

Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental





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

ISSN 1517-2627

Dezembro, 2009

Documentos 116

Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental

Cláudio Lucas Capeche

Rio de Janeiro, RJ
2009

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico. Rio de Janeiro, RJ
Fone: (21) 2179-4500
Fax: (21) 2274-5291
Home page: www.cnps.embrapa.br
E-mail (sac): sac@cnps.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Daniel Vidal Pérez

Secretário-Executivo: Jacqueline Silva Rezende Mattos

Membros: Ademair Barros da Silva, Cláudia Regina Delaia, Humberto Gonçalves dos Santos, Elaine Cristina Cardoso Fidalgo, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Ana Paula Dias Turetta, Fabiano de Carvalho Balieiro e Pedro de Sá Rodrigues da Silva.

Supervisor editorial: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

Normalização bibliográfica: *Ricardo Arcanjo de Lima*

Revisão de texto: *André Luiz da Silva Lopes*

Editoração eletrônica: *Jacqueline Silva Rezende Mattos*

1ª edição

1ª impressão (2009): online

Todos os direitos reservados.

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

C237c Capeche, Cláudio Lucas.

Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental / Cláudio Lucas Capeche. — Dados eletrônicos. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2009.

31 p. - (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 116)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: < <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html> > .

Título da página da Web (acesso em 21 dez. 2009).

1. Educação Ambiental. 2. Erosão. 3. Degradação do Solo. I. Título. II. Série.

CDD (21.ed.) 372.357

© Embrapa 2009

Sumário

1. Introdução	7
1.1 Educação ambiental com foco em solos para o público estudantil...	7
1.2 Erosão e degradação ambiental	9
2. Simulador de erosão	12
2.1 Materiais para montagem do simulador de erosão	13
3. Descrição do processo de montagem do simulador	18
3.1 Abertura de furos para saída da água	18
3.2 Recipientes coletores e armazenadores da água	18
3.3 Proteção do fundo das bacias	19
3.4 Camada drenante	20
3.5 Mangueiras plásticas	20
3.6 Preenchimento com terra e ajuste nas bacias	20
4. Finalizando a confecção do simulador - calibração	22
5. Funcionamento e demonstração no simulador	24
6. Manutenção do simulador	26
7. Exemplos de uso do simulador	27
8. Considerações	28
9. Referências Bibliográficas	28

Autoria

Cláudio Lucas Capeche

Pesquisador da Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1.024 - Jardim Botânico

Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP 22460-000

E-mail: capeche@cnps.embrapa.br

1. Introdução

1.1. Educação ambiental com foco em solos para o público estudantil

A educação ambiental (EA) se baseia em processos nos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, atitudes, habilidades, interesse ativo e competência para a conservação do meio ambiente, e a sustentabilidade rural e urbana (EDUCAÇÃO..., 2000; HAMMES, 2004 a). Ela tem se mostrado fundamental na sensibilização da população quanto aos impactos ambientais negativos constatados em nosso cotidiano como: poluição atmosférica e dos recursos hídricos, erosão do solo, queimadas, desmatamentos, perda da biodiversidade, enchentes e inundações, problemas sociais etc. Vários conceitos e resultados científicos sobre educação ambiental são apresentados em Hammes (2004 a, b, c, d, e).

A escola tem o importante papel de formar cidadãos éticos comprometidos com a qualidade de vida do planeta (HAMMES 2004 a). 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).

A sensibilização pode ser feita pelas escolas por meio da realização de eventos educativos e de confraternização, que mobilizem os membros dessa comunidade. Feiras científicas escolares, ações sociais e de cidadania, datas comemorativas (Dia do Meio Ambiente, Dia da Terra, Dia da Água, Dia da Árvore, Dia do Índio), encontros lúdicos são alguns exemplos de ações interessantes nesse sentido. Como parte da programação dos eventos, as questões ambientais podem e devem, com a participação dos alunos e professores, ser abordadas, divulgadas e debatidas com o público presente. As instituições públicas e privadas, cujas atividades estejam relacionadas ao tema ambiental, podem participar com alguma ação educativa, expondo e demonstrando suas ações de pesquisa, de desenvolvimento e de aplicação de tecnologias e conhecimentos na área ambiental.

Importante citar que as atividades de educação ambiental precisam ser diferenciadas da metodologia tradicional de ensino, e usar material didático formal e não formal adequado. Vários trabalhos relacionados ao ensino de temas ambientais, que usam ações motivadoras ao aprendizado, mostram a importância que se deve dar à qualidade das informações para o público alvo; ao nível de capacitação dos educadores; e forma de repasse das informações (aulas, palestras, material áudio visual) (HAMMES 2004 a; PRATES; ZONTA, 2009; SOUZA et al, 2009; MUGGLER et al, 2009; CIRINO et al, 2009).

Com relação ao ensino do solo, existe uma deficiência na quantidade e qualidade dos materiais didáticos, pois são mecânicos e não despertam o interesse do aluno (PRATES E ZONTA, 2009). O processo de aprendizagem deve levar o aluno à construção gradativa do conhecimento, a partir de um fazer científico, (CURVELLO; SANTOS, 1993). Publicações atuais mostram essa experiência (TALARICO et al, 2007, EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2008, ORIENTAÇÕES..., 2009).

Visando promover a educação ambiental junto a estudantes e professores da rede pública e privada do ensino fundamental e médio e da sociedade como um todo, a Embrapa criou em 1996 o *Programa Embrapa Escola*. Ele tem por objetivo apresentar as ações de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica da Embrapa desenvolvidas no Brasil e no mundo. Dentro desse Programa as atividades de educação ambiental realizadas pela Embrapa Solos tem como foco os estudos dos solos e suas interações com a água, a biodiversidade e a paisagem.

As atividades da Embrapa Solos são agendadas e constam de 1) palestras e visitas orientadas na Embrapa Solos, nas escolas ou na "Fazendinha Agroecológica" da Embrapa no RJ, 2) implantação de hortas escolares, 3) estandes em eventos e 4) dias de campo. Os temas abordados são: ações de pesquisa da Embrapa como um todo; origem e diversidade dos solos; pesquisa dos solos; ciclo hidrológico; degradação ambiental; conservação do solo; recuperação de áreas degradadas; reciclagem, entre outras.

Visando enriquecer as atividades e estimular o aprendizado sobre a importância do solo na conservação da natureza é utilizado um Kit Didático e Temático

em Solos Tropicais que é composto por : rochas, macro e micromonólitos, amostras de solos, vidraria de laboratório, compostário, minhocário, maquetes, lupa, painéis tecnológicos, material reciclado, sementes, Carta de Munsell (conjunto de cartelas compostas por mostradores de cores características dos solos, utilizadas para identificar a cor dos horizontes do solo), trado, martelo e faca pedológica, analisador de pH, lupa de bolso, trena, simulador de erosão, tinta de solo. Esse kit está sendo ampliado com a inclusão de insetário, herbário, jogos ambientais, vídeos, amostras da frações granulométrica - cascalho, calhaus, areia, silte e argila, estruturas do solo (blocos, granular, prismática, laminar) etc.

A atração e interesse das pessoas pelos diversos componentes do Kit é sempre grande, entretanto o simulador de erosão se destaca pelo grande impacto visual que causa, mostrando, de forma muito didática, o efeito da chuva sobre o solo causando erosão e degradação ambiental.

1.2. Erosão e degradação ambiental

Uma das principais causas da degradação ambiental, seja no meio rural como meio urbano, é a erosão hídrica do solo. A erosão é provocada pela ação do impacto das gotas da água (chuva principalmente, ou sistema de irrigação por aspersão) sobre a superfície do solo sem cobertura vegetal (viva ou morta/palhada), e posterior escorrimento da enxurrada, formada pela água que não infiltrou no solo.

A erosão provoca a perda de solo junto com os agroquímicos (corretivos, fertilizantes e agrotóxicos) aplicados por ocasião do preparo do solo, da semeadura ou plantio das culturas. Essa perda pode ocorrer no momento da implantação da lavoura, ou após, quando as plantas ainda estão pequenas e não cresceram o suficiente para cobrir a superfície do solo. Muitas vezes a erosão ainda provoca a perda das sementes e das mudas que são carregadas pela enxurrada.

O resultado do efeito da erosão no campo pode ser notado pela coloração barrenta dos córregos, rios e açudes causada pela presença de sedimentos em suspensão. Ao longo do tempo é comum o acúmulo dos sedimentos nas

partes mais baixas do terreno e no fundo dos corpos d' água que, neste último caso, promove a perda da capacidade de armazenamento do volume hídrico, causando enchentes e inundações.

A erosão pode ser percebida também pelas marcas deixadas na superfície das terras, quando ocorrem a formação de sulcos e voçorocas, além de desmoronamentos, assoreamentos das baixadas, falhas na lavoura, eutrofização dos cursos d' água, entre outras (ANDRADE et al, 2005; BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990; CUNHA; GUERRA, 2009; TAVARES et al., 2008).

A degradação ambiental e o emprego de práticas conservacionistas de uso e manejo do solo, da água e da vegetação são abordados nas seguintes publicações: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2009; ARAÚJO et al., 2009; CONSERVAÇÃO, 1992; EMBRAPA, 2009; LOMBARDI NETO; DRUGOWICH, 1993; MANZATTO et al., 2002; SATURNINO; LANDERS, 1997.

Na sequência de fotos (Fotos 1 a 10) pode ser observado o efeito dos danos da erosão sobre os solos manejados de forma inadequada na forma de voçorocas, sulcos, desmoronamento, arraste superficial (laminar) e assoreamento de um açude e do leito de um rio.

Nesta publicação serão apresentadas informações para subsidiar a confecção e o uso do Simulador de Erosão, bem como mostrados exemplos de uso do mesmo nas atividades de educação ambiental da Embrapa Solos.



Foto 1 – Erosão em voçoroca, MG.



Foto 2 – Erosão em voçoroca, MT.



Foto 3 – Desmoronamento, RJ.



Foto 4 – Erosão superficial (laminar), RJ.



Foto 5 – Voçoroca ao lado de estrada, PA.



Foto 6 – Erosão laminar e em sulco, RJ.



Foto 7 – Erosão laminar e voçoroca, MT.



Foto 8 – Erosão laminar e voçoroca, RJ.



Foto 9 – Assoreamento de açude, MG.



Foto 10 – Assoreamento em rio, BA.

2. Simulador de erosão

Uma forma simples, prática e segura de se visualizar a erosão é por meio do uso de um equipamento didático conhecido por Simulador de Erosão. Nele se consegue reproduzir com nitidez a ocorrência dos três processos que caracterizam a erosão hídrica nos solos: 1) a desagregação das partículas/agregados do solo, 2) o transporte dos mesmos pela enxurrada e 3) a posterior deposição nas partes baixas do relevo (várzeas, vales, baixadas) e nos leitos dos cursos e reservatórios de água.

O equipamento permite visualizar ainda a importância de uma prática conservacionista de solo e água, que é a cobertura do solo pela vegetação viva ou morta/palhada (Fotos 11 a 14). Com ele se demonstra 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 aquíferos. O escoamento superficial é minimizado pela presença da cobertura vegetal verde ou morta (palhada) e o simulador permite a fácil visualização desse efeito.



Foto 11 – Palhada de milho na superfície.



Foto 12 – Plantio direto em cultivo de milho.



Foto 13 – Plantio direto em cultivo de soja.



Foto 14 – Plantio direto de tomateiros.

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.

2.1. Materiais para montagem do simulador de erosão

A seguir, encontra-se a lista completa dos materiais utilizados na confecção do simulador de erosão, com fotos ilustrativas de cada item.

2.1.1 - duas bacias plásticas (transparente ou opacas), de forma retangular, cujo tamanho aproximado deve ser de 20 cm X 30 cm. As bacias podem ter um tamanho maior, mas não muito, pois acabam utilizando mais material (solo e pedriscos) na sua confecção, sendo difíceis de transportar (Foto 15).

2.1.2 - quatro mangueiras/tubinhos com aproximadamente 10 cm de comprimento por 1 cm de diâmetro, no mínimo, para evitar seu entupimento com os sedimentos carregados (Foto 16).

2.1.3 - material para drenagem: brita ou cacos de tamanho reduzido, de tijolo ou telha (Foto 17).

2.1.4 - quatro recipientes transparentes para coletar a água que escorre e infiltra (Foto 18).

2.1.5 - dois suportes/apoios para elevar a parte de trás das bacias, criar um desnível e promover o escoamento (Figura 1). O suporte deve ter o comprimento igual ao da largura da bacia (22 cm) e altura máxima de 2.5 cm. Por exemplo pode ser ripa de madeira, cano fino de PVC (tubulação para água), colmo de bambu etc.



Foto 15 – Bacias plásticas.



Foto 16 – Mangueiras plásticas.



Foto 17 – Material drenante – brita/pedriscos.



Foto 18 – Garras PET transparente.

