



PALESTRA 2

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS E/OU CONTAMINADAS: UM DESAFIO PARA AS CIÊNCIAS AGRÁRIAS.

Silvio Roberto de Lucena Tavares
 Pesquisador da Embrapa Solos

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Banco Mundial os solos agrícolas do mundo vêm se degradando a uma taxa de 0,1% ao ano, dados que vai ao encontro dos estabelecidos pela FAO que aponta a perda de cinco milhões de hectares de terras aráveis por ano devido a más práticas agrícolas, secas e pressão populacional, além de inúmeras ações antrópicas de exploração inadequada dos recursos naturais englobando o compartimento solo.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUD), através do GLSOD (Global Assessment of Soil Degradation – Projeto de Avaliação Mundial da Degradação do Solo), registrou que 15% dos solos do planeta (aproximadamente 20 bilhões de ha) uma área do tamanho dos Estados Unidos e Canadá junto, estão classificados como degradados devido às atividades humanas. Do total desta área degradada, 5% encontram-se na América do Norte, 12% na Oceania, 14% na América do Sul, 17% na África, 18% na Ásia, 21% na América Central e 13% na Europa. Se considerarmos as áreas inabitadas do mundo, o percentual de solos degradados no planeta sobe de 15% para 24% [1]. O maior problema que reside nestas constatações é que a maioria destes solos degradados ou em processo de degradação está nos países menos desenvolvidos. Estima-se que 39% da população da Ásia (1,3 bilhão de pessoas) vivam em áreas com tendências para desertificação, na África, 65% dos solos agrícolas estão degradados e na América Latina e Caribe, o mau uso de produtos químicos e erosão degradaram 300 milhões de ha. Na Europa, dados de 2002 publicados pela Comissão Europeia, estabelecem que 52 milhões de ha (16% da área agrícola total), estão afetados por algum processo de degradação (salinização, erosão, desertificação, ou excesso de urbanização).

Essa degradação ameaça a fertilidade das terras e a qualidade das águas. O solo perde a sua funcionalidade e o equilíbrio ecológico em geral. O problema é potencializado quando se leva em conta que o processo de regeneração natural do solo é muito lento. Estima-se sob um clima úmido, que são necessários cerca de 500 anos para que se formem uma camada de solo de 2,5 cm de espessura.

Ainda, segundo o projeto da avaliação mundial da degradação de solo do PNUD [1], 5 são os principais fatores de degradação dos solos listados a seguir (com os seus percentuais de participações nas áreas mundiais degradadas):

- 1) Desmatamento ou remoção da vegetação natural para fins de agricultura, florestas comerciais, construção de estradas e urbanização (29,4%);
- 2) Superpastejo da vegetação (34,5%);
- 3) Atividades agrícolas, incluindo ampla variedade de práticas agrícolas, como o uso insuficiente ou excessivo de fertilizantes, uso de água de irrigação de baixa qualidade, uso inapropriado de máquinas agrícolas e ausência de práticas conservacionistas de solo (28,1%);
- 4) Exploração intensiva da vegetação para fins domésticos, como combustíveis, cercas, etc., expondo o solo à ação dos agentes erosivos (6,8%); e
- 5) Atividades industriais ou bioindustriais que causam poluição do solo (1,2%).

No continente Sul Americano, segundo o GLSOD, teríamos 244 milhões de ha de solo degradado, sendo o desmatamento responsável por 41%, o superpastejo por 27,9%, as atividades



agrícolas por 26,2%, a exploração intensa da vegetação por 4,9%. Os dados relativos de solos degradados na América do Sul em decorrência das atividades industriais são ínfimos por dois motivos: falta de levantamento sistemático e global no continente de sites contaminados e/ou degradados pelos processos industriais e a baixíssima industrialização dos países do continente quando comparado aos países desenvolvidos e industrializados. No Brasil não existe até o momento nenhum estudo conclusivo quanto a quantidade e distribuição dos solos degradados em escala nacional.

