

O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas

Generoso De Angelis Neto¹, Bruno Luiz Domingos De Angelis² e Daniel Simeoni de Oliveira²

¹Departamento de Engenharia Civil. ²Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: ganeto@uem.br

RESUMO. O presente trabalho objetiva uma sistematização das informações e procedimentos que norteiam as atividades pertinentes à recuperação de áreas degradadas. Principia-se por uma exposição das atividades antrópicas em áreas urbanas e suas consequências, classificando-se as atividades modificadoras do meio ambiente em 9 grupos: obras de saneamento, urbanização, transporte e transmissão, extração mineral, agropecuária, comércio e serviços, usinas de geração de energia, instalações terminais e indústrias de transformação. Da mesma forma, classificam-se os processos do meio físico, considerando-se a atmosfera, hidrosfera e litosfera. A última parte do trabalho é dedicada ao uso da vegetação e suas influências sobre o controle do desenvolvimento de impactos ambientais, abordando a questão da sucessão ecológica, escolha das espécies vegetais e métodos de plantio.

Palavras-chave: vegetação urbana; áreas degradadas; atividade antrópica.

ABSTRACT. Use of vegetation for recovering degraded urban areas. The aim of this study is to systematize both the information and procedures that guide the activities related to the recovery of degraded areas. Firstly, the anthropic activities in urban areas and their consequences are exposed, classifying those that change the environment in 9 groups: sanitation work, urbanization, transport and transmission, mineral extraction, combined agriculture and stock raising, trade and services, electric light and power stations, terminal installations and transformation industries. In the same way, the physical environment processes are classified, considering the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere as well. Finally, the last part of this study is dedicated to the use of vegetation and its influence on the control of the environmental impacts development, approaching some aspects such as the ecological succession issue, the choice of vegetal species and plantation methods.

Key words: urban vegetation; degraded areas; anthropic activity.

Introdução

Por volta de 9.000 a.C., o Homem passou a domesticar os animais e a produzir cereais. Dois mil anos depois, fixando-se à terra e cultivando-a, ele deixa de ser nômade, propiciando o surgimento dos primeiros vilarejos. Esses, por sua vez, originaram as cidades, para, finalmente, ao longo de 6 mil anos, estabelecer as bases tecnológicas que resultaram em realizações que vão da imprensa ao desenvolvimento dos transgênicos, passando pela energia nuclear, memória artificial, a ida do Homem à Lua, biotecnologia, entre outros. A produção dos cereais cultivados, além de ter tornado possível o estabelecimento de comunidades humanas maiores, propiciou um incremento populacional que se calcula da ordem de 16 vezes no período compreendido entre 8.000 e 4.000 a.C. Nos 9º e 8º milênios, nas terras baixas do Oriente Próximo, surgem dois dos maiores e mais desenvolvidos sítios habitados: Tell es-Sultan (Jericó), no Vale do Jordão, e Çatal Huyuk, na planície central da Turquia.

Essas sociedades possuíam características comuns: o desenvolvimento de cidades, a escrita e grandes edifícios públicos, além do aparato político do Estado. Em conjunto, fizeram a revolução urbana, que levou à civilização. Os excedentes agrícolas obtidos com irrigação permitiram a urbanização, porque já era possível empregar um significativo segmento da sociedade em atividades não-agrícolas, como manufatura e comércio.

Se o cultivo de cereais desencadeou o surgimento dos primeiros núcleos citadinos, foi a invenção da roda e do arado, por volta de 3.500 a.C., na Mesopotâmia, que ofereceu condições ao homem de iniciar o processo de desmatamento em larga escala. O princípio desse desmatamento assentava-se na necessidade de produção de grãos para sustentar as comunidades que dependiam, cada vez mais, dessa fonte de alimento, em detrimento da caça e da coleta. Por sua vez, as cidades, inicialmente edificadas para oferecer melhores condições de vida e de ambiente ao homem, vêem-se nos dias de hoje, sobretudo aquelas classificadas como de médio e grande portes,

comprometidas nessas premissas. Um dos fatores que concorrem para essa situação está relacionado à degradação de parcelas crescentes de áreas dentro da urbe.

Na atualidade, quando se fala em áreas degradadas, não se está referindo apenas àquelas situadas nas zonas rurais, mas também as localizadas em zonas urbanas. De acordo com a Embrapa (2004), mais de 15% dos solos do mundo encontram-se degradados ou em processo de degradação. Na região tropical, a situação é ainda pior: mais da metade dos solos tropicais possuem algum grau de degradação. Das áreas degradadas, 98,8% estão relacionadas às atividades de produção e extrativismo, e 1,2% a ações como mineração, construção de estradas, represas, áreas industriais, disposição do lixo urbano de forma incorreta, e erradicação da mata ciliar e de galeria, entre outras, resultando em impacto imediato sobre o solo. Só no Brasil estima-se em mais de 200 milhões de hectares o total de áreas degradadas. Nesse cenário que se estabelece de forma crescente, o uso da vegetação na recuperação de áreas degradadas, seja em zonas rurais ou urbanas, tem-se constituído em um dos principais instrumentos de uso, com resultados altamente satisfatórios.