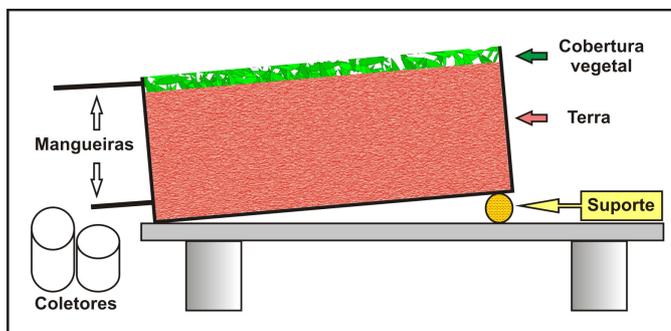


Figura 1 – Representação esquemática da posição inclinada do simulador de erosão, mostrando o suporte colocado na parte posterior da bacia.

2.1.6 - terra com textura média a argilosa (aproximadamente 10 Kg por bacia) que poder 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 argila e areia corresponde à seguinte proporção: teor de argila menor que 35% e de areia maior de 15%. Ao se manusear um punhado de solo umedecido, com textura media, 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 na mão. A arenosa imprime uma sensação de aspereza ao se precionar o solo umedecido, devido a 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 expresiva.

Importante: a terra não pode ser muito fina (peneirada), pois pode acabar compactadando 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 (Foto 19).



Foto 19 – Amostras de solos.

2.1.7 - terra de coloração intensa avermelhada ou amarelada (aproximadamente 2 Kg por bacia) que pode ser passada em peneira com abertura (malha) de 2 mm. Ideal ser de textura argilosa a muito argilosa.

A textura muito argilosa pode ser definida como aquela em que o teor de argila é maior que 60%. É possível sentir nos dedos uma sensação de maciez e de aderência da massa de solo umedecida muito mais evidenciada, enquanto a aspereza da areia é pouco percebida.

2.1.8 - vegetação verde picada ou palhada para a cobertura do solo que será colocada sobre o solo em uma das bacias. Recomenda-se que as dimensões do material, após estar picado, não ultrapasse 3 a 4 cm.

2.1.9 - recipiente que será usado para despejar a água e simular a ação da chuva: regador, garrafa PET (Foto 20).

2.1.10 - recipiente para descartar a água dos coletores/armazenadores à medida que as mesmas forem enchendo durante a demonstração com o simulador: baldes plásticos (Foto 20).

2.1.11 - panos absorventes para enxugar água que pode cair fora das bacias ao ser despejada na demonstração.

2.1.12 - placas indicativas sobre o processo demonstrado pelo simulador: uma com o dizer solo protegido - com cobertura; outra com o dizer solo desprotegido - sem cobertura; duas com os dizeres água que escorre e 2 com os dizeres água que infiltra). As figuras 2 e 3 ilustram exemplos de placas para orientação, identificação e descrição dos processos.



Foto 20 – Detalhe do regador e dos baldes.



Figura 2 – Placas de identificação.

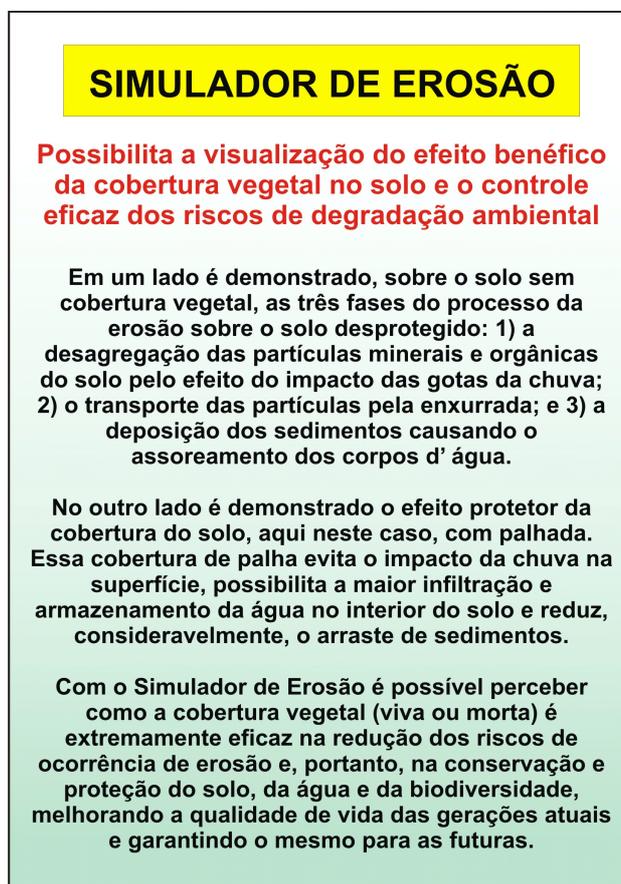


Figura 3 – Placa com texto explicativo sobre os processos demonstrados pelo simulador de erosão.

2.1.13 - furadeira elétrica e broca para furar madeira/metal (broca com diâmetro da mangueira). Esse equipamento é utilizado para abrir os orifícios onde serão encaixadas as mangueiras.

2.1.14 - Caneta Pilot, ou similar, para marcar local do furo e régua graduada em cm.

3 Descrição do processo de montagem do simulador

A seguir, encontra-se o passo a passo para a montagem do simulador de erosão.

3.1 - Abertura de furos para saída da água

Marcar nas bacias plásticas os locais onde serão encaixadas as mangueiras plásticas. Os furos devem ser feitos com a furadeira elétrica. Na Foto 21 pode ser vista a localização dos furos.

Na bacia da direita, o furo superior que drenará a água que escorre (detalhe em preto na foto 21) deve ser localizado um pouco abaixo da parte superior da bacia (aproximadamente 1,5 a 2 cm) e aproximadamente 3,5 a 4 cm da lateral direita. O furo inferior que drenará a água que se infiltra no solo (detalhe em vermelho na foto) deve ser localizado um pouco acima da parte inferior da bacia (aproximadamente 1,5 a 2 cm) e aproximadamente 3,5 a 4 cm da lateral esquerda.

Na bacia da esquerda, o furo superior que drenará a água que escorre (detalhe em preto na foto 21) deve ser localizado um pouco abaixo da parte superior da bacia (aproximadamente 1,5 a 2cm) e aproximadamente 3,5 a 4 cm da lateral esquerda. O furo inferior que drenará a água que infiltra (detalhe em vermelho na foto 21) deve ser localizado um pouco acima da parte inferior da bacia (aproximadamente 1,5 a 2 cm) e aproximadamente 3,5 a 4 cm da lateral direita.

3.2 - Recipientes coletores e armazenadores da água

Estes recipientes tem a função coletar e armazenar a água que escorre e a que infiltra no simulador, mostrando a dimensão do efeito da erosão e da

cobertura do solo sobre a quantidade e qualidade da água. Devem ser transparentes de forma a permitir uma boa visualização do processo demonstrado. Um material muito bom para se utilizar são garrafas PET incolores, pois não quebram e se trata de material reciclável. Elas também permitem o armazenamento de quantidade significativa de líquido (Foto 22).

A altura de corte das garrafas dependerá de onde as bacias estarão apoiadas. Entretanto, os dois recipientes que recolhem a água que infiltra sempre terão uma altura/capacidade de armazenamento menor que as outras duas que armazenam a água que escorre superficialmente.

3.3 - Proteção do fundo das bacias

Para aumentar a resistência das bacias ao contato com a camada drenante (pedriscos) e ao transporte do simulador depois de montado, aplicar uma a duas camadas de fita adesiva PVC no fundo da bacia, tanto por dentro, quanto por fora (Foto 23).



Foto 21 – Localização dos furos de saída da água nas bacias.



Foto 22 – Recipientes coletores e armazenadores de água (PET).



Foto 23 – detalhe da camada de fitas adesivas no fundo da bacia.

3.4 - Camada drenante

Colocar na parte interna, e em toda a extensão do fundo das bacias, uma camada única do material que facilitará a drenagem da água que infiltra até a mangueira inferior. Pode ser pedriscos (brita) ou pequenos cacos de telha ou tijolo. Para facilitar a saída da água nos furos inferiores aplicar uma camada maior de pedrisco junto a esses furos, evitando-se que a terra possa entupir a entrada da mangueira (Foto 24).



Foto 24 – Sequência da colocação da camada drenante no fundo da bacia com detalhe dos pedriscos amontoados junto ao furo (imagem ampliada à direita da foto).

3.5 - Mangueiras plásticas

Colocar as mangueiras nos furos (Foto 25). Caso elas fiquem com alguma folga, o que pode causar vazamento, vedar com alguma fita veda rosca ou fita plástica (tiras cortadas de sacos de plástico ou de sacolas de supermercado) ao redor das mangueiras. Caso o equipamento precise ser desmontado ou transportado, recomenda-se retirar as mangueiras para evitar danos na bacia (rachadura/quebra). Portanto, nesse caso, não se recomenda fixar permanentemente (colar) as mangueiras nos furos.

3.6 - Preenchimento com terra e ajuste nas bacias

Colocar a terra de textura média a argilosa até a altura do furo superior. Caso ela seja de coloração forte (avermelhada ou amarelada) pode ser utilizada sozinha para preencher as bacias. Caso a terra utilizada para encher as bacias tenha coloração mais clara (acinzentada) ou preta, preencher até um pouco abaixo do furo superior e completar o restante com uma camada aproximada de 2 cm de terra avermelhada ou amarelada de textura argilosa ou muito

argilosa. A terra de coloração intensa facilita a visualização dos sedimentos que estão sendo carregados pela enxurrada por meio do tingimento da água que fica armazenada no recipiente coletor (garrafa PET), ampliando o efeito visual da erosão.

3.6.1 - Bacia de solo exposto (sem cobertura vegetal)

Os ajustes descritos a seguir tem por finalidade recriar as condições ambientais que ocorrem nas áreas onde o solo está sendo utilizado, seja em atividades agrícolas ou de obras pela engenharia civil (Foto 26).

Como o objetivo dessa bacia é mostrar a visualização do processo da erosão, faz-se uma pequena compressão com a mão na superfície do solo para que ocorra uma pequena compactação, o que dificultará a infiltração e promoverá o escoamento da água aplicada com o regador.



Foto 25 – Mangueiras instaladas nas bacias.



Foto 26 – Bacia preenchida com terra.

3.6.2 - Bacia de solo protegido

Nesse caso, como o objetivo é promover a infiltração e reduzir o escoamento superficial, não proceder a compactação. Colocar 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 (Foto 27).



Foto 27 – Bacia com cobertura do solo.

4. Finalizando a confecção do simulador - calibração

Após o preenchimento das bacias com a terra e antes de colocar a cobertura com vegetação, posicionar as bacias numa superfície plana e colocar, de forma lenta, a água para umedecer completamente o conteúdo das bacias. Ao começar a sair pelo furo inferior, tampar a saída do furo da mangueira para que a água acumule no interior da bacia e possa completar o umedecimento de toda a massa de terra. Após alguns minutos, desobstruir o furo para que o excesso de água saia.

Após o completo umedecimento e escoamento pelo furo inferior, verificar se houve redução da massa de solo dentro da bacia. A acomodação da terra com a aplicação da água, bem como o preenchimento com terra dos espaços entre os pedriscos da camada de drenagem, podem levar à necessidade de se completar a bacia com mais um pouco de terra.

Elevar a parte de trás das bacias e colocar o apoio que manterá as bacias levemente inclinadas para a frente, e que permitirá a simulação processo de escorrimento ou enxurrada. Os apoios devem ter aproximadamente 2,5 cm de altura, possibilitando um inclinação suave. Entretanto, após o simulador estar funcionando, nada impede de se aumentar a inclinação para exemplificar o efeito da erosão em relevos mais íngremes.

As bacias têm que estar apoiadas em suportes de forma a permitir a colocação das garrafas coletoras na frente das mesmas.

Observar o comportamento da água colocada na superfície das bacias: se na bacia de solo desprotegido a água estiver infiltrando mais do que escorrendo, fazer pequenas compressões sobre a superfície para compactar a massa de solo dentro da bacia. Da mesma forma, se esse processo ocorrer na bacia com cobertura do solo e a água não estiver escorrendo, uma leve e bem suave compactação na camada superficial faz-se necessária. O ajuste deve ser feito até se obter o efeito desejado em cada uma das bacias.

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 que na bacia com cobertura do solo deve ocorrer o processo inverso.

Além dos efeitos básicos visualizados no simulador provocados pela erosão e pela ação protetora da cobertura do solo, outras práticas podem ser realizadas para otimizar o uso do simulador envolvendo diferentes formas de uso do solo.

Por exemplo, na bacia onde se mostra a proteção do solo com cobertura, em substituição à palhada, pode ser utilizada uma vegetação viva, plantando-se, com antecedência à utilização do simulador, sementes de grama, alpiste, arroz, pastagem entre outras. Essa cobertura, em crescimento, pode ser utilizada em toda a extensão da superfície do solo ou em faixas, simulando o plantio de cordões vegetados. Podem ser simulados também o plantio morro abaixo (sentido do caimento do terreno) e em nível, para se observar o grau de arraste de sedimentos. Observa-se também a importância da taxa de cobertura do solo no controle da erosão ao se variar a percentagem da camada de palhada ou de plantas em crescimento.

A criatividade do operador do simulador, bem como os objetivos de sua apresentação, ampliarão os diversos usos do equipamento.

5. Funcionamento e demonstração no simulador

Após o simulador estar devidamente calibrado e os recipientes coletores (garrafas Pet cortadas) posicionados sob as mangueiras, pode-se começar a demonstração.

Com um regador de pequeno porte (ou garrafa Pet com tampa contendo diversos furos pequenos), despejar a água, de uma altura aproximada de 30 cm, sobre a superfície da bacia sem cobertura, simulando a ocorrência de chuva. Será possível observar o impacto das gotas salpicando a lama e o imediato escoamento da enxurrada na superfície do solo, carregando os sedimentos até a mangueira superior. Em seguida, tem início a deposição de lama dentro do recipiente coletor e armazenador. Pouco tempo depois, começará a sair na mangueira inferior a água que infiltrou no solo e drenou pelos pedriscos. Observa-se que a maior parte da água da “chuva” despejada escorre rapidamente, enquanto que a água que infiltra escoo pela mangueira em menor quantidade, e drena por pouco tempo, parando um pouco depois.

À medida que se repete a demonstração mais e mais vezes, começam a aparecer na superfície do solo os indícios mais evidentes do arraste e 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, bloqueio da entrada da mangueira superior com terra, redução da espessura da camada superficial, em comparação com o nivelamento anterior da borda da bacia, dentre outros (Foto 28). No caso de entupimento da entrada das mangueiras pelos sedimentos carregados, utilizar uma vareta para a desobstrução).



Foto 28 – Detalhe da cobertura morta (esquerda) e dos efeitos da água na superfície do solo da bacia sem cobertura (direita), como a perda de solo, sulcos, irregularidade da superfície do solo, exposição de agregados na superfície. A tampa de garrafa na bacia sem cobertura (em azul) faz escala para demonstrar os efeitos da erosão citados anteriormente.

No recipiente coletor e armazenador da enxurrada a água deve estar em maior quantidade, apresentando também coloração barrenta. No fundo do mesmo será 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. Com a utilização contínua do simulador, faz-se necessário repor, periodicamente, a camada superficial de solo que é carregada pela enxurrada (Foto 29).

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 mantém 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.

Na bacia com cobertura do solo os resultados são completamente diferentes. Ao “chover” sobre a bacia, a vegetação na superfície amortece o impacto das gotas da “chuva”. Com isso, o solo não é destorreado, não ocorre salpicamento de lama, os poros superficiais do solo não são obstruídos e, por consequência, a infiltração é favorecida. Prevalece, portanto, a entrada da água no solo e seu armazenamento como se observa na mangueira de infiltração, que possui vazão maior e por mais tempo.



Foto 29 – Detalhes do acúmulo diferenciado e da cor da água nas garrafas.

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 pela mangueira superior 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 (Foto 29).

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 manejada, 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.

6. Manutenção do simulador

Quando o simulador for utilizado em local permanente, isto é, sem ser movimentado ou transportado para outros locais, sua vida útil se prolonga. À medida que se transporta o simulador depois de montado (principalmente de carro), os movimentos e vibrações gerados durante o transporte promovem uma acomodação do solo no interior das bacias, reduzindo sua capacidade de infiltração da água.

Evitar também que o solo resseque enquanto o simulador não estiver sendo utilizado, pois favorece o endurecimento e a compactação da massa de solo, reduzindo a porosidade, o que também interfere na eficiência da infiltração quando o simulador for novamente utilizado. Umedecer periodicamente as bacias, mantendo o solo com alguma umidade, mas sem encharcá-lo.

A cobertura morta pode ser decomposta com o tempo, necessitando sua renovação. Não tampar a bacia se a cobertura vegetal estiver úmida, pois pode ocorrer decomposição anaeróbica do material gerando odores ruins.

7. Exemplos de uso do simulador

Nas Fotos 30, 31, 32 e 33 um pequeno exemplo do uso do simulador em diferente eventos realizados pelas atividades de educação ambiental do Programa Embrapa Escola.



Foto 30 – Simulador em Exposição Científica.



Foto 31 – Uso do simulador de erosão.



Foto 32 – Uso do simulador em exposição.



Foto 33 – Uso do simulador em Feira Escolar.

8. Considerações finais

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

9. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Programa produtor de água: manual operativo**. Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA;SUM, 2009. 67p. il.

ANDRADE, A. G.; PORTOCARREO, H.; CAPECHE, C. L. **Práticas Mecânicas e Vegetativas para controle de Voçorocas**. Rio de Janeiro: CNPS 2005. 4p. (EMBRAPA:CNPS). Comunicado Técnico 33).

ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J., R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de terras degradadas**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2009. 4. ed. 320p.

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba, São Paulo: Ícone, 1990, 355p

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).

CIRINO, F. O.; MUGGLER, C. C.; CARDOSO, I. M. **Sistematização participativa de cursos de capacitação em solos para professores da educação básica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009. CD – ROON

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

CONSERVAÇÃO de solos e meio ambiente. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.16, n. 176, 1992.

CUNHA, S. B ; GUERRA, A. J. T.. **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2009. 5. ed. 390p.

CURVELLO, M.A.; SANTOS, G.A. Adequação de conceitos básicos em ciência do solo para aplicação na escola de 1o grau. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v. 3. p. 191-192.

ORIENTAÇÕES para implantação e implementação de horta escolar. Disponível em: <<http://www.educandocomahorta.org.br/material.asp>> . Acesso em: 17 jul. 2009.

EMBRAPA. **Recomendações Tecnológicas para o uso do fogo na área rural** - Acesso 15 de dezembro de 2009 em http://www.queimadas.cnpm.embrapa.br/qmd_2000/cartilha.htm.

EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Brinque com ciência**. Brasília, DF: 2008. 12 p. + 5 folhas soltas il.

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).

HAMMES, V. S. (Ed.). **Construção da proposta pedagógica**. 2.ed. São Paulo: Globo, 2004. v.1 300 p. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, v. 1).

HAMMES, V. S. (Ed.). **Julgar** - percepção do impacto ambiental. São Paulo: Globo, 2004. v.4 223 p. il. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, v. 4).

HAMMES, V. S. (Ed.). **Ver** - percepção do diagnóstico ambiental. São Paulo: Globo, 2004. v.3 228 p. il. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 3).

HAMMES, V. S. [Ed.]. **Proposta metodológica de macroeducação**. São Paulo: Globo, 2002. v. 2. 159p. il. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, 2)

LOMBARDI NETO, F. & DRUGOWICH, M. I. **Manual Técnico de Manejo e Conservação do solo e Água**. Campinas, CATI, 1993. Volumes I, III e IV.

MANZATTO, C. W.; FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174p.

MUGGLER, C. C.; MORAIS, E. H. M DE; SANTOS, J. A. A. DOS. Solos: Evolução e Diversidade – Popularização do conhecimento e ampliação da percepção pública de solos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLOS, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009. CD – ROON

PRATES, R.; ZONTA, E. Análise da abordagem do conteúdo Solos no Ensino Fundamental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLOS, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009. CD – ROM

SATURNINO, H. M.; LANDERS, J. N. **O Meio Ambiente e o Plantio Direto**. Brasília: Embrapa-SPI, 1997. 116 p

SOUZA, A. L. V.; VIEIRA FILHO, N. DA SILVA.; ANDRADE, G. C.; SILVA, E. O. DA; BATISTA FILHO, J. L. Diagnóstico sobre o estudo de solos nas escolas de Ensino Fundamental (séries iniciais) do município de Santa Inês – Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLOS, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009. CD – ROM

TALARICO, T. C.; ANDRADE, A. G. de; FREITAS, P. L. de; DÖWICH, I.; LANDERS, J. N. **De olho no ambiente**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007.

TAVARES, S. R. de L.; MELO, A. da S.; ANDRADE, A. G. de ; ROSSI, C. Q.; CAPECHE, C. L.; BALIEIRO, F. de C.; DONAGEMMA, G. K.; CHAER, G. M.;

POLIDORO, J. C.; MACEDO, J. R. de ; PRADO, R. B.; FERRAZ, R. P. D.; PIMENTA, T. S. **Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 228 p.: il. (Embrapa Solos Documentos 103).

Embrapa

Solos