na zona rural, o simulador de erosão demonstra, de modo visual, os diferentes efeitos das chuvas nos diferentes extratos de solos e reafirma a importância da manutenção da cobertura vegetal nos sistemas produtivos. Segundo Bertoni (1990): “A vegetação promove maior infiltração das águas da chuva e protege a camada superficial do solo da erosão associada ao escoamento concentrado”. A maneira mais eficiente de sensibilizar pessoas com baixo grau de instrução sobre a importância da cobertura vegetal é através da demonstração visual, na qual será perceptível as diferenças da qualidade do solo e da água. Existem alguns protótipos que permitem demonstrar os impactos da erosão da chuva nos solos através de simuladores, porém, ou eles possuem materiais de difícil aquisição ou ferramentas complexas que dificultam a replicação das demonstrações. Já o simulador de erosão proposto é produzido com materiais abundantes (caixa de sapato, garrafa PET) e que, quando expostos no meio ambiente, trazem malefícios para o ecossistema, por isso estimula a reutilização dos materiais.

Processos que ocorrem exclusivamente no solo são responsáveis pela manutenção da vida e de sua qualidade. Mesmo assim, os solos têm sua importância normalmente desconsiderada e/ou desvalorizada. Os solos são pouco reconhecidos pelo papel que desempenham na

manutenção da vida sobre a Terra e na conservação da biodiversidade, e são ainda menos percebidos e valorizados em seu papel na vida humana. A consequência dessa negligência é o crescimento contínuo dos problemas ambientais ligados à degradação do solo, como erosão, poluição, deslizamentos, assoreamento de cursos de água, desertificação etc. Haja vista que somente há cerca de 50 anos descobriu-se que o impacto da gota da chuva em um terreno descoberto e o resultante desprendimento das partículas de solo é a principal causa da erosão do solo pela água (BERTONI, 1990). É perceptível a carência de estudos vinculados à ciência de solo e principalmente a deficiência da replicação dos conhecimentos através de mecanismos voltados à educação em solos.

### **Educação pela base**

A preocupação de docentes com o ensino de Ciência do Solo vem permeando as atividades da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS) desde a sua fundação, em 1947, e já no 2º Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (CBCS), em 1949, houve a apresentação de um trabalho sobre o tema. Em novembro de 1992, foi estabelecida uma proposta de Objetivos Gerais para a Comissão VII e durante o XXIV CBCS, realizado em Goiânia, em 1993, quando um grupo de professores se articulou e iniciou uma série de discussões que visavam a consolidação dessa Comissão. Essas discussões culminaram com a realização de um Simpósio (Simpósio Brasileiro de Ensino de Solos), que aconteceu em novembro de 1994, na Universidade Federal de Viçosa (MG).

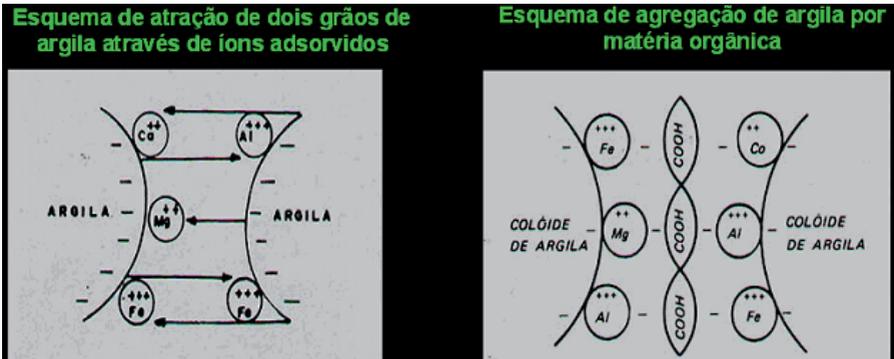
Em 2008, foi realizado o V Simpósio Brasileiro de Ensino de Solos (SBES), sediado na Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo. Neste evento foi possível perceber a maturação da pesquisa em educação em solos, com algumas dissertações e teses na área sendo apresentadas, bem como a consolidação de alguns grupos nesta área em algumas instituições (UFPR, UFV, UFSM, USP, UNESP etc.). Durante o V SBES também foi decidido que o evento passaria a ter periodicidade bienal e que

o próximo evento seria sediado em Curitiba. Com esta mudança, a denominação do evento foi alterada para Simpósio Brasileiro de Educação em Solos.

