
A ECOLOGIA DA PAISAGEM NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

ANDRÉ SCARAMBONE ZAÚ
Mestre, Prof. Assistente, DCA - IF - UFRRJ

RESUMO

Alguns conceitos atuais da Ecologia da Paisagem (estrutura e funcionamento da paisagem abordada de forma sistêmica) são discutidos considerando-se a fragmentação do espaço natural pela sociedade moderna. A ampliação da efetividade das Unidades de Conservação (UC's) baseia-se em princípios ecológico-espaciais nos quais áreas mais próximas, maiores e mais arredondadas são as mais adequadas. Considera-se fundamental o aumento da conectividade entre UC's, através da proposição de corredores de ligação, baseados nas restrições legais; além da diminuição das interferências externas, por meio das zonas de abafamento e de uso restrito. De forma preliminar, UC's em ecossistemas florestais tropicais devem apresentar uma superfície preferencialmente superior a 100 ha; uma zona de abafamento de, pelo menos, 100 m em seu entorno; uma zona de uso restrito de 10 Km de raio; além de corredores de ligação à outras UC's, com larguras superiores a 200 m.

Palavras chave: Ecologia da paisagem, unidades de conservação, planejamento territorial.

ABSTRACT

Some recent concepts of landscape ecology (structure and function of landscape treated on systemic form) are discussed considering the fragmentation of natural space by the modern society. The increase of effectiveness of Conservation Units (CU's) is based upon ecological-space principles in which closer, bigger and more circular shaped areas are more adequate. The increase of connectivity between CU's is considered fundamental and it is proposed by the linkage corridors, based on legal restrictions; besides the decrease of external interferences, by the buffer and restricted zones. In a preliminary way, the CU's into tropical forests ecosