

Foto: Arquivo



Procedimentos para Recuperação Edáfica de Margens de Corpos d'Água em Zonas Urbanas

Antonio Angelotti Netto¹
Ricardo Tezini Minoti²
Silvio Crestana³

Introdução

Os componentes clima, solo, água e ar, em regiões urbanas, respondem sensivelmente aos impactos humanos, os quais são, usualmente, muito mais intensos do que nas áreas rurais. Tendo em vista que a porcentagem da população mundial que vive nas cidades está aumentando, a conservação dos recursos naturais e da biota urbana é extremamente importante.

Entretanto, segundo Sukopp (2004), em muitas partes do mundo o entendimento dos ecossistemas urbanos e dos respectivos processos impactantes, como um requisito preliminar à conservação, não são suficientemente estudados.

No Brasil, muitos dos problemas urbanos que ocorrem, ordinariamente, na época das chuvas quedas de barreiras, deslizamentos de encostas nos morros, enchentes, escoamento superficial e conseqüente assoreamento dos rios são ocasionados pelo desmatamento e mau uso do solo, os quais poderiam ser evitados com o planejamento e a pesquisa (FRANCO et al., 2004).

Esses fatos podem ser constatados nos municípios do interior do Estado de São Paulo, onde o crescimento das cidades, até pouco tempo atrás, ocorria sem estudos, sem planejamento, de maneira desorganizada e sem

preocupação em relação à preservação das áreas naturais remanescentes. O que observamos, na atualidade, são os reflexos desse tipo de "desenvolvimento".

Em zonas urbanas, um dos poucos locais com vegetação natural remanescente são as áreas marginais aos corpos d'água. Entretanto, na maior parte dos casos, nem mesmo esses espaços têm sido mantidos ou respeitados. Uma forma de recobrar as benesses de um meio ambiente equilibrado e saudável, propiciando melhor qualidade de vida à população, em especial aos residentes das áreas adjacentes, é revitalizar as áreas marginais a esses corpos d'água.

Nesse sentido, para que uma vegetação se desenvolva a contento é necessário que o solo disponha de condições físicas, químicas e biológicas mínimas para o seu crescimento, além de proporcionar maior infiltração de água das chuvas, concorrendo para a diminuição do volume de enxurrada que chega ao córrego.

Desse modo, pretende-se neste comunicado descrever, sucintamente, algumas etapas para a recuperação e melhoria das condições dos recursos edáficos às margens de corpos d'água (Figura 1), elemento imprescindível para a recuperação da qualidade ambiental e conseqüentemente humana, das microbacias hidrográficas.

¹ Engenheiro Agrônomo, MSc. em Agronomia (Ciência do Solo). Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua: XV de Novembro, 1452, CEP 13560-970, São Carlos, SP. Angelotti@cnpdia.embrapa.br

² Biólogo, MSc. em Ciências da Engenharia Ambiental. Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua: XV de Novembro, 1452, CEP 13560-970, São Carlos, SP. Rtminoti@cnpdia.embrapa.br

³ Físico, Dr., Embrapa Instrumentação Agropecuária, Rua: XV de Novembro, 1452, CEP 13560-970, São Carlos, SP. crestana@cnpdia.embrapa.br

Avaliação das Condições dos Recursos Edáficos

Os solos em áreas urbanas apresentam características heterogêneas em razão dos impactos variados das atividades humanas.

Em áreas densamente ocupadas por construções civis, muitos solos são completamente destruídos, quer seja por escavações ou pelo fato de prédios, casas e pavimentações cobrirem sua superfície. Uma das conseqüências dessa impermeabilização superficial para o ecossistema é a redução da regeneração de água subterrânea (SUKOPP, 2004), aumentando o volume de deflúvio superficial.

Por essas razões, avaliações iniciais do estado do solo em regiões urbanizadas necessitam, indubitavelmente, da utilização de alguns indicadores que possam gerar informações relacionadas às condições de qualidade desse recurso natural.

Um bom indicador, a ser utilizado inicialmente, pode ser a observação visual da superfície do solo. O primeiro impacto a ser observado neste é o grau de remoção da vegetação natural, antes mesmo das construções e pavimentações. Em seguida, deve-se observar a ocorrência de erosões, possíveis deposições de materiais e, posteriormente, regiões com cimentação (impermeabilização) do solo. Indicadores subseqüentes, dependendo da finalidade a que o solo se destina, como por exemplo, a fixação e o desenvolvimento de plantas, poderão envolver a coleta e análise de amostras com objetivos específicos.