Já em 2010, o SBES contou com instituições organizadoras o Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da UFPR, assim como o Projeto de Extensão Universitária Solo na Escola, da UFPR. O simpósio contou com o apoio de empresas e instituições renomadas: Itaipu Binacional, Fundação Agrisus, CNPq, Fundação Araucária, Departamento de Educação Básica, Embrapa Florestas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, AEAPR, Secretaria Municipal de Educação de Pinhais, Fupef e Câmara Municipal de Curitiba. O objetivo desses eventos é instigar o desenvolvimento de pesquisas e práticas para educação ambiental relacionada aos solos, em diferentes níveis e aspectos (educação básica, educação superior, educação ambiental, extensão rural etc.), procurando ser um momento aglutinador e catalisador de ações.

### **Microcosmos no solo**

A diminuição da matéria orgânica do solo (MOS) implica perda de material fértil, além de ser fonte de nutrientes no sistema solo-planta e eliminação dos sistemas coloidais que geram a agregação das partículas do solo (Fig. 1) pela interação entre as partículas minerais e as cargas elétricas.



**Figura 1.** Influência da matéria orgânica na agregação de coloides. Fonte: Primavesi (1980).

A dispersão de coloides está relacionada à interação das cargas elétricas em sua superfície em um meio polar. Estas cargas elétricas podem se originar pela substituição isomórfica ou pela dissociação de radicais nas arestas das estruturas dos minerais. Nas partículas orgânicas do solo, são principalmente os grupos OH e COOH que se dissociam. A carga eletrostática gerada por substituição isomórfica não é variável, enquanto as geradas por dissociação de radicais OH variam com as características químicas do solo, como o pH e a concentração eletrolítica da solução do solo. Agregados podem originar-se por acresção ("accretion") ou por fragmentação da massa do solo. Geralmente, o termo acresção se refere à formação de agregados pequenos, constituídos pelas partículas fundamentais do solo (areia, silte e argila), que se agregam a outros pares para formar agregados maiores e assim sucessivamente. Já o processo de fragmentação consiste na quebra da massa do solo por estresse mecânico (geralmente relacionada à ação da água).

De acordo com Romeiro (1994): "A acumulação do húmus no solo é um processo lento. A fertilidade natural dos solos ligada ao teor de húmus resulta de séculos, ou mesmo milênios, de acumulação". O húmus, que é um coloide eletronegativo, mantém com a matéria mineral do solo (argila), também um coloide eletronegativo, um

complexo chamado argilo-húmico. Esse complexo argilo-húmico é que mantém a estrutura física ideal dos solos. Romeiro (1994) salienta a afirmação: “dado que a capacidade de troca de cátions é perturbada num solo com má estrutura física, a indústria de fertilizantes tem desenvolvido e colocado à disposição dos agricultores novas fórmulas e formulações (amônio-nitratos, fosfato de amônio, polifosfatos etc.), novas formas físicas (granulados, líquidos, gaseificados, em suspensão etc.), bem como novas técnicas de fertilização (fracionamento das dosagens, profundidade etc.)”. Em solos tropicais mal manejados, há uma acentuada perda de carbono solúvel sob erosão acelerada, que pode ocasionar acentuada perda de CTC nesses solos, que são altamente dependentes da matéria orgânica (SCHAEFER et al., 1999). Todos esses artifícios e inovações das indústrias agroquímicas reiteram o ciclo vicioso em que o produtor se torne dependente de insumos externos e sua má gestão do sistema produtivo no que diz respeito a práticas conservacionistas de solo. Ou seja, a indústria promove o mascaramento dos problemas relacionados a perda de MOS por manejos inadequados através de produtos que geram custos cada vez mais elevados, uma vez que conseguem-se resultados quanto à fertilização, mas continua-se perdendo solo e, conseqüentemente, gerando problemas já descritos quanto a manejos inadequados do solo. A palavra húmus tem a mesma origem de homem (“homo, de humus = terra, terrestre. Lat.”) e, segundo alguns princípios agroecológicos (ALTIERI, 2002; PRIMAVESI, 1980), o solo deve ser considerado um ser vivo, devido seu dinamismo, os macro e micronutrientes e sua biota. A perda de solo implica diretamente na diminuição de biodiversidade. Como exemplo disso, a diversidade de microrganismos do solo mostra-se tão vasta quanto desconhecida. Segundo estudos, um grama de solo pode conter 10 bilhões de microrganismos, representando milhares de espécies (ROSSELÓ-MORA; AMANN, 2001). Até o presente momento, foram descobertas e nomeadas menos de 0,1% e no máximo 10% das espécies microbianas, dependendo do hábitat estudado (TRÜPER, 1992; ROSSELÓ-MORA ; AMMAN, 2001).