É notória a necessidade que o ser humano tem de dispor de áreas urbanas vegetadas, seja na forma de arborização de acompanhamento viário, praças, parques, bosques, jardins públicos, alamedas e bulevares. Essa necessidade decorre do modo de vida cada vez mais estressante a que se está submetido, associado à degradação ambiental. A simples presença desses espaços nas cidades concorre, de forma significativa, à melhoria da qualidade de vida. Sua ação dá-se de maneiras as mais diversas, abarcando um leque que vai da melhoria do microclima local, passando pela recuperação de áreas degradadas e estendendo-se, inclusive, sobre a psique dos seres humanos. Embora esses benefícios sejam fruto da ação integrada de espécies vegetais pertencentes a diferentes grupos – arbustivas, arbóreas, herbáceas ou ervadas –, constata-se que sua ação é otimizada pela presença das espécies de maior porte: as arbóreas. De modo sucinto, citam-se alguns desses benefícios: interceptação da luz solar, contribuição para o conforto acústico; efeitos sobre a umidade do ar; capacidade de filtração/retenção de materiais particulados em suspensão na atmosfera; ação sobre a saúde do homem. Contam-se ainda outros benefícios: estabilização de determinadas superfícies (as raízes das plantas ajudam a fixar o solo); obstáculo contra o vento; proteção da qualidade da água, pois impede que substâncias poluentes escurram para os rios; propicia a interação entre as atividades humanas e o meio ambiente; protege as nascentes e os mananciais; cria abrigo à fauna; é um componente da organização e composição de espaços

no desenvolvimento das atividades humanas e elemento de valorização visual e ornamental.

A questão ambiental vem produzindo ampla modificação de conceitos, nas esferas social, política, cultural, filosófica, científica, econômica ou tecnológica. Evidenciam-se problemas que vão desde escalas imediatas e restritas até efeitos em escala global. O uso e a ocupação pouco criteriosos do solo originam alguns problemas de considerável gravidade. Tal situação se agrava de modo crescente na medida que se aceleram os processos de urbanização, os quais, geralmente se dão mais sob a influência de razões de mercado que pelas reais potencialidades das áreas a serem ocupadas. Isso acaba determinando o parcelamento de regiões e locais extremamente problemáticos, como por exemplo, as áreas de relevo mais íngremes e as áreas de várzeas sujeitas à inundação (Angelis Neto, 1999). As limitações geo-ambientais impostas pelas características do meio físico são normalmente ignoradas e enfrentadas de modo ineficaz ou, na melhor das hipóteses, com obras de alto custo e de desempenho duvidoso.

Atividades antrópicas e áreas urbanas degradadas

O desenvolvimento de uma região, para ser considerado adequado, deve propiciar uma relação adequada (positiva) entre os seres humanos (geradores de atividades antrópicas) e as necessidades sócio-econômicas. Para que esse pressuposto seja atingido, deve-se considerar as seguintes condições, segundo Zuquette (1993):

- as limitações dos meios físico e biológico;
- a razão custo/benefício deve ser sempre inferior a 1;
- a necessidade do aumento da produtividade e de espaços com o tempo;
- a maior parte dos recursos naturais não é renovável;
- as mudanças que deverão ocorrer com o tempo e que alterarão as características iniciais;
- a existência de locais que estão sujeitos a riscos naturais ou a riscos induzidos;
- as formas de ocupação que alteram o meio físico de maneira cumulativa e irreversível.

Entende-se aqui como atividade antrópica ou modificadora do meio ambiente ou ainda processos tecnológicos toda atividade humana (obra civil, atividade agrícola ou de mineração e outras formas de uso e ocupação do solo) que alteram processos, propriedades ou características físicas, químicas ou biológicas, ou interferem em usos pré-existentes de um determinado ambiente (Forsari Filho *et al.*, 1992). Trata-se de conceito baseado na própria legislação

que regulamenta o Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e respectivo Relatório de Impactos Ambientais (RIMA). Assim, o processo tecnológico corresponde ao conjunto de técnicas aplicadas em operações que caracterizam a implantação, o funcionamento ou a desativação de uma atividade modificadora do meio ambiente. São técnicas voltadas à ocupação do meio, à extração, ao cultivo, à manufatura, à produção industrial ou à construção civil.

Em um estudo para a determinação da qualidade ambiental em áreas urbanas, além da compreensão da dinâmica de um processo do meio físico para se estimar sua relevância em um dado contexto, é necessário, também, o conhecimento da atividade antrópica como agente de alterações e do seu potencial modificador.