É importante ressaltar, que independente da ausência de avaliações exatas a respeito da extensão de áreas degradadas no Brasil, todas as estimativas apontam que o desmatamento e as atividades agropecuárias como os principais fatores de degradação dos nossos solos. O impacto causado por obras de engenharia (estradas, ferrovias, barragens, etc.), por atividades de mineração a céu aberto e por algumas atividades indústrias, certamente sensibiliza a população de modo geral, que tende a atribuir a esses fatores a responsabilidade maior pela degradação dos solos. Essa impressão é plenamente justificável, uma vez que são atividades altamente impactantes, pois devemos lembrar que a degradação não pode ser avaliada apenas pela extensão, mas também por sua intensidade. No caso de impactos causados por atividades mineradoras podem resultar em uma área de influência muito maior que a área de lavra, proporcionando, por exemplo, a degradação de recursos hídricos, que vão refletir em toda a bacia, como é o caso clássico de minerações de carvão a céu aberto, onde a oxidação de sulfetos metálicos que acompanham o minério promove a ocorrência de drenagem ácida e a solubilização de metais pesados, podendo trazer consequências danosas para uma área de influência muito além da área de lavra. No entanto, ao avaliar a extensão de degradação causada por estas atividades, verifica-se que ela é mínima, principalmente comparando-a ao desmatamento e ao superpastejo nos solos nacionais.

Aliado a essa crescente quantidade de terras agrícolas que estão em processo degradativo e conseqüentemente imprimindo perdas de áreas para produção agrícola e a decretação por parte dos organismos internacionais como FAO e FMI, do início da era da comida cara em virtude de vários fatores, entre eles: estoques mundiais baixos, alto preço do petróleo (que encarece os insumos e incentiva à produção de etanol à base de milho) e demanda crescente (principalmente da China que aumentou o seu consumo anual de cereais de 450 milhões de toneladas em 2001 para 513 milhões de toneladas em 2007 [2] e que representa hoje o maior importador de algodão e soja do mundo), além de uma previsão da população mundial para 8,3 bilhões de pessoas em 2030, é de se esperar que as políticas nacionais e internacionais de uso e manejo dos solos sejam direcionadas no caminho da sustentabilidade deste importante ecossistema chamado solo.

A complexidade dos processos de degradação e de recuperação de áreas degradadas deve-se aos inúmeros fenômenos biológicos e físico-químicos envolvidos. Por este motivo, a recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das mais diferentes áreas do conhecimento humano, que visam proporcionar o restabelecimento das condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes anteriormente em um sistema natural. O caráter multidisciplinar das ações que visem proporcionar esse retorno deve ser tomado, fundamentalmente, como o ponto de partida do processo. Assim, o envolvimento direto e indireto de técnicos de diferentes especializações permite a abordagem holística que se faz necessária [3]. O presente capítulo procura padronizar os termos, conceitos e definições empregados na descrição dos fenômenos de degradação e recuperação de áreas degradadas, visando facilitar aos leitores o entendimento do assunto.



2. ÁREA DEGRADADA

A avaliação da extensão de áreas degradadas passa a ser um processo complexo, na medida em que se faz necessário estabelecer claramente o conceito de solo degradado. Além do estabelecimento deste conceito, é necessário também o aprimoramento dos indicadores dos processos de degradação de solos, pois diferentes processos possuem diferentes dificuldades de diagnósticos desses processos. Um bom exemplo é o diagnóstico dos fatores de degradação de solo pelas atividades agrícolas em relação aos fatores de degradação de solo oriundos de atividades industriais ou de engenharia. Para atividades que causam grandes distúrbios, como as minerações, áreas de empréstimos para a construção de barragens e aterros ou grandes e médias obras da engenharia pesada, é muito fácil a caracterização, contrariamente àquelas onde a degradação ocorre de maneira lenta e gradual, como a observada por atividades agrícolas.