Dentro da ecologia microbiana, Kennedy (1999) conclui que a diversidade microbiana está diretamente relacionada à estabilidade do ecossistema. No solo, a redução da diversidade microbiana pode ser um importante indicador da perda de resiliência e, por consequência, da qualidade do solo. A abundância de algumas espécies de microrganismos parece não ser tão importante quanto a manutenção da diversidade, isso porque a abundância reflete de forma mais imediata a flutuação microbiana de curto prazo e a diversidade revela o equilíbrio entre os diversos organismos e os domínios funcionais no solo.

Um solo com teor elevado de matéria orgânica tende a manter a população microbiana mais estável, provavelmente, em decorrência da riqueza de nichos ecológicos, pela heterogeneidade das fontes de carbono (DE FEDE et al., 2001; GRAYSTON et al., 2001).

Dessa forma, a perda de camadas ricas em húmus, ou da MO pela erosão hídrica, resulta um processo de instabilidade da microbiota do solo e redução da diversidade microbiológica, o que resultará em perdas de funções ecológicas exercidas pelos microrganismos do solo e que podem trazer benefícios múltiplos, incluindo aqueles gerados pelos milhões de seres ainda desconhecidos.

## **Lavouras convencionais e a degradação do solo**

Lavouras convencionais têm forte participação no processo de compactação do solo. No sistema de preparo de solo convencional, ocorre movimentação mecânica da camada superficial, objetivando facilitar a semeadura e o crescimento das plantas, controlar invasoras e manejar os resíduos culturais (RANEY; ZINGG, 1957). Os aspectos positivos conseguidos imediatamente após a execução da movimentação do solo no preparo convencional são, no entanto, rapidamente perdidos, quando da ocorrência de chuvas erosivas que desagregam o solo e comprometem a sua estrutura. A desagregação do solo facilita o selamento superficial e, como consequência, há um decréscimo acelerado da taxa de infiltração e aumento do escoamento (DULEY, 1939), o que favorece o transporte de sedimentos (minerais

e orgânicos) (SCHICK et al., 2000a; MELLO et al., 2003) e nutrientes (SCHICK et al., 2000b; BERTOL et al., 2003). Apesar de retirar a cobertura do solo, o preparo convencional aumenta a rugosidade e favorece a armazenagem de água na superfície em relação ao solo sem preparo (COGO, 1981; BERTOL et al., 1997). Porém, a movimentação das máquinas agrícolas para preparo convencional do solo promove a compactação dos solos por pressão exercida pelos pneus daquelas. A camada compactada impede o movimento descendente de água no perfil do solo e, combinado com o encrostamento na superfície do solo arado e gradeado (causado pela movimentação maquinária e pelo impacto direto da gota de chuva no solo nu, sem palha ou cobertura vegetal), resulta em acúmulo de água na superfície do solo e, assim, surge a enxurrada, que pode formar sulcos de erosão carreando partículas de terra, plântulas e adubos para os rios e lagos. Rios e lagos contendo altas quantidades de partículas de solo causam mais gastos no tratamento da água que abastece as cidades (HERNANI et al., 1997) e podem sofrer processo de eutrofização pelos nutrientes contidos nos adubos carregados pela enxurrada e depositados nesses reservatórios de água doce, comprometendo a biota aquática e a qualidade da água para o consumo humano. Segundo Guerra (1999), tais efeitos resultam, via de regra, na remoção da cobertura vegetal quando da ocupação da vertente, agravando-se com a remoção de parte dos depósitos de cobertura, capa protetora natural contra a erosão. A concentração da água pluvial proporciona o aumento da energia cinética que, em contato com a superfície exposta, desencadeia o processo de erosão.