Nos centros urbanos, quando o solo não é destinado para fins mais nobres, é comum sua utilização como depósito final de uma vasta variedade de detritos, muitas vezes poluentes (RESENDE et al., 2002), especialmente as margens e áreas adjacentes de cursos d'água que se tornam depósito de variados tipos de rejeitos, entre eles detritos de construção civil e resíduos sólidos urbanos.

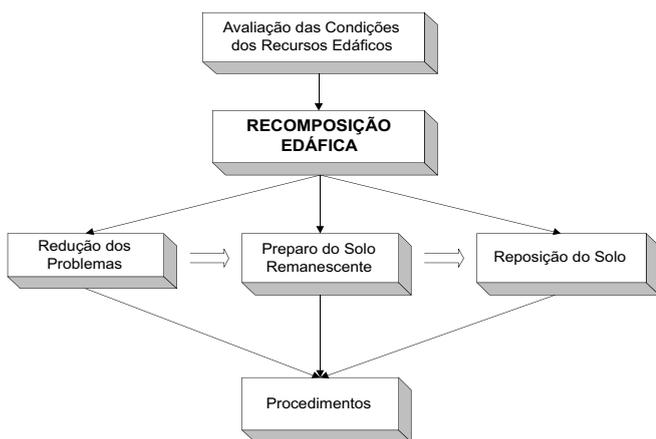


Figura 1. Etapas para a recuperação dos recursos edáficos

A Microbacia Hidrográfica do córrego Tijuco Preto no Município de São Carlos/SP, ora exemplificada, é um modelo de como o crescimento desordenado pode alterar os ecossistemas urbanos. Com a expansão urbana, as áreas marginais ao curso d'água dessa microbacia serviram como depósito de rejeitos e seu entorno foi quase totalmente cercado por casas e pavimentações de ruas e calçadas.

O entulho, entendido como resto de construção, asfalto, galhos, pedras misturadas ou não ao solo, ou seja,

todo material impróprio ao local e disposto inadequadamente, além de dificultar ou impedir a infiltração de água, bem como o desenvolvimento de plantas, serve como fonte de vetores de doenças à população residente ao seu redor.

Redução dos Problemas

Considerando o destino da área a ser recuperada - lazer urbano, recomposição de mata ciliar, entre outros - o solo deverá ser amostrado e analisado com a finalidade de atestar a ausência de contaminantes que possam colocar em risco a saúde humana.

Partindo-se desse pressuposto, se o problema identificado estiver relacionado ao acúmulo de entulho, a estratégia a ser adotada poderá ser sua remoção, dispondo-o adequadamente em outro local, e a preparação adequada do solo remanescente. No entanto, na hipótese do processo erosivo ou da retirada de entulho terem causado grandes perdas de solo, tendo resultado em depressões, o mais aconselhável seria o preenchimento desses espaços com terra.



Figura 2. (a) Detalhe da margem do córrego do Tijuco Preto com depósito de entulho. (b) Vista do trecho do mesmo córrego coberto por entulho e suas margens asfaltadas.



Figura 3. (a e b) Panorama do acúmulo de entulho no leito de um córrego.

Todavia, outra estratégia seria manter o entulho no local, moldando-o de acordo com o propósito e conveniência. Nesse sentido, uma proposição seria proceder o nivelamento e a compactação do mesmo, acrescentando sobre ele uma camada de solo (com 0,3 m de espessura no mínimo) com ótimas condições físicas, químicas e biológicas. Porém, o principal inconveniente dessa técnica é restringir tais áreas ao plantio de vegetação rasteira, basicamente de gramas. Uma segunda suposição seria acomodar o entulho sobre o terreno, na forma de terraços, auxiliando a contenção das águas superficiais, ou pequenos morros, sempre em conformidade com os arranjos estético e paisagístico do local.

Os solos das áreas a serem recuperadas, mesmo isentos de entulho, devem ser preparados e repostos quando necessário. Dessa forma, abordam-se a seguir alguns passos importantes que deverão ser observados durante o processo de recuperação edáfica de margens de

corpos d'água. Essas etapas têm a finalidade de proporcionar as condições físicas, químicas e biológicas que satisfaçam às necessidades mínimas que possibilitem alcançar os objetivos propostos.

Preparo do solo remanescente

O preparo do solo é, invariavelmente, um fator de grande importância nos comportamentos físico, químico e biológico, os quais determinam as intensidades da fertilidade, da erosão, da infiltração, do armazenamento de água e do crescimento radicular das plantas (KLUTHCOUSKI et al., 1988). Dentre suas finalidades, destacam-se não apenas as de mobilização, destorroamento, descompactação, mas também o controle das plantas daninhas, incorporação de restos vegetais, corretivos e fertilizantes (COAN, 1995), propiciando condições favoráveis ao desenvolvimento de plantas.

Por essas razões o sistema de preparo de solo aqui proposto é uma combinação entre subsolagem (quando necessária) e gradagem. O emprego do subsolador (Figura 4a) justifica-se por promover o rompimento de camadas compactadas (ABREU et al., 2004), o que possibilita maior infiltração de água e faz com que as raízes atinjam profundidades maiores (BALASTREIRE, 1987), diminui as perdas de solo por erosão (CASTRO et al., 1986), minimiza o escoamento superficial (GADANHA JÚNIOR et al., 1991) e aumenta a quantidade de agregados maiores, em razão de suas hastes não promoverem seu cisalhamento, o que o torna menos agressivo à estrutura do solo (DALLMEYER, 1994).

Além disso, os subsoladores produzem maior rugosidade superficial (DALLMEYER et al., 1989), que dificulta o escoamento superficial das águas da chuva e propiciam a menor incorporação dos restos culturais ao solo (BOLLER et al., 1998) deixando até 70% dos restos em sua superfície (BOLLER et al., 1992), o que proporciona a distribuição mais uniforme do sistema radicular (ROSOLEM et al., 1992), impede a formação do selo superficial e reduz as perdas de água e solo (CASSOL e LIMA, 2003).

No que tange à utilização da grade (Figura 4b), seu emprego é indicado em razão de sua propriedade destorroadora (BALASTREIRE, 1987) e incorporadora de corretivos e fertilizantes (BALASTREIRE, 1987; GADANHA JÚNIOR et al., 1991). Todos esses parâmetros citados anteriormente são desejáveis quando se pretende ter um solo que sustente e nutra as plantas nele alocadas, além de permitir maior infiltração e melhor redistribuição de água.

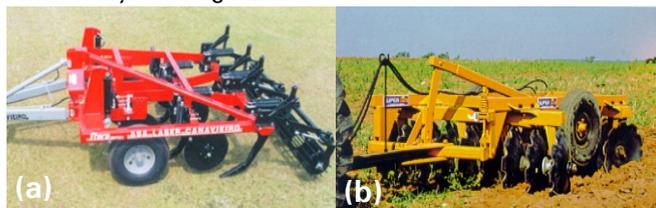


Figura 4. Exemplos de implementos sugeridos para o preparo de solo: (a) Subsolador (b) Grade.

O preparo de solo deve ser efetuado após a remoção do entulho, com o propósito de eliminar camadas compactadas decorrentes da sua retirada, já que

é consenso, que toda operação motomecanizada de solo causa compactação, em maior ou menor grau, em razão do tráfego de máquinas e equipamentos pesados (CAMARGO e ALLEONI, 1997), como é o caso da retirada de entulho por pás carregadoras e caminhões. Silva et al. (2000) verificaram aumento da resistência à penetração no solo com o incremento da intensidade de tráfego decorrente da construção do gasoduto Bolívia-Brasil, em Itapetininga, SP. Esse tipo de compactação tem origem na tensão promovida pelos pneus, que exercem uma carga na superfície do terreno, que não se limitam à área de projeção dos mesmos, mas também em suas laterais (PINTO, 2002), além da compactação causada pelo atrito do metal das caçambas das pás carregadoras com o solo. Vários autores mencionados por Dias Júnior (2000) relatam que os efeitos adversos da compactação excessiva podem limitar a adsorção e, ou, absorção de nutrientes, infiltração e redistribuição de água, trocas gasosas e aumentar a resistência mecânica do solo à penetração, restringindo o desenvolvimento do sistema radicular, o que resulta em plantas de menor porte, contribuindo, também, com o aumento no volume de enxurrada.

Portanto, é necessário romper essas camadas compactadas antes da reposição do solo, para que haja maior infiltração de água e as raízes das plantas alocadas sobre ele possam desenvolver-se em profundidade.

Outra operação tão importante quanto a descompactação é a correção da acidez do solo, que pode dificultar ou impedir a penetração de raízes, no subsolo (RAIJ et al., 1996). Esse caso é de particular importância, pois com a retirada do entulho, uma parte da camada superficial do solo também é removida, restando, apenas, uma pequena parte superficial e o subsolo.

A acidez do solo pode ser natural, em razão da pobreza de materiais de origem, quer seja pelos baixos teores de bases (cálcio, magnésio, potássio e sódio), ou pelas condições de formação ou de manejo de solos que levam à perda destas bases. O processo de acidificação consiste na remoção desses cátions para camadas mais profundas do perfil do solo, fora do alcance das raízes (QUAGGIO, 2000).

Para proceder à correção da acidez desses solos aplicam-se rochas calcárias moídas, classificadas de acordo com a concentração de MgO, em calcíticas (menos de 5%), magnesianas (5 a 12%) e dolomíticas (acima de 12%), que são os corretivos mais utilizados no Brasil (RAIJ et al., 1996).

Considerando que a acidez do solo, localizado nas margens de corpos d'água, nunca tenha sido corrigida, a calagem provavelmente será uma operação indispensável no processo de preparo.

Reposição de solo

A adoção de alguns critérios imprescindíveis e relativamente simples é a premissa básica para a obtenção de um ótimo resultado, com relativa rapidez, e que ao mesmo tempo, seja duradouro, desde que providenciados antecipadamente. Quando for necessária a reposição do solo, esse deve possuir atributos físicos e químicos que se aproximem dos ideais, permitindo o pleno desenvolvimento das plantas sobre ele alocadas. Nesse contexto, serão apresentados a seguir alguns parâmetros de solo que, se considerados, podem auxiliar a obtenção de tais propósitos.

Análise granulométrica do solo a ser reposto

A primeira característica que diferencia os solos é o tamanho das partículas ou granulometria que os compõem (PINTO, 2002) e sua determinação é um parâmetro essencial na caracterização dos solos, na recomendação de aplicação de corretivos e fertilizantes e na estimativa de propriedades físicas dos solos, como retenção de água, densidade, permeabilidade e porosidade (IOSSI et al., 2003), além de ser um ótimo indicador da qualidade do solo, sob os aspectos de drenagem, erosão, adsorção de nutrientes e pesticidas, entre outros (VAZ et al., 1996).

Em um determinado tipo de solo geralmente convivem partículas de vários tamanhos, as quais são de difícil identificação pelo simples manuseio. Por essa razão, denominações específicas são empregadas para as diversas faixas de tamanho de grãos e seus limites variam conforme os sistemas de classificação (PINTO, 2002).

Na Tabela 1 estão apresentados os valores das frações de solo adotados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e pela International Soil Science Society (I.S.S.S.). Entretanto, as frações necessárias para que os objetivos ora propostos sejam atingidos, restringir-se-ão apenas a argila, silte e areias (grossa e fina), já que a finalidade é repor um solo que permita maior infiltração de água, especialmente da chuva, e promova, concomitantemente, o desenvolvimento adequado de árvores, arbustos e gramados, re-introduzidos às margens de corpos d'água.

Definida a tendência do solo ser arenoso ou argiloso, resta obter a distribuição das partículas de terra por tamanho, por meio de sua análise granulométrica, que pode ser realizada de acordo com os métodos da pipeta descrito em Embrapa (1997), do densímetro de Bouyoucos (GEE e BAUDER, 1986) ou por atenuação de raios gama (NAIME et al., 2001). As três técnicas determinam a distribuição das partículas por tamanho empregando-se métodos físicos (peneiramento e sedimentação em água) e químicos (adicionando-se NaOH).

A curva de distribuição de partículas é muito usada por geólogos em estudos geomorfológicos para avaliar a sedimentação e os processos aluvionais, e por engenheiros civis para avaliação de materiais usados em fundações, pavimentação de estradas, entre outros, bem como seu dimensionamento. Na ciência do solo ela é geralmente usada para determinar a textura do solo, que se baseia nas diferentes combinações de areia, silte e argila de uma amostra de terra (GEE e BAUDER, 1986).

Tabela 1. Normas referentes aos limites das frações de solo pelo tamanho dos grãos.

Fração	ABNT	Sociedade Internacional de Ciências do Solo (ISSS)
		mm
Pedregulho	76,0 a 4,8	maior que 2,0
Areia grossa	4,8 a 2,0	0,2 a 2,0
Areia média	2,0 a 0,42	-
Areia fina	0,42 a 0,05	0,02 a 0,2
Silte	0,05 a 0,005	0,002 a 0,02
Argila	menor que 0,005	menor que 0,002

Fonte: Valores da ABNT adaptados de Pinto (2002) e da I.S.S.S. de Gee e Bauder (1986).

Recolocação do solo

O solo a ser recolocado deverá conter proporções equilibradas de argila, silte e areia propiciando ótimas condições para o crescimento vegetal, o qual, segundo Klar

(1988), deve conter cerca de 50% de espaço poroso (25% de água e 25% de ar) e 50% de sólidos (45% de substância mineral e 5% de matéria orgânica). Com esses atributos tal solo terá condições ideais de infiltração e retenção de água, diminuindo o escoamento superficial que chega ao curso d'água e propiciando o desenvolvimento adequado das plantas (árvores, arbustos e gramados) que o protegem do impacto das gotas de chuva.

O choque das gotas de chuva com o solo é o fator responsável pela desagregação de suas partículas, em função da energia cinética das gotas, que exercem forças de pressão e cisalhamento no ponto de impacto (CASSOL e LIMA, 2003), provocando a formação de crostas que podem redundar no selamento superficial do solo (GUERRA, 1999), colaborando com o aumento do volume de enxurrada e, conseqüentemente, da quantidade de sedimentos que chega ao curso d'água.

O motivo pelo qual o solo necessita ter proporções equilibradas dos constituintes citados anteriormente deve-se às características intrínsecas de cada fração, as quais são resumidas a seguir. O silte e areia são constituídas principalmente de quartzo. Quando não estão revestidas de argila, essas se revelam praticamente sem plasticidade ou viscosidade, com reduzida capacidade de conduzir e reter água, assim como sua atividade química é diminuída em relação às partículas mais finas, que possuem maior superfície específica. Contudo, a maior proporção relativa dessas partículas facilita a drenagem e a movimentação de ar (KLAR, 1988), visto que a facilidade com que um fluido é transportado através de um meio poroso depende, tanto das propriedades do meio como do fluido. Como o meio poroso é o solo, suas propriedades mais importantes são a forma de suas partículas, a superfície específica, a porosidade e todas as propriedades que têm reflexo na sua geometria porosa (LIBARDI, 2000). Por exemplo, a porosidade do solo, definida pela relação entre o volume de vazios e o volume da amostra, é um parâmetro que permite especificar a máxima capacidade de retenção de água (RIGUETTO, 1998).

Por outro lado, a fração argila é a mais importante, quando considerada como partícula simples, afetando sobremaneira as propriedades do solo. Os minerais caulínicos possuem baixa capacidade de hidratação, por isso o umedecimento causa pequena contração e expansão. Baixas também são as trocas de bases ou cátions, impondo a muitos desses solos reduzida fertilidade. Contraopondo-se a esse quadro, as argilas do grupo das montmorilonita apresentam fácil expansão e elevada capacidade de adsorção de cátions 10 a 15 vezes maior que a da caulinita (KLAR, 1988).

Não menos importante para se obter as condições edáficas desejadas, o húmus ou matéria orgânica são partículas formadas por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, com capacidade adsorviva de cátions maior que a da montmorilonita, com tamanhos variáveis e menos estáveis que as argilas. A capacidade de troca de cátions da matéria orgânica, da montmorilonita e da caulinita são, respectivamente, da ordem de 3000, 1000 e 80 mmol_c/kg, o que demonstra a baixa capacidade de troca da caulinita (KLAR, 1988).

Além dos atributos do solo já mencionados, deve-se levar em consideração que a recolocação do solo efetuada com caminhões e máquinas pode causar nova compactação, devendo ser efetuada quando sua umidade estiver abaixo do nível crítico de compactação.

Procedimentos

Os métodos a serem adotados, em cada uma das etapas descritas anteriormente, serão apresentados a seguir. Vale ressaltar que as técnicas escolhidas reúnem as tecnologias disponíveis na atualidade, visando congregiar as melhores propriedades edáficas, com o intuito de recuperar as margens de corpos d'água de maneira apropriada para que os objetivos propostos sejam atingidos. Tais metas envolvem a melhoria da qualidade do solo como um todo para que o desenvolvimento seja pleno e duradouro de vegetações rasteira, arbustiva e arbórea, as quais atuarão como impedimento físico à entrada de sedimentos e poluentes arrastados com a enxurrada para os cursos d'água (faixa tampão) e melhorando a qualidade de vida dos moradores de seu entorno. Para que isso ocorra, divide-se a área de acordo com cada possibilidade, obtendo-se as seguintes sub-áreas: solo livre de entulho (A) e solo com entulho. Esse último separado em áreas que necessitam (B) ou não (C) de reposição de solo após sua retirada. Dessa maneira sugere-se a realização dos seguintes procedimentos:

1) Remover todo o entulho depositado no local (Figura 5a), assim como realizar todas as operações básicas, como escavações, construção de galerias para águas pluviais e redes de esgoto (Figura 5b) (sub-áreas B e C);

2) Efetuar a subsolagem, quando necessária, em toda a área passível de arborização, inclusive em áreas livres de entulho, rompendo possíveis camadas compactadas - impedimento físico (Figura 5b), permitindo maior infiltração de água e crescimento de raízes. A melhor maneira para se aferir a compactação é por meio do penetrômetro de impacto, - que pode estar associado a um sensor de medida da umidade do solo (TDR), o que proporciona maior rapidez e precisão a essas avaliações (VAZ e HOPMANS, 2001) - o qual mede a resistência à penetração que, de acordo com Vaz et al. (2002), é a resistência exercida pelo solo à penetração e crescimento das raízes, podendo, portanto, ser utilizada como uma medida da compactação dos solos. (sub-áreas A, B e C);

3) Proceder à calagem, que nada mais é do que a aplicação de calcário baseada na análise química do solo, que a priori, deverá ser realizada somente na área onde foi retirado o entulho. Tal procedimento tem por objetivo neutralizar a acidez do subsolo (RAIJ et al., 1996), que dificulta (quimicamente) o crescimento do sistema radicular das plantas em profundidade, tornando-o mais suscetível a déficits hídricos. Vale lembrar que o calcário a ser aplicado pode ser dolomítico, calcítico ou magnesiano, dependendo do resultado da análise química do solo (sub-área B);

4) Gradear o solo nos locais subsolados com a finalidade de destruir eventuais torrões provenientes da subsolagem e realizar a incorporação de calcário (sub-áreas A, B e C);

5) Recolocar o solo previamente caracterizado e selecionado, quando necessário, na área em que foi retirado o entulho. Em razão de suas espessuras variáveis, deve-se escalonar a colocação do solo por camadas e tipos ou proceder à mistura prévia de mais de um solo para que se obtenha uma mistura homogênea que contenha os atributos desejáveis (quando não encontrado um solo que contemple tais características). Diante da impossibilidade dessa opção, efetua-se a mistura no local por meio de gradagens, empregando-a

após a colocação de duas camadas de diferentes solos. Convém salientar, que juntas essas camadas não devem ultrapassar os 0,13 m de espessura, o que dificultaria sua homogeneização, já que na maioria das vezes, essa é a profundidade máxima de atuação das grades. Entretanto, ao avaliar os efeitos dos sistemas de preparo de solo sobre a camada mobilizada do solo, Coan (1995) constatou que a profundidade média de trabalho da grade aradora foi de 0,13 m - (sub-área B);

6) Promover uma leve compactação no solo recolocado, tomando-se o cuidado para que a resistência mecânica do solo à penetração não ultrapasse 2 MPa, valor o qual normalmente impede o desenvolvimento das raízes, como argumentado anteriormente (sub-área B);

7) Proceder nova correção da acidez (agora na superfície) e dos níveis de fósforo (se for constatada deficiência) no solo. A correção da acidez é realizada por meio da calagem, como comentado anteriormente, e a deficiência de fósforo é remediada com a aplicação de fosfato natural de alta reatividade ou termofosfato (RAIJ et al., 1996). Cabe lembrar que a correção dos níveis de fósforo também deve basear-se na análise química do solo (sub-áreas A, B e C);

8) Completar o processo com uma gradagem final (Figura 5c), em toda área a ser re-vegetada com o objetivo de incorporar o calcário e a fonte de fósforo, bem como nivelar a superfície do solo, contribuindo para maior uniformidade na alocação das plantas (sub-áreas A, B e C).

Adicionalmente a esses procedimentos, visando à contínua redução dos problemas relacionados aos recursos edáficos e conseqüente recuperação de áreas degradadas, sugere-se a adoção de técnicas como as desenvolvidas por Franco et al. (2004), as quais envolvem a utilização de metodologias de revegetação do solo empregando-se microrganismos associados a espécies arbóreas. Uma outra abordagem possível, é a implantação de Sistemas Agroflorestais na recuperação da vegetação de áreas ciliares, tal como efetuaram Silva (2002) nas margens do rio Corumbataí em Piracicaba/SP.

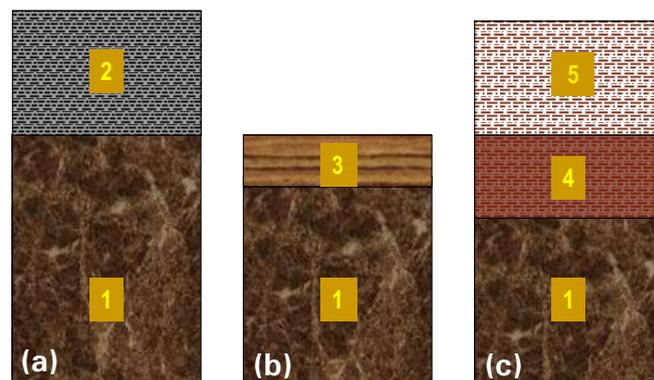


Figura 5. Fases da recomposição edáfica do solo: (a) Solo com acúmulo de entulho, (b) Solo após a retirada do entulho, (c) Solo após processo de recuperação. (1) Solo em condições naturais, (2) Entulho, (3) Solo compactado, (4) Camada de solo após preparo, (5) Camada de solo adicionada.

Considerações Finais

Os centros urbanos cada vez mais se ressentem da falta de áreas verdes preservadas e desenvolvidas para fornecer a base para as pessoas estabelecerem um

contato direto e harmônico com os elementos naturais do ambiente. Em contrapartida, quando poluídas ou contaminadas, essas áreas perdem tal capacidade.

A revitalização de áreas degradadas envolve, fundamentalmente, a realização de estudos criteriosos que permitam caracterizar, avaliar e entender as condições ambientais para que os tomadores de decisão tenham as informações necessárias para conciliar desenvolvimento urbano e saneamento ambiental, como por exemplo, na implantação de Planos Diretores Municipais.

O entulho depositado irregularmente nas margens de corpos d'água e encostas, precisam urgentemente ser relocados adequadamente. E, para que novos rejeitos não sejam depositados em áreas impróprias, deve-se estimular a reciclagem desses resíduos e intensificar a fiscalização para que casos assim não se transformem em abrigo a vetores de doenças e fontes poluidoras dos recursos hídricos e edáficos.

Para que os solos às margens de corpos d'água possam ser destinados a fins mais nobres, assim como para a melhoria da qualidade dos recursos hídricos, sua recuperação é de fundamental importância.

Nesse sentido, torna-se essencial à utilização de critérios no planejamento das atividades a serem realizadas. Assim, é impreterível o emprego de práticas que visem à melhoria da qualidade do solo, bem como a sua recomposição, conforme foi discutido nos itens Preparo do Solo Remanescente e Recolocação do Solo. Dessa forma, os recursos edáficos estarão em condições adequadas para a revitalização vegetal nas margens de corpos d'água.

Salienta-se, ainda, que a recuperação desses locais completar-se-á somente se a ocupação levar em conta alguns aspectos de conservação do solo. Dessa maneira, tanto as áreas de preservação permanente quanto as que apresentarem declividade acentuada deverão ser re-vegetadas, prioritariamente com espécies nativas. Portanto, apenas os locais com solos profundos e permeáveis, com declives suaves, destinar-se-ão a fins diversos.

Tomando-se por base a capacidade de uso e ocupação de cada trecho de solo ao longo das margens de corpos d'água e do capital necessário para sua recomposição, é esperado que toda área trabalhada disponha de proteção ambiental. Os efeitos benéficos da recuperação dos recursos edáficos e da adoção do planejamento conservacionista do solo na nova fase de ocupação devem abarcar:

A minimização do impacto das chuvas, e por conseqüência, o escoamento superficial, diminuindo os picos de cheias a jusante da área trabalhada;

O incremento da infiltração de água no solo que contribuirá com a recarga dos lençóis freáticos que abastecem os mananciais;

A redução dos impactos por fontes difusas que atingem os cursos d'água;

A regeneração das condições propícias à formação de corredores ecológicos.

E por fim, a intervenção humana na Microbacia Hidrográfica deve basear-se nos critérios discutidos anteriormente conciliando os interesses sociais com o conhecimento científico e tecnológico proveniente das ciências ambientais. Como conseqüência, espera-se que todos possam desfrutar de melhor qualidade de vida, em razão da harmonia e tranqüilidade proporcionada por um ambiente saudável.