A Resolução 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama – especifica algumas atividades antrópicas que são potencialmente causadoras de alterações no meio ambiente, sendo, por isso, alvo obrigatório do EIA e RIMA. São elas: aeroporto, agroindústria, aterro sanitário, barragem, canal e retificação de cursos d'água, dutovias, estrada de rodagem, ferrovia, irrigação, linhas de transmissão, mineração, porto, projeto urbanístico, unidade industrial e usina termoeletrônica, entre outras.

Algumas dessas atividades são de maior ocorrência em áreas urbanas, e outras em áreas rurais e até mesmo em escalas regionais ou nacionais. Moreira (1993) apresenta uma série destas atividades, destacando a necessidade de se estabelecer a classificação por porte, potencial de impacto, tipo de atividade e localização, conforme ilustra a Tabela 1.

Em uma análise ambiental é necessário prever as alterações que os processos do meio físico podem sofrer ao ocorrer a intervenção de um processo tecnológico de uma dada atividade. As alterações em um processo do meio físico, juntamente com as de ordem biológica e sócio-econômica, correspondem às alterações do próprio meio ambiente, ou seja, às degradações ambientais.

Tabela 1. Atividades modificadoras do meio ambiente.

1. Obras de saneamento	2. Urbanização	3. Transporte e transmissão
Sistemas de abastecimento de água	Pólos industriais	Rodovias
Sistemas de esgotamento sanitário	Distritos industriais	Ferrovias
Sistemas de drenagem	Pólos turísticos	Hidroviás
Estações de tratamento de esgoto	Loteamentos	Metropolitanos
Adutoras	Condomínios	Ferrovias urbanas
Troncos coletores de esgotos	Desmembramentos	Oleodutos
Emissários	Aterros	Gasodutos
Barragens de captação e reservação	Aterros hidráulicos	Minerodutos
Dragagem de corpos d'água	Obras de contenção de encostas	Linhas de transmissão
Retificação de rios	Conjuntos habitacionais	Torres de transmissão
Aterros sanitários	Hotéis	Estações de transmissão de energia elétrica
Aterros de resíduos industriais	Clubes	
Incineradores	<i>Camping</i>	
Usinas de compostagem	Marinas	
Garagens de empresas de lixo urbano	Piers e cais	
	Residências	
4. Extração mineral	5. Agropecuária	6. Comércio e serviços
Areia	Obras de irrigação e drenagem	Hospitais
Argila, saibro	Reflorestamento econômico	Supermercados
Pedreiras de brita	Extração de madeira e carvão vegetal	Centros comerciais
Pedreiras de blocos	Plantações extensivas	Cemitérios
Carvão mineral	Criação de animais	Lavanderias
Chumbo	Parcelamentos agrícolas	Armazenagem de produtos tóxicos perigosos
Turfa	Aquicultura	
Calcário		
Petróleo e gás natural		
Amianto		
Xisto		
Outros minerais e minérios		
7. Usinas de geração de energia	8. Instalações terminais	9. Indústrias de transformação
Hidrelétricas	Portos	Todos os gêneros
Termoeletrônicas	Aeroportos	
Termonucleares	Terminais de minério	
	Terminais de petróleo e derivados	
	Helipontos	
	Garagens	
	Terminais rodoviários	

Fonte: Moreira (1993).

As alterações do meio físico referem-se basicamente às ações sobre esse meio e seus processos. Entende-se por meio físico o conjunto do ambiente caracterizado pela interação de componentes predominantemente abióticos, quais sejam, materiais terrestres (solos, rochas, água e ar) e tipos naturais de energia (gravitacional, solar, energia interna da Terra e outras), incluindo suas modificações decorrentes da ação biológica e humana (Forsari Filho *et al.*, 1992). Neste contexto, as informações obtidas sobre o meio físico são de fundamental importância, de maneira que o equilíbrio entre seus componentes seja mantido dentro de limites satisfatórios.

Uma obra, ou qualquer outra forma de uso do solo em um determinado ambiente, ainda que garantida com seus próprios fatores de estabilidade e segurança, pode não manter uma relação equilibrada com o meio circundante. Por exemplo, a drenagem de uma estrada

pode ter sido adequadamente projetada para captar e eliminar a água da pista e, portanto, garantir sua estabilidade e segurança ao tráfego, mas o lançamento concentrado das águas captadas poderá provocar alterações significativas no escoamento superficial dos terrenos e, conseqüentemente, acelerar os processos erosivos (Oliveira *et al.*, 1995).

São diversos os métodos e os níveis de aprofundamento que podem conduzir à caracterização isolada de um ou outro processo do meio físico, os quais dependem das técnicas e objetivos dos diferentes ramos de estudo, a de seus variados campos de atuação na atmosfera, hidrosfera, litosfera ou biosfera. De maneira geral, os processos do meio físico podem ser classificados conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Processos do meio físico.

Meio	Processos
ATMOSFERA	Circulação de água no ar
	Circulação de partículas e gases na atmosfera
HIDROSFERA	Escoamento das águas em superfície
	Inundação
	Movimentação das águas de subsuperfície
LITOSFERA	Endógenos
	Potencialização e desencadeamento de sismos
	Carstificação
	Circulação de gases no solo e na rocha
	Intempéricos
	Expansão de solo ou rocha
	Interações físico-químicas na água, solo ou rocha
	Exógenos
	Processos pedogenéticos
	Corridas de massa
	Deposição de sedimentos
	Erosão eólica
	Erosão pela água
	Escorregamento
	Movimento de blocos
	Rastejo de solo
	De movimento de massa
	Subsidência

Fonte: Fornasari Filho *et al.* (1992).

Deve-se levar em consideração que, além da variedade de processos identificáveis, os fatores envolvidos podem ou não ser significativos frente a uma intervenção no meio, e que esta, por sua vez, pode se dar de variadas formas.

A caracterização desses processos em termos qualitativos ou quantitativos deve ser tomada como um dos alicerces de uma análise ambiental. Sua importância é tão relevante quanto maiores forem a clareza, a precisão e a eficiência que se desejam na previsão de alterações no ambiente. Assim, qualquer atividade antrópica ou processo tecnológico não poderá desencadear e acelerar processos do meio físico, alterando substancialmente as condições ambientais.

A recuperação de uma área degradada mostra-se tanto mais eficiente quanto mais detalhado for o planejamento que norteará as atividades ao longo do

tempo. Dessa forma, o planejamento pressupõe etapas que podem ou não ser implementadas concomitantemente. Não se pode relegar a segundo plano o aspecto econômico, haja vista que muitas vezes um empreendimento dessa natureza torna-se inviável justamente por não ter sido feito um estudo de viabilidade econômica, compatível com a realidade local. Assim posto, inicia-se o processo com base no conhecimento detalhado da área a ser trabalhada.

De acordo com diversos autores (Almeida, 2000; Angelis Neto e Angelis, 2000; Salvador e Miranda, 2004) um programa de recuperação de áreas degradadas deve levantar dados e informações, conforme segue:

- informações legais - dizem respeito a levantamentos que devem ser efetuados junto a cartórios de imóveis, prefeitura, e órgãos e/ou estruturas assemelhados, nos quais seja possível buscar informações sobre a situação legal da área: se é área de conflito, espólio ou hipotecada;
- histórico de utilização da área - informações sobre como a área degradada havia sido ocupada ao longo do tempo, que podem ser conseguidas por meio de revisão bibliográfica e fotográfica sobre a região, depoimentos de moradores mais antigos e registros de jornais;
- informações sobre a área antes da degradação - trata-se de resgatar, via registro histórico, dados sobre vegetação, fauna, hidrografia, clima, atividades antrópicas e outras que compunham a área em questão;
- análise da região fitogeográfica em que está localizada a área a recuperar;
- definição do tipo de uso futuro da área;
- análise da vegetação ocorrente na região de localização da área;
- solos - caracterização e análises físico-químicas;
- água - análises microbiológicas e físico-químicas/coleta de amostras;
- estudos faunísticos - grupos de espécies bioindicadoras e dispersoras; relação flora/fauna, dispersores, polinizadores;
- levantamento plani-altimétrico;
- estabelecimento de zoneamento para a área - no caso de se tratar de grande área, onde seja possível o uso diversificado de suas potencialidades;
- atividades de reconformação de terrenos;
- obras de engenharia;
- atividades de preparo e correção do solo para plantio - compreendem as etapas de sistematização da área; descompactação, aração e gradagem solo; calcareamento e adubação;
- conhecimentos de sucessão ecológica;
- seleção das espécies vegetais;
- aquisição/produção de mudas;
- atividades de plantio;
- atividades de manutenção dos plantios;

- monitoramento da área em reabilitação;
- avaliação e retro-alimentação do sistema.

Vegetação e seus usos no controle de processos

De acordo com o que fora demonstrado em relação aos processos tecnológicos e/ou atividades antrópicas e aos do meio físico selecionados, têm-se agora as influências da vegetação sobre o controle do desenvolvimento de impactos ambientais, conforme consta da Tabela 3.

Constata-se, pela Tabela 3, que para as funções da vegetação selecionadas (8), 53% são muito importantes, 19% importantes, 13% pouco importantes e apenas 15% são sem importância para o controle do desenvolvimento dos processos do meio físico analisados. Em relação aos processos tecnológicos, 63% são muito importantes, 13% são importantes, 17% são pouco importantes e 7% são sem importância.

A utilização do verde, principalmente as espécies arbóreas, no controle e prevenção de processos do meio físico está bastante relacionada com esses processos com o grau de importância variável em até 85% dos casos. Percebe-se que as espécies vegetais podem ser usadas também na recuperação de áreas degradadas por esses processos, por meio da sua utilização paisagística, como elemento estabilizador do processo, ou como

barreira física à ocorrência e desenvolvimento destes. Aliando-se suas funções físicas e mecânicas, consegue-se não só recuperar essas áreas degradadas, como também torná-las aptas para outras formas de usos e funções.

Com relação aos processos tecnológicos/atividades antrópicas, observa-se que essa importância aumenta para 93%, o que configura um estreito relacionamento que o verde tem com a prevenção e o controle de impactos ambientais ocasionados por esses processos.

Sendo assim, a vegetação pode ser utilizada para:

- restauração: associada à idéia de reprodução das condições exatas do local, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção;
- recuperação: associada à idéia de que o local alterado seja trabalhado de modo a que as condições ambientais se situem próximas às condições anteriores à intervenção, ou seja, trata-se de devolver ao local o equilíbrio e a estabilidade dos processos ambientais ali atuantes anteriormente;
- reabilitação: associada à idéia de que o local alterado deverá ser destinado a uma dada forma de uso do solo, de acordo com projeto prévio e em condições compatíveis com a ocupação circunvizinha, ou seja, trata-se de reaproveitar a área para outra finalidade.

Tabela 3. Funções da vegetação e sua influência sobre os processos tecnológicos e do meio físico selecionados.

Vegetação Funções	Processos do meio físico				Processos tecnológicos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Estabilização de determinada superfície pela fixação do solo pelas raízes das plantas	●	●	●	■	●	●	●	●	●	○	○	○	●
Obstáculo contra o vento e ruídos	○	■	□	□	●	●	●	●	○	■	○	●	●
Proteção da qualidade da água, impedindo que os poluentes escoem para os cursos d'água	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Filtragem e equilíbrio do índice de umidade do ar, diminuindo a poeira e poluição	○	□	□	□	●	●	■	■	○	■	■	○	●
Proteção às nascentes e mananciais	●	●	■	●	●	●	●	●	●	■	■	●	●
Aumento da taxa de infiltração das águas pluviais	●	●	●	■	■	●	○	○	○	□	□	□	○
Interação entre as atividades humanas e o meio ambiente	●	●	●	■	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mantém as propriedades do solo: permeabilidade e fertilidade	●	○	●	○	●	●	○	■	●	□	□	□	●

● muito importante; ■ importante; ○ pouco importante; □ sem importância.

1. erosão; 2. assoreamento; 3. escorregamento; 4. subsidência; 5. obras de saneamento; 6. urbanização; 7. transporte e transmissão; 8. extração mineral; 9. agropecuária; 10. comércio e serviços; 11. usinas de geração de energia; 12. instalações terminais; 13. indústria de transformação.

Fonte: De Angelis Neto e De Angelis (2000).

Reabilitar ou recuperar áreas degradadas ou alteradas pela atividade do homem, ou como consequência dessas atividades, via uso da vegetação, pressupõe o conhecimento de dois componentes de fundamental importância: o solo e a própria vegetação. Além disso, é necessário levar em consideração o estresse a que está submetida a vegetação junto às cidades. Esse estresse diz respeito às condições ambientais adversas, como

impermeabilização; “competição” intensa das árvores com as infra-estruturas aéreas (fiação elétrica de alta e baixa tensão, cabos telefônicos e de TV a cabo), subterrâneas (redes de esgoto e água tratada, galerias pluviais e cabos de telefonia) e de superfície (posteamto, lixeiras, guarda-bicicleta, placas de sinalização, protetores de árvores...), além das edificações de grande porte; agentes poluentes

oriundos de escape dos carros e indústrias; ação vandálica dos seres humanos, entre outras.

Cabe aqui um parêntese no sentido de expor os principais objetivos de recuperação de uma área urbana degradada:

- recuperação e conservação da flora local e/ou regional;
- controle de processos erosivos e recuperação de áreas assoreadas;
- proteção dos recursos hídricos via implantação de mata ciliar e/ou de galeria;
- atração da fauna, sobretudo a avifauna;
- melhoria do microclima na área e no seu entorno próximo;
- criação de áreas para recreação, entretenimento, lazer e de proteção ambiental;
- melhoria estética e embelezamento.

Sucessão ecológica

Embora os conhecimentos da sucessão se apliquem muito mais à recuperação de florestas e áreas similares, não há como dissociar esses conhecimentos e sua aplicabilidade à recuperação de áreas degradadas na zona urbana. Tal assertiva prende-se ao fato de que é de fundamental importância que em qualquer trabalho dessa natureza busque-se, sempre que possível, recompor o ambiente de acordo com suas características originais. Nesse contexto, Almeida (2000, p. 47) afirma:

Entende-se como sucessão natural, o processo de desenvolvimento de uma comunidade (ecossistema) em função de modificações das composições no ambiente considerado, culminando no estágio clímax. O processo de colonização inicia-se com espécies pioneiras – espécies adaptadas às condições (limitações) apresentadas. Estas criam condições adequadas de microclima e solo para estabelecimento de outros grupos de plantas – secundárias – espécies que necessitam de menos luz e melhores condições de solo. Esta sequência sucessional evolui até um estágio final (clímax), representado por um grande número de espécies constituídas por poucos indivíduos, portanto, com maior diversidade.