### **Sistema plantio direto e a conservação dos solos**

A cobertura vegetal morta na superfície do solo é o principal componente de sucesso do Sistema Plantio Direto para conservação dos solos nos Cerrados, atuando como barreira física prevenindo diversas modalidades de erosão (KLUTHCOUSKI et al., 2000). O sistema de manejo do solo influencia a cobertura superficial pelos resíduos culturais, a qual ainda exerce influência positiva sobre as propriedades físicas da terra na camada superficial (BERTOL et al., 2001), alterando a infiltração de água e o escoamento superficial, além de influir nas perdas de solo (COGO, 1981; BERTOL et al., 1987,

1997). O Plantio Direto promove a cobertura do solo pelos resíduos, sendo mais eficaz no controle da erosão do que a cobertura do solo pela copa das plantas, pois estas, mesmo interceptando as gotas de chuva, permitem que elas, ao se precipitarem da copa, adquiram energia cinética suficiente para provocar erosão se o chão estiver descoberto (WISCHMEIER; SMITH, 1978). Assim, a eliminação da cobertura do solo, pela queima, por exemplo, deixa-o exposto à energia da chuva e do escoamento e, portanto, mais susceptível à erosão hídrica (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). A queima dos resíduos vegetais ainda diminui a matéria orgânica do solo, enfraquecendo a estrutura e, com isso, aumentando ainda mais a susceptibilidade à erosão hídrica. (LEITE, 2003).

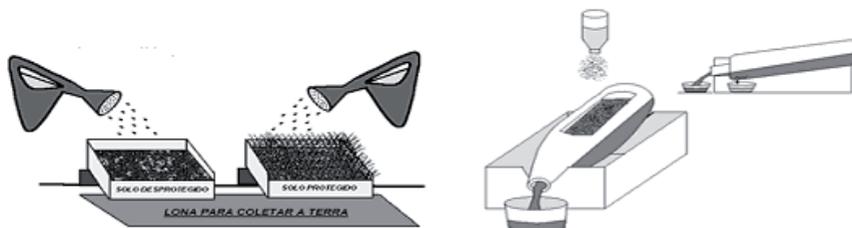
## **A fragilidade do relevo cárstico da região central de Minas Gerais**

A região central de Minas Gerais se caracteriza pelo sistema cárstico e, para Piló (1997, 1998, 1999), de extensão nacional de aproximadamente 5 a 7% (mais da metade cabe ao estado mineiro (3 a 5%, ou 17.600 a 29.419 km<sup>2</sup>)), sendo esse sistema susceptível a uma maior facilidade de infiltração, o que aumenta o risco de contaminação do lençol freático com o uso de agrotóxicos e outras atividades antrópicas inadequadas. No sistema carste pode haver a possibilidade de interligação entre o lençol freático, lagoas, rios, córregos e aquíferos, sendo que, uma vez contaminada a água, todo sistema hídrico ficará comprometido. A fragilidade dessa estrutura física eleva ainda mais a necessidade de conservação e bom uso dos solos.

Visando às práticas conservacionistas do solo e a aproximação dos produtores e urbanistas ao olhar ecológico de produção e convívio, a educação ecológica (ecoalfabetização) torna-se uma ferramenta para subsidiar a fundamentação teórica das práticas agroecológicas, facilitando a aproximação com os elos naturais.

## Metodologia

O simulador de erosão descrito foi o resultado de parceria entre instituições representadas dentro do Grupo Técnico de Educação Ambiental do Subcomitê da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jequitibá (afluente do Rio das Velhas que, por sua vez, deságua no Rio São Francisco). É apresentada a seguir a perspectiva inicial e o protótipo do simulador de erosão (Fig. 2). E abaixo nessa mesma figura, o modelo inicial adaptado por alunos da ETM (Escola Técnica Municipal) de Sete Lagoas e utilizado para demonstrações.



**Figura 2.** Modelos de Simuladores de erosão. (MATRANGOLO, 2005).

Os simuladores portáteis foram montados com materiais de fácil aquisição, que muitas vezes têm como destino lixões, aterros ou outras deposições inadequadas, tornando-se materiais passíveis de contaminação e poluição ambiental. Incentivar a reutilização desses materiais abundantes no ambiente contribui para a conservação dos ecossistemas. Para a montagem da estrutura do protótipo, foram utilizados: duas garrafas PET (2 L) para acomodar os solos; duas caixas de sapatos para a sustentação das garrafas; uma garrafa plástica de água mineral (500 mL) com sua tampa perfurada homogeneamente para simular a chuva; estilete, tesoura e caneta – para cortar as garrafas; 4 garrafas PET (2L) – apenas o fundo, a serviço de receptores da água; terra com textura média a argilosa (aproximadamente 500 g), que pode ser obtida em barrancos ou em buracos cavados no solo.