Referências Bibliográficas

- ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo Franco-Arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 519-531, 2004.
- BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.
- BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; DALLMEYER, A.V. Semeadura de milho em solo sob preparo reduzido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 123-130, 1998.
- BOLLER, W.; KLEIN, V. A.; DALLMEYER, A. U.; SOLDA, C.; OHSE, S. Desempenho de implementos para preparo conservacionista do solo, visando a implantação da cultura da aveia para grãos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 21., 1992. **Anais...** Santa Maria: SBEA/UFMS, 1992. v. 3. p. 1325 -1336.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p.
- CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. Erosão entre sulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 117-124, 2003.
- CASTRO, O. M.; LOMBARDI NETO, F.; VIEIRA, S. R.; DECHEN, S. C. F. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo do solo e as perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 167-171, 1986.
- COAN, O. **Sistemas de preparo de solo: efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento das culturas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e do milho (*Zea mays* L.), conduzidas em rotação**. 1995. 138f. Tese (Livro-Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.
- DALLMEYER, A. U. **Eficiência energética e operacional de equipamentos conjugados de preparo de solo**. 1994. 157f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1994.
- DALLMEYER, A. U.; SALVADOR, N.; LAGE, G.; FERRAUDO, A. S.; GAMERO, C. A. Avaliação da rugosidade do solo sob doze tipos de preparo em Latossolo Roxo álico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18., Recife. **Anais...** Recife: SBEA, 1989. v. 1. p. 268-282.
- DIAS JUNIOR, M. S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.55-94.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C. **Recuperação de áreas degradadas**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa em Agrobiologia. Disponível em:

<<http://www.cnpab.embrapa.br>>. Acesso em: 05 out. 2004.

GADANHA JÚNIOR, C. D.; MOLIN, J. P.; COELHO, J. L. D.; YAHN, C. H.; TOMIMORI, S. M. A. W. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: IPT/CIENTEC/NSI-MA, 1991. 468p.

GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis I, physical and mineralogical methods**. 2.ª ed. Madison: ASA/SSSA, 1986. p. 383-411.

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

IOSSI, M. F.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; MACEDO, A. Estimativa da retenção da água no solo através da distribuição do tamanho das partículas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., 2003, Ribeirão Preto-SP. **Resumos expandidos...** Ribeirão Preto: SBCS, 2003. 1 CD-ROM.

KLAR, A. E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 383p.

KLUTHCOUSKI, J.; BOUSINAC, S.; SEGUI, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M. J.(Ed.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam sua produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 249-259.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. 2. ed. Piracicaba: Edição do autor, 2000. 509p.

NAIME, J. M.; VAZ, C. M. P.; MACEDO, A. Automated soil particle size analyzer based on gamma-ray attenuation. **Computers and Electronics Agriculture**, Amsterdam, v. 31, p. 295-304, 2001.

PINTO, C. S. **Curso básico de mecânica dos solos: com exercícios resolvidos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos. 2002. 355p.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 111p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F. **Pedologia: bases para distinção de ambientes**. 4. ed. Viçosa: NEPUT, 2002. 338 p.

RIGUETTO, A. M. **Hidrologia e recursos hídricos**. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998. 840p.

ROSOLEM, C. A.; FURLANI JUNIOR, E.; BICUDO, S. J.; MOURA, E. G.; BULHÕES, L. H. Preparo do solo e sistema radicular do trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 16, p. 115-120, 1992.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, R. F.; SEBASTIANI, C. E. G.; LUNARDI, A. L. Compactação do solo devida ao tráfego florestal e obra de engenharia. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 20, p. 243-249, 2000.

SILVA, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SUKOPP, H. Human-caused impact on preserved vegetation. **Landscape and Urban Planning**, New York, v. 68, p. 347-355, 2004.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico : Fundação IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

VAZ, C. M. P.; HOPMANS, J. W. Simultaneous measurement of soil penetration resistance and water content with a combined penetrometer-TDR moisture probe. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 65, p. 4-12, 2001.

VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; MACEDO, A. **Analisador granulométrico de solos**. São Carlos: EMBRAPA-CNPDIA, 1996. 5p. (EMBRAPA-CNPDIA. Comunicado técnico, 5).

VAZ, C. M. P.; PRIMAVESI, O.; PATRIZZI, V. C.; IOSSI, M. F. **Influência da umidade na resistência do solo medida com penetrômetro de impacto**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2002. 5p. (Comunicado técnico, 51).

Comunicado Técnico, 64

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição
1a. impressão 2005: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Carlos Manoel Pedro Vaz
Secretária Executiva: Valéria de Fátima Cardoso
Membros: Dra. Débora Marcondes B. P. Milori,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo

Membro Suplente: Dr. Paulo S. P. Herrmann Junior

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto
Revisão de texto: Dr. Victor Bertucci Neto
Normalização bibliográfica: Valéria de Fátima Cardoso
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Valentim Monzane