Para se aplicar o conceito da sucessão ecológica, é mister que se tenha domínio sobre como se processa tal sucessão, a partir das características das diversas espécies vegetais que se queira implantar em um projeto de recuperação de área degradada. Neste contexto, baseou-se em Bazzaz e Pickett (1980), Swaine e Whithmore (1988), Gandolfi (1991) e Gonçalves *et al.* (1992) para apresentar os quatro grupos ecofisiológicos e suas respectivas características, conforme exposto na sequência.

Espécies pioneiras:

- desenvolvem-se em clareias, bordas ou locais abertos;
- pequeno número de espécies;
- grande densidade de plantas por hectare;
- ciclo de vida curto (10-20 anos);
- dispersão de sementes por agentes generalistas;
- viabilidade das sementes longas;
- produção de grande quantidade de sementes;
- sementes em geral pequenas;
- altas taxas de crescimento vegetativo;
- sistema radicular de absorção mais desenvolvido;
- alta plasticidade fenotípica;
- extensa amplitude ecológica (dispersão geográfica);
- raramente formam associação micorrízica.

Secundárias iniciais:

- desenvolvem-se em locais semi-abertos;
- aceitam somente sombreamento parcial;
- convivem com as pioneiras;
- grupo mais representativo nos estádios médios de sucessão.

Secundárias tardias:

- desenvolvem-se exclusivamente em sub-bosques, em áreas permanentemente sombreadas;
- iniciam sua presença em estádios médios de sucessão;
- são geralmente árvores de grande porte;
- suas sementes são dispersas por gravidade e por alguns grupos de animais.

Espécies clímax:

- regeneram-se e se desenvolvem em plena sombra;
- suas sementes possuem, geralmente, viabilidade curta e raramente apresentam algum tipo de dormência;
- sementes dispersas por gravidade, mamíferos e roedores;
- apresentam baixa densidade por área;
- existe um grande número de espécies deste grupo em florestas primárias e nos estádios avançados de sucessão;
- em pequenos fragmentos florestais isolados, são geralmente espécies raras;
- ciclo de vida longo;
- não necessitam de clareiras para sua regeneração;
- definem a estrutura final da floresta;
- crescimento vegetativo lento;
- alta densidade da madeira;
- presença de sistema radicular atrofiado, com poucas raízes de absorção;
- a maior parte das espécies é formadora de associações micorrízicas.

As características apresentadas constituem-se em mais um parâmetro a auxiliar na escolha das espécies mais indicadas para recuperação da área degradada que se pretende recuperar.

Seleção das espécies vegetais

A escolha das diferentes espécies vegetais utilizadas na recuperação de áreas urbanas degradadas deve, sempre que possível, pautar-se por aquelas nativas da região. Porém, é preciso lembrar que nem sempre isso é possível, dadas as diferenças ambientais consideráveis existentes entre o seu *habitat* natural e aquele das cidades, extremamente desfavorável à vegetação. Diante dessa situação, a opção tem de ser por aquelas mais resistentes às vicissitudes da urbe, procurando compatibilizar o atendimento ao objetivo de recuperação da área com as características das espécies vegetais.

Por ocasião da escolha das espécies, é importante considerar que existem três grandes grupos nos quais se pode “enquadrar” a maior parte da vegetação: o grupo das arbóreas, o das arbustivas e a vegetação ervada. A vegetação ervada protege essencialmente contra a erosão superficial (ravinamento, dissecação, alteração da superfície), agregando as camadas superficiais em uma espessura variável média de 5 a 25 cm; atua na formação do húmus e implanta-se rapidamente. Nesse caso, preconiza-se a consorciação entre leguminosas e gramíneas. Por sua vez, a vegetação arbustiva liga as camadas do solo em uma espessura de 1,0 a 1,5 m, às vezes mais. A vegetação arbórescente, pela importância das raízes, permite a coesão das camadas de solos em profundidade e também a eliminação de grandes quantidades de água subterrânea. Serão atingidos melhores resultados quando se utilizarem, equilibradamente, esses três tipos de vegetação.

A escolha das espécies deve levar em consideração:

- tipo de solo – as espécies vegetais têm necessidades diferenciadas no que diz respeito às características do solo, como acidez, textura, estrutura, umidade, fertilidade e outros parâmetros pertinentes;
- condições climáticas – da mesma forma que o observado acima para solos, aplica-se no caso das condições climáticas, visto que os vegetais, em seus diferentes grupos, apresentam necessidades diferenciadas com relação ao presente quesito;
- dispensar operações de manutenção – isso implicaria em maiores custos financeiros;
- rusticidade – é condição primeira, uma vez que as espécies serão plantadas em solos empobrecidos e/ou recuperados;