A textura média pode ser definida como aquela em que a mistura dos componentes minerais de argila e areia corresponde à seguinte proporção: teor de argila menor que 35% e de areia maior que 15%. Ao se manusear um punhado de solo umedecido, com textura média, entre os dedos, percebe-se por meio do tato a presença da argila devido à sensação de maciez e pela característica de pequena aderência do solo à mão. A textura arenosa imprime uma sensação de aspereza ao se pressionar o solo umedecido, devido à presença dos grãos de areia.

A textura argilosa pode ser definida como aquela em que o teor de argila no solo está entre 35% e 60%. Nesse caso, a sensação de maciez e de aderência nos dedos da massa umedecida de solo é mais evidenciada, enquanto a aspereza da areia é menos expressiva.

É importante salientar que a terra não pode ser muito fina (peneirada), pois pode acabar compactando na bacia, dificultando a infiltração da água. Deve-se apenas destorroar levemente a terra coletada para que não apresente torrões grandes. O tamanho adequado pode ficar entre 0,5 a 1 cm

Nas garrafas PET, é necessário fazer um corte longitudinal retangular no centro da garrafa (15 cm x 5 cm) para serem depositados os solos (Item 1 da Fig. 3). No lado oposto ao corte retangular, deve-se fazer um corte em 'T' (Item 2 da Fig. 3) para que seja coletada a água percolada e infiltrada para análise visual. As garrafas devem estar sem as tampinhas (Item 3 da Fig. 3), para que a água escorrida superficialmente seja captada. Cada sistema contém um recipiente para reter a água escorrida nas duas origens, boca da garrafa (Item 4 da Fig. 3) e embaixo do corte em 'T' da garrafa (Item 5 da Fig. 3).



o escoamento facilitado da água. Esse ajuste tem como finalidade recriar condicionamentos ambientais que ocorrem em áreas onde o solo é utilizado, em atividades agrícolas ou obras de engenharia civil. Já na outra garrafa, deve-se cobrir o solo com uma camada de vegetação (viva ou morta) na superfície, de forma a evitar o impacto da água sobre o solo e permitir a entrada mais lenta de água em seu interior. A cobertura vegetal pode ser colocada seca (folhas secas/palhada) ou verde (recém cortada/picada) como, por exemplo, apara de grama, de capim ou de outra planta qualquer, dando preferência para folhas menores.

Por último, recomenda-se calibrar os simuladores de erosão. Para isso, basta umedecer lentamente os dois solos (aproximadamente 500 g), de modo que não haja excesso de água e perda de solo. O equipamento estará calibrado quando na bacia de solo sem cobertura a quantidade de água que escorre for maior que a quantidade de água que infiltra, enquanto na bacia com cobertura do solo deve ocorrer o processo inverso.

Após preparar toda estrutura, é necessário colocar as garrafas nos suportes feitos com as caixas de sapato, bem como colocar os recipientes nas saídas de água. Enche-se a garrafa (500 mL) de água, utilizando a tampinha perfurada para simular a ação de uma chuva em um solo já molhado (Item 8 da Fig.3). Deve-se, então, despejar a água de uma altura aproximada de 30 cm, sobre a superfície da garrafa sem cobertura, simulando a ocorrência de chuva e posteriormente repetir o procedimento na garrafa com cobertura vegetal.

## **Resultados e Discussão**

Como são de pequeno porte, os simuladores podem ser transportados e disseminados em qualquer ambiente onde possam proliferar os conhecimentos sobre conservação dos solos. Sendo assim, a facilidade ao acesso dos materiais necessários cria possibilidades para a (re) produção ou a construção do próprio conhecimento sobre o solo, em

caráter experimental, seguindo os passos recomendados por Freire (1993).