O conceito de degradação tem sido geralmente associado aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos e que decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas. Raramente o termo se aplica às alterações decorrentes de fenômenos ou processos naturais. O conceito tem variado segundo a atividade em que esses efeitos são gerados, bem como em função do campo do conhecimento humano em que são identificados e avaliados. De acordo com o uso atribuído ao solo, a definição de degradação pode variar como já comentado, dependendo da área profissional envolvida, como podemos verificar a seguir:

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da sua NBR 10703, a degradação do solo é apontada como sendo a “*alteração adversa das características do solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto os estabelecidos em planejamento como os potenciais*”. O conceito contempla o entendimento do solo enquanto espaço geográfico, ou seja, extrapola o sentido de matéria ou componente predominante abiótico do ambiente. Além disso, ao citar a expressão “*alteração adversa*”, sugere a aproximação com o conceito de efeito ou impacto ambiental considerado negativo. Todavia, em outra norma, a NBR 13030 (específica para mineração), define-se áreas degradadas como “*áreas com diversos graus de alterações dos fatores bióticos e abióticos, causados pelas atividades de mineração*”, mantendo a noção de alteração, porém sem vinculação com o uso do solo.

Já o Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração do IBAMA, define que “*a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo for perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados. A degradação ambiental ocorre quando a perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e é inviabilizado o desenvolvimento socioeconômico*”.

Nas áreas das ciências biológicas e no campo geomorfológico e de paisagismo, são considerados os conceitos de *perturbação* ou *distúrbio* (“disturbance”). No caso da área biológica, esses conceitos estão mais ligados aos aspectos relacionados à evolução de ecossistemas, onde essas alterações são resultantes de atividades humanas e que não podem ser corrigidas rapidamente, e podem ser divididas em três situações influenciadas pelo caráter temporal: os distúrbios súbitos e inesperados, como os decorrentes de acidentes ou falhas de origem tecnológica em processos industriais; os distúrbios que ocorrem em período de tempo significativo, mesmo que tenham sido detectados apenas recentemente, como os derivados de descargas de efluentes industriais; e os distúrbios planejados, como os de mineração em superfície. Já no campo geomorfológico e de paisagismo, esses conceitos assumem uma perspectiva espacial (“*land disturbance*”), correlacionando-o com os efeitos geomorfológicos produzidos na paisagem por diferentes atividades humanas como mineração em superfície, urbanização, pastagem, agricultura, usos recreativos e construção civil. Reconhecem que muitos desses distúrbios têm importância menor ou



são transitórios e que a paisagem pré-existente pode ser recuperada para uma forma aceitável de produtividade e em conformidade com um plano de uso prévio.

Fundamentados em observações do campo agrônomo, LAL *et al.*[4], diferenciam processos e fatores de degradação do solo, em que os primeiros correspondem às ações e interações químicas, físicas e biológicas que afetam a capacidade de autodepuração do solo (“soil”) e a sua produtividade; e os segundos compreendem os agentes e catalisadores naturais ou induzidos pelo homem, que colocam em movimento os processos e causam alterações nas propriedades do solo e nos seus atributos de sustentação da vida. Entre os processos de degradação induzidos pelo homem citam a compactação, a erosão acelerada, desertificação, salinização, lixiviação e acidificação. Entre os fatores, mencionam a agricultura, indústria e urbanização. Citam que as alterações produzidas pelos processos geram, entre outros aspectos, efeitos negativos sobre a qualidade ambiental, estabelecendo, então, a relação com o conceito de solo enquanto espaço geográfico (“land”) e, assim, o sentido amplo de degradação do solo (“land degradation”). Ainda no campo agrônomo, a degradação de terras agrícolas deve focar além dos processos de degradação citados acima, também os aspectos econômicos, uma vez que a perda de produtividade pode estar relacionada com a degradação do solo. Desta maneira, POWER & MYERS, citado por [3], definem a qualidade de um solo como a sua capacidade de manter o crescimento vegetal, o que inclui fatores como agregação, conteúdo de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão de pH, disponibilidade de nutrientes, etc.

Do ponto de vista da Engenharia Civil, certamente o conceito de solo degradado deve estar relacionado com a alteração da capacidade em se manter coeso e como meio físico de suporte para edificações, estradas, etc. Ou seja, a densidade do solo é um bom exemplo. Em termos agrônomo, solos adensados ou compactados podem caracterizar um processo de degradação (redução de sua taxa de infiltração, limitação na circulação de oxigênio, impedimento físico para o crescimento das raízes, menor disponibilidade de nutrientes, etc.). Por outro lado, essa característica é desejável como meio de suporte para edificações, ferrovias, rodovias, etc.