- vigor – apresentar capacidade de rápido estabelecimento e desenvolvimento;
- elevado potencial de dispersão – recomenda-se a inclusão de espécies com sementes aladas, tendo em vista a facilidade de sua dispersão através da ação dos ventos;
- atrativos – preferencialmente evitar aquelas que apresentem atrativos de alguma natureza, como frutos, produtoras de alimento, fibras, flores vistosas, madeira de uso na construção, lenha, propriedades medicinais, visto que essas características comprometem o desenvolvimento da espécie, uma vez que ficam sujeitas ao vandalismo;
- ocorrência natural na região – seja a produção e/ou coleta de sementes, como também de mudas, uma vez que esse expediente torna menos oneroso o projeto;
- sistema radicular – devem apresentar raízes densas que formem trama desenvolvida e de longo alcance;
- heterogeneidade das espécies – evitar a monocultura, passíveis que são de sofrerem perdas consideráveis no caso de ataque de pragas e/ou incidência de patógenos;
- capacidade para associação com micorrizas – o que significa capacidade para fixar nitrogênio e, conseqüentemente, elevada produção de biomassa;
- apresentar potencial apícola e produção de frutos que atraíam a avifauna;
- alta capacidade para reciclar nutrientes.

Há que se observar que as diretrizes citadas são genéricas, sendo necessário o conhecimento específico de cada área degradada que será recuperada, a partir do que se procede aos estudos para a escolha das espécies vegetais que mais se coadunam com as diferentes situações de campo.

Métodos de plantio

Essa fase do projeto de recuperação da área degradada é de vital importância, tendo em vista que o sucesso da empreitada dependerá da forma como o vegetal for nela inserido. É o tipo de área degradada (se processo erosivo, recuperação de taludes, cava de minério desativada, recomposição de mata ciliar) que determinará, em última análise, o(s) sistema(s) de plantio. Existem diversos métodos de plantio, que poderão ser utilizados isoladamente ou de forma conjunta, dependendo das características do relevo (plano ou declivoso), disponibilidade de recursos financeiros, disponibilidade de material de propagação (sementes, mudas), de mão-de-obra e equipamentos. Os métodos mais comumente utilizados são plantio de mudas, plantio de material

propagativo, semeio a lanço, semeadura aérea, hidrossemeadura e utilização de telas naturais.

Plantio de mudas – Método utilizado na recuperação de áreas de pequeno a grande porte, fazendo-se uso de espécies arbóreas, arbustivas e ervadas. Permite uma mais rápida formação da vegetação, com conseqüente proteção do solo em um período de tempo menor.

Plantio através de material propagativo – Nesse caso, faz-se uso de estacas, bulbos, tubérculos, rizomas e estolões, entre outras estruturas, sendo mais comum encontrá-las junto ao grupo das arbustivas e ervadas.

Semeio a lanço – Utilizado com mais frequência no plantio de espécies gramíneas e leguminosas rasteiras, em áreas planas e de pequena dimensão.

Semeio aéreo – Também chamado de “chuva de sementes”, é um método que se aplica a áreas de difícil acesso e também àquelas de acentuado declive. Requer monitoramento para novos semeios, necessitando de solos férteis, permeáveis e áreas com bons índices pluviométricos.

Hidrossemeadura – Processo que consiste no jateamento de uma mistura composta por sementes, água, fertilizantes (químico e orgânico), substância adesiva e substância hidratante. Método que necessita de re-semeios; porém, apresenta a vantagem de poder ser utilizado em áreas declivosas e de difícil acesso, atingindo-se maiores áreas em curto espaço de tempo e a custos relativamente baixos. Sua eficiência depende das condições climáticas e de solo.

Utilização de telas naturais – Geralmente constituídas por uma malha geossintética leve de reforço, e, conforme a aplicação, com inclusões de fibras de origem vegetal, tais como palha e fibra de coco. Têm sido utilizadas em áreas declivosas e taludes de aterro e corte no sentido de conferir proteção superficial do solo, reforçando e protegendo a vegetação, sobretudo, na fase de germinação. A vegetação cresce através da geomanta, entrelaçando-se intimamente com o reforço geossintético, auxiliando, desta forma, a fixação das espécies escolhidas, principais responsáveis pela proteção contra a erosão. Sendo biodegradáveis, permitem a decomposição e, conseqüentemente, funcionam como matéria orgânica para melhora dos solos.

Como se vê, diversos são os métodos de plantio, sendo que cada um apresenta vantagens e desvantagens, recaindo a escolha do método, ou dos métodos, na análise dos diversos fatores inerentes, não só à área a ser tratada como a parâmetros de ordem econômica e recursos humanos disponíveis.

Conclusão

Os processos tecnológicos ou empreendimentos realizados pelo ser humano acabam causando uma

série de impactos sobre o meio. Em variadas escalas e graus de intensidade, podem desencadear e modificar processos do meio físico, como potencializar e desencadear a instabilização de encostas ou acelerar processos erosivos. O que se buscou neste trabalho foi demonstrar, ainda que de forma bastante breve, como a vegetação pode auxiliar na recuperação ambiental de áreas degradadas.