Na garrafa sem cobertura vegetal, é possível observar o impacto das gotas salpicando a lama e o imediato escoamento da enxurrada na superfície do solo, carregando os sedimentos até o gargalo. Em seguida, tem início a deposição de lama dentro do recipiente coletor e armazenador. Pouco tempo depois, questões de segundos, começa a sair no corte em 'T' a água que se infiltrou no solo e foi drenada pelos pedriscos. Observa-se que a maior parte da água da "chuva" despejada escorre rapidamente, enquanto a água que infiltra escoo pelo corte 'em T' em menor quantidade, e é drenada por pouco tempo, parando um pouco depois devido ao entupimento do corte em "T". À medida que se repete a demonstração no mesmo simulador, começam a aparecer na superfície do solo os indícios mais evidentes do arraste e da perda do solo, como: sulcos nos caminhos preferenciais da enxurrada, torrões maiores e mais pesados que começam a se destacar, compactação da superfície com o entupimento dos poros, redução da espessura da camada superficial, em comparação com o nivelamento anterior da borda da bacia.

No recipiente coletor e armazenador da enxurrada constata-se água em maior quantidade, apresentando também coloração barrenta. No fundo do recipiente é formada, ainda, uma camada de sedimentos. Esse acúmulo de sedimentos corresponde ao assoreamento dos córregos, rios, lagos, açudes e represas que sofrem com a erosão das terras. No coletor que recebe a água de infiltração, a quantidade é menor e a coloração um pouco mais clara.

Na garrafa com cobertura do solo, os resultados são completamente diferentes, uma vez que, ao simular a chuva sobre a garrafa, a vegetação na superfície reduz a erosão hídrica por dissipar a energia cinética das gotas, amortecendo o impacto das gotas da "chuva simulada". Com isso, o solo não é destorroado, não ocorre salpicamento de lama, os poros superficiais do solo não são

obstruídos e, por consequência, a infiltração é favorecida. A cobertura vegetal promove a redução dos “run-offs” (escorrimentos d’água) que desagregam e carregam sedimentos, provocando deposição de sedimentos de maior diâmetro transportados pela enxurrada. A cobertura promove o aumento da profundidade da lâmina d’água na superfície do solo (COGO et al., 1984; BERTOL et al., 1997). Prevalece, portanto, a entrada da água no solo e seu armazenamento, como se observa no corte em ‘T’ (infiltração), que possui vazão maior e por mais tempo.

Mesmo que a água escorra sobre e por entre a cobertura vegetal, ela se mantém limpa, e de melhor qualidade, como se observa no fluxo menor que sai pelo gargalo, e é depositada no recipiente coletor. No coletor da água de infiltração, observa-se a maior quantidade de água armazenada e de aparência mais límpida quando compara-se com o coletor do simulador sem cobertura vegetal.

O simulador de erosão permite visualizar a importância de uma prática conservacionista de solo e água, que é a cobertura do solo pela vegetação viva ou morta/palhada. Com ele, demonstra-se a eficácia dessa cobertura em evitar o impacto das gotas d’ água sobre o solo, em favorecer a infiltração e o armazenamento da água no interior do solo e de aquíferos. O escoamento superficial é minimizado pela presença da cobertura vegetal – verde ou morta (palhada) – e o simulador permite a fácil visualização desse efeito.

O descuido com o solo, de modo holístico, simboliza o descuido do homem com a vida em geral, representado pelo solo que sustenta as cadeias produtivas, base física para a construção civil, entre outros. A consequência da negligência com a importância do solo resulta num crescimento contínuo dos problemas ambientais ligados à degradação do solo, como erosão, poluição, deslizamentos, assoreamento de cursos de água e outros.

É possível concluir que em ambientes que mantêm a cobertura do solo com vegetação natural ou plantada (florestas naturais, áreas florestadas, mata ciliar, campos, gramados, pastagens bem manejadas, lavouras que empregam práticas conservacionistas de cultivo) os riscos de erosão são reduzidos. Além disso, observa-se, também nessas áreas, um abastecimento hídrico contínuo dos aquíferos e a perenização dos cursos d'água. Já em regiões que sofrem com o desmatamento (ausência da cobertura vegetal) ou com manejo do solo sem práticas conservacionistas, a erosão reduz a vazão das nascentes dos rios. Sem a infiltração e o armazenamento da água no solo, os aquíferos, que mantêm as nascentes ativas, são afetados pela redução da quantidade de água. Em consequência, muitos córregos e rios acabam morrendo, afetando a vegetação, os animais e os seres humanos.