Os exemplos citados anteriormente evidenciam o fato de que o conceito de degradação e qualidade de solo pode ser relativo, dependendo da finalidade do uso atribuído ao solo. No entanto, na medida em que se possa caracterizar a degradação como qualquer alteração das condições naturais de equilíbrio, o ponto de vista da Engenharia Civil estaria descartado, visto que o uso do solo para as obras de engenharia estariam promovendo essas alterações. Portanto, o conceito de qualidade do solo como indicador da degradação deve ser utilizado a partir de uma visão mais ampla. O único limitante do uso da qualidade do solo como indicador da degradação é a sua operacionalização, ou seja, quais atributos ou características do solo devem ser avaliados e monitorados para definir a manutenção, o ganho ou a perda de qualidade?

De maneira geral, as definições e conceitos contidos na legislação ambiental brasileira não são claros e geralmente confundem essas definições e conceitos muitas vezes quando se compara o uso específico a ser dado ao site degradado que se deseja recuperar. Enfim, embora controverso e não consensual, o conceito de degradação do solo parece estar sempre associado à noção de alteração ambiental gerada por atividades humanas e considerado adversa.

3. RECUPERAÇÃO, REABILITAÇÃO E RESTAURAÇÃO

De maneira similar as conceituações de áreas degradadas e degradação, a literatura técnica e os textos da legislação ambiental brasileira em vários níveis também deixam dúvidas e contradições sobre as definições exatas dos termos recuperação, reabilitação e restauração, que em muitos casos são apontados como diferentes e em outros como sinônimos. Novamente a literatura é relativamente vasta e podem ser encontradas referências nas diferentes áreas do conhecimento. Observa-se que os termos recuperação, reabilitação e restauração, têm sido geralmente apresentados



e discutidos não apenas nos aspectos que caracterizam suas execuções, mas principalmente em função dos seus objetivos e metas. De modo geral, os termos se referem ao caminho inverso à degradação e é importante para facilitar a comunicação entre os interessados na escolha do processo a ser adotado na área degradada.

3.1. RECUPERAÇÃO

A legislação federal brasileira menciona que o objetivo da recuperação é o “*retorno do sítio do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano pré-estabelecido para o uso do solo, visando à obtenção de uma estabilidade do meio-ambiente*” (Decreto Federal 97.632/89). Esse decreto vai de encontro ao estabelecido pelo IBAMA, que indica que a *recuperação* significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com o plano pré-estabelecido para o uso do solo. Implica que uma condição estável será obtida em conformidade com os valores ambientais, estáticos e sociais da circunvizinhança. Significa também, que o sítio degradado terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem. GRIFFITH [5] definiu recuperação como a reparação dos recursos ao ponto que seja suficiente para restabelecer a composição e a frequência das espécies encontradas originalmente no local. Neste caso, ele procura sintetizar a definição do processo quando utilizado em unidades de conservação.

3.2. REABILITAÇÃO

Segundo MAJER [6] a reabilitação é o retorno da área degradada a um estado biológico apropriado. Esse retorno pode não significar o uso produtivo da área a longo prazo, como a implantação de uma atividade que renderá lucro, ou atividades menos tangíveis em termos monetários, visando, por exemplo, a recreação ou a valorização estético-ecológica. Exemplos de reabilitação para fins recreativos é a raia olímpica da Cidade Universitária da USP, instalada em uma antiga área de extração de areia em planície aluvionar do Rio Pinheiros; construção do parque esportivo Cidade de Toronto, instalado em área de antiga extração de areia; Centro Educacional e Recreativo do Butantã, instalado em área de antiga pedreira e o lago do parque Ibirapuera, instalado em antiga cava de extração de areia, todos esses exemplos foram realizados na cidade de São Paulo-SP.

3.3. RESTAURAÇÃO

O termo restauração refere-se à obrigatoriedade do retorno ao estado original da área, antes da degradação. Esse termo é o mais impróprio a ser utilizado para os processos que normalmente são executados. Por retorno ao estado original entende-se que todos os aspectos relacionados com topografia, vegetação, fauna, solo, hidrologia, etc., apresentem as mesmas características de antes da degradação. Ou seja, trata-se de um objetivo praticamente inatingível, ou seja, fazer a restauração de um ecossistema, para conseqüentemente recuperar sua função, é técnica e economicamente questionável, embora alguns profissionais que atuam na área ambiental tenham equivocadamente essa meta, torna-se necessária uma nova conscientização dos mesmos sobre a inviabilidade deste processo.