De forma bastante fragmentada e distribuída entre vários cursos de graduação (Agronomia, Engenharia Florestal, Biologia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Geografia, entre outros), o uso da vegetação com objetivo de recuperação de áreas degradadas começa a chamar a atenção de pesquisadores. Existe um vasto campo para estudos e pesquisas visando à aplicação da vegetação com esse enfoque.

Dentre as obras de engenharia utilizadas para a contenção de encostas e controle de processos erosivos, aquelas que utilizam espécies vegetais são as mais econômicas, aliadas a um aspecto técnico incontestável. Romper a inércia da fragmentação e diluição dos conteúdos nas disciplinas dos cursos de graduação poderá ser um caminho a ser trilhado na busca de uma utilização mais adequada das espécies vegetais.

Se, por um lado tem-se a necessidade de novos estudos e pesquisas nesta área, por outro há o surgimento de iniciativas (ainda que tímidas) na iniciativa privada. Empresas vêm se dedicando aos estudos e pesquisas sobre o assunto, que apresenta um mercado considerável a ser ocupado: demandas crescentes com a constante diminuição de recursos nas esferas federal, estadual e municipal.

Governos estaduais e municipais começam a se interessar pela utilização da vegetação na recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas urbanas. Geralmente nos locais de ocorrência da “cidade informal”, os fundos de vales, as áreas de recargas de aquíferos, as várzeas e encostas íngremes servem de moradia para a população menos favorecida. Acidentes – *hazards* – de grandes proporções tomam lugar em pontos específicos da cidade, facilmente identificáveis por modernas técnicas de imagem com sensoriamento remoto (imagens LANDSAT e SPOT) e GPS (Sistemas de Posicionamento Global). Combatê-las, controlá-las e monitorá-las é uma tarefa que se torna urgente frente ao aumento da densidade populacional em áreas urbanas.

Enfim, têm-se as pesquisas realizadas nos centros de pesquisas e universidades, com um número razoável de pesquisadores envolvidos em cursos de pós-graduação e de atualização, trabalhando em convênio com o poder público. Nesses casos, tem-se a transferência rápida da tecnologia pela aplicação e verificação de eficácia nas intervenções realizadas.

Assim, caminha-se para a formação de um acervo técnico sobre a comprovação da importância e eficiência – técnica e econômica – da utilização da vegetação na recuperação ambiental de áreas urbanas.

Referências

- ALMEIDA, D.S. *Recuperação ambiental da mata atlântica*. Ilhéus: Editus, 2000.
- ANGELIS NETO, G. *As deficiências nos instrumentos de gestão e os impactos ambientais causados por resíduos sólidos urbanos: o caso de Maringá/PR*. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ANGELIS NETO, G.; ANGELIS, B.L.D. A vegetação e sua importância no controle de áreas urbanas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ÁREAS DEGRADADAS, 4. 2000, Blumenau - SC. Anais... Blumenau: FURB, 2000. p. 265.
- BAZZAZ, F.A.; PICKETT, S.T.A. Phyological ecology of tropical succession: a comparative review. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, Palo Alto, v. 11, p. 287-310. 1980.
- EMBRAPA. Degradação do solo: um problema rural e urbano. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/serviços/baby/area.html>> Acesso em: 27 de maio de 2004.
- FORSARI FILHO, N. *et al.* *Alterações do meio físico decorrentes de obras de engenharia*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1992. (Publicação IPT; n. 1972).
- GANDOLFI, S. *Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta residual na área do aeroporto internacional de São Paulo, Município de Guarulhos, SP*. 1991. Dissertação (Mestrado) – Instituto Biológico, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- GONÇALVES, J.L.M. *et al.* Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. *Rev. Inst. Flor. São Paulo*, São Paulo, v. 4, p. 363-368, 1992.
- MOREIRA, I.V.D. Aplicações da avaliação de impactos ambientais: critérios para seleção de projetos. In: JUCHEM, P.A. (Coord.). *Manual de avaliação de impactos ambientais*. 2. ed. Curitiba: IAP/GTZ, 1993.
- OLIVEIRA, A.M.S. *et al.* Geologia de engenharia e meio ambiente. In: BITAR, O.Y. (Coord.). *Curso de geologia aplicada ao meio ambiente*. São Paulo: ABGE/IPT – DIGEO, 1995.
- SALVADOR, A.R.F.; MIRANDA, J.S. Recuperação de áreas degradadas. [S.l.: s.n.], 2004. Disponível em: <<http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/meioambiente/>> Acesso em: 30 de maio de 2004.
- SWAINE, M.D.; WHITHMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rains forest. *Vegetatio*. The Hague, v. 75, p. 81-86, 1988.
- ZUQUETTE, L.V. *Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração*. 1993. Tese (Livre Docência) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

Received on January 22, 2004.

Accepted on June 21, 2004.