## Conclusão

A divulgação das orientações técnicas sobre a erosão e para montagem e uso do simulador de erosão visa a possibilitar que as ações realizadas pelo Programa Embrapa Escola alcancem seus objetivos educacionais, proporcionando os seguintes impactos: a popularização da Ciência do Solo; o subsídio ao aprimoramento de materiais didáticos atrativos ao ensino formal e informal do solo, no nível do ensino fundamental e médio; a sensibilização do público-alvo sobre uso sustentável das terras e na tomada de atitudes corretas, relacionadas às questões ambientais voltadas à atividade agrícola e à conservação do meio ambiente.

O simulador de erosão é, portanto, um excelente material didático para as atividades de educação ambiental a serem executadas nas escolas e importante ferramenta para auxiliar nas disciplinas de ensino do solo. Ele pode ser utilizado ainda em feiras escolares, em exposições de ciência e tecnologia, em exposições agropecuárias e em dias de campo no meio rural, sensibilizando alunos, agricultores e a população em geral para a importância da conservação dos nossos solos.

## Referências

ALTIERI M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

AZEVEDO, A. C. de; BONUMÁ, A. S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 609-617, 2004.

BAUMAN, Z. **Amor líquido**: sobre a fragilidade dos laços humanos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981-1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, p. 1453-1458, 1994.

BERTOL, I.; BEUTLER, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um Cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, p. 555-560, 2001.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; LEVIEN, R. Relações da erosão hídrica com métodos de preparo do solo, na ausência e na presença de cobertura por resíduo cultural de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 187-192, 1987.

BERTOL, I.; COGO, N. P.; MIQUELLUTI, D. J. Sedimentos transportados pela enxurrada relacionados à cobertura e rugosidade superficial do solo e taxa de descarga. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 3, p. 199-206, 1997.

BERTOL, I.; MELLO, E. L.; GUADAGNIN, J. C.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Nutrient losses by water erosion. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, p. 581-586, 2003.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. Erodibilidade de um Cambissolo húmico aluminico léptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 26, p. 465-471, 2002.

BERTONI, J. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990. 360 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999. 355 p.

BRITO, A. M. de. Gestão escolar e meio ambiente. In: HAMMES, V. S. (Ed.). **Construção da proposta pedagógica**. 2. ed. São Paulo: Globo, 2004. v. 1, 300 p. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 1).

COGO, N. P. **Effect of residue cover, tillage induced roughness, and slope length on erosion and related parameters**. 1981. 346 p. Tese. (Doutorado) - Purdue University, West Lafayette.

COGO, N. P.; MOLDENHAUER, W. C.; FOSTER, G. R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 48, p. 368-373, 1984.

DE FEDE, K. L.; PANACCIONE, D. G.; SEXTONE, A. J. Characterization of dilution enrichment cultures obtained from size-fractionated soil bacteria by BIOLOGR community-level physiological profiles and restriction analysis of 16S rDNA genes. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 11, p. 1555-1562, 2001.

DULEY, F. L. Surface factor affecting the rate of intake of water by soils. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 4, p. 60-64, 1939.

EDUCAÇÃO ambiental: como elaborar um projeto de educação ambiental: Rio de Janeiro: ALERJ, [2000]. 20 p

ESTADO do mundo: estado do consumo e o consumo sustentável. Salvador: UMA Editora, 2004. 326 p. Relatório do Worldwatch Institute sobre o Avanço em Direção a uma Sociedade Sustentável. 1999 a 2004.

FREIRE, P. Educação "bancária" e educação libertadora. In: PATTO, M. H. S. (Org.). **Introdução à psicologia escolar**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1986. p. 54-70.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1993.

GRAYSTON, S. J.; GRIFFITH, G. S.; MAWDESLEY, J. L.; CAMPEBELL, C. D.; BARDGETT, R. D. Accounting of variability in soil microbial communities of temperate upland grassland ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 33, n. 4/5, p. 533-551, 2001.

GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: SILVA, A. S. da; GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 17-55.

HAMMES, V. S. (Ed.). **Agir: percepção da gestão ambiental**. São Paulo: Globo, 2004. v. 5, 280 p. il. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, v. 5).