4. INTEGRAÇÃO E EVOLUÇÃO DOS CONCEITOS

Os conceitos de degradação, recuperação e congêneres geralmente são considerados de modo integrado. A perspectiva de classificação das condições de um ecossistema em face das reflexões sobre o desenvolvimento sustentável, segundo a União Internacional para a conservação da Natureza (UICN), o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o fundo mundial para a Natureza (WWF), traz uma análise conceitual ampla, identificando primeiramente os sistemas naturais como os “*ecossistemas onde, desde a revolução industrial em 1750, o impacto do homem não foi maior do que o de quaisquer outras espécies nativas, e não afetou a estrutura do mesmo*”. Neste caso, a mudança climática foi excluída da definição, porque as mudanças climáticas



causada pelo homem devem afetar todos os ecossistemas e eliminar todos os ecossistemas naturais como definidos aqui [7].

A partir deste ponto, a abordagem da UICN define, em sequência, os sistemas modificados, sistemas cultivados, sistemas construídos e sistemas degradados, estes últimos como os “*ecossistemas cuja diversidade, produtividade e condição para habitação foram enormemente reduzidas*”. A degradação dos ecossistemas da terra é caracterizada por perda de vegetação e de solo; e a dos ecossistemas aquáticos é frequentemente caracterizada por águas poluídas que podem ser toleradas por poucas espécies [8]. Assim, de acordo com esse conceito, os sistemas degradados são considerados insustentáveis, sendo que, somente a sua *recuperação* ou *reabilitação* permitiria levá-los à condição de potencialmente sustentáveis, situando-se, em sequência invertida, nas categorias de sistemas construídos, cultivados ou modificados. Negligenciar ou abandonar a área pode levar tanto à recuperação espontânea do ambiente quanto a continuidade e a intensificação do processo de degradação. Ao considerar a associação em relação ao futuro, a abordagem incorpora o conceito de sustentabilidade ambiental à questão da recuperação de áreas degradadas.

Finalmente, é importante ressaltar que apesar de haver distinção por muitos autores e profissionais envolvidos na área ambiental dos conceitos anteriormente discutidos, e que quando realizamos uma breve análise comparativa entre as diferentes abordagens do tema e suas aplicações às áreas degradadas, nos permite verificar uma evolução dos conceitos ao longo das últimas décadas. De maneira geral, observa-se uma passagem do objetivo amplamente difundido de procurar restabelecer as condições originais do sítio degradado, para a busca de situações em que a estabilidade do ambiente e a sua sustentabilidade sejam garantidas. Além disso, é notável a crescente abordagem de recuperação de áreas degradadas como um processo que deve ser realizado mediante um plano previamente elaborado e com objetivos bem estabelecidos e explicitados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLDEMAN, L. R. The global extent of soil degradation. In: Soil Resiliense and sustainable Land Use. GREENLAND, D. J. & SZABOCLS, I (Eds), **Cab International**, Wallingford, UK. 1994. p. 99-118.
- STEFANO, F. & SALGADO, E. O desafio de alimentar 6 bilhões de pessoas. **Revista Exame**. Edição 919, Ano 42 – N. 10, 2008. p. 124-131.
- DIAS, L. E. & GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: **Recuperação de Áreas Degradadas**, Dias, L. E. & de Mello, J. W. SOBRADE/FINEP, Viçosa, MG. p. 1-7, 1998.
- LAL, R., HALL, G. F. & MILLER, F. P. Soil degradation. I Basic processes. In: **Land Degradation & Rehabilitation**, London, v. 1, n. 1, p. 51-69, jul/aug, 1989.
- GRIFFITH, J. J. Recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. Viçosa, MG: UFV, 1986.
- MAJER, J. D. Fauna studies and land reclamation technology: review of the history and need for such studies. In: **Animals in primary succession: the role of fauna in reclaimed lands**. London: Cambridge University Press, 1989. p. 3-33.
- BITTAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo**. 1997. 185p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, SP.