HEIDEGGER, M. **Ensaios e conferências**. Petrópolis: Vozes, 2001.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRICIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados

(MS). **Revista Brasileira e Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 667-676, 1997.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ca/default.asp?o=2&i=P>>. Acesso em: 12 maio 2010.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil\\_2006/default.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/default.shtm)>. Acesso em: 20 ago. 2010.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**: características da população e dos domicílios. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, n. 1, p. 65-76, 1999.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, J. L. da S.; SILVA, J.G. da; VILELA, L.; BARCELLOS, A. de O.; MAGNABOSCO, C. de U. **Sistema Santa Fé**: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

LEITE, D. **Erosão hídrica sob chuva simulada em um Nitossolo Háplico submetido a diferentes manejos**. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina, 2003. 100 p.

MATRANGOLO, W. J. R. Tatu-Bolinha (Artrópodo, Gênero *Armadillium*) como ferramenta de ecoalfabetização. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 2729-2733, 2009.

MATRANGOLO, W. J. R. Primeira ação do comitê da bacia hidrográfica do ribeirão Jequitibá: o projeto Tatu-bolinha. In: ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA DE MINAS GERAIS, 5., 2005, Belo Horizonte. **A geografia na modernização do mundo**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MELLO, E. L.; BERTOL, I.; ZAPAROLLI, A. L. V.; CARRAFA, M. R. Perdas de solo e água em diferentes sistemas de manejo de um Nitossolo Háplico submetido à chuva simulada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, p. 901-909, 2003.

MELO, C. T.; PIRES, J. A. A.; FERNANDES, M. R. Situação atual das pastagens em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 226, p. 9-14, 2005.

MENEGHETTI, A. **Dicionário de Ontopsicologia**. 2. ed. São João del-Rei: Ontopsicologica Editrice, 2008.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1993.

PILÓ, L. B. Ambientes cársticos em Minas Gerais: valor, fragilidade e impactos ambientais decorrentes da atividade humana. **O Carste**, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, p. 50-58, 1999.

PILÓ, L. B. **Morfologia cárstica e materiais constituintes: dinâmica e evolução da depressão poligonal Macacos-Baú, Carste de Lagoa Santa, MG**. 1998. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas São Paulo.

PILÓ, L. B. Rochas carbonáticas e relevos cársticos em Minas Gerais. **O Carste**, Belo Horizonte, v. 9, n. 3, p. 72-78, 1997.

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais.** São Paulo: Nobel, 1980. 541 p.

RANEY, W. A.; ZINGG, A. W. Principles of tillage. In: USDA. **Yearbook of Agriculture.** Washington, 1957. p. 277-281.

ROMEIRO, A. R. Mecanismos indutores de progresso técnico na agricultura: elementos de uma abordagem evolucionária. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 11, n. 1/3, p. 32-57, 1994.

ROSSELÓ-MORA, R.; AMANN, R. The species concept for prokaryotes. **FEMS Microbiology Review**, Amsterdam, v. 25, n. 1, p. 39-67, 2001.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BATISTELA, O.; BALBINOT JUNIOR, A. A. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. I - Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 427-436, 2000a.

SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo. II - Perdas de nutrientes e carbono orgânico.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 437-447, 2000b.

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; ALBUQUERQUE, M. A.; GALVÃO, J. C. C. Micropedological effects of compost and fertilizer incorporation in a clayey ultisol, cultivated with maize, from Coimbra, MG. **Revista de Ciências**, Caratinga, n. 2, p. 59-64, 1999.

SCHAEFER, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; ALBUQUERQUE, M. A. Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em Argissolo Vermelho-Amarelo sob chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 669-678, maio 2002.

SCHUTEL, S. **Recanto Maestro**: la diade evolutiva tra individuo e ambiente nel processo di auto realizzazione. 2008. Monografia (Especialização) - Universidade Estatal de São Petersburgo, São Peterburgo.

TRÜPER, H. G. Prokaryotes: an overview with respect to biodiversity and environmental importance. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 1, n. 2, p. 227-236, 1992.

SANTOS, M. Aceleração à moda brasileira. **Revista Caros Amigos**, n. 37, abr. 2000.

STRATHERN, M. Future kinship and study of culture. In: COHEN, A.; FUKUI, K. (Ed.). **Humanising the city?**: Social contexts of life at the turn of the millenium. Edinburgh: University of Edinburgh, 1993. p. 184-200.

SILVERSTONE, R. **Television and everyday life**. London: Routledge, 1994.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide to conservation planning. Washington: USDA., 1978. 58 p. (Agricultural Handbook, 537).

**Embrapa**

---

*Milho e Sorgo*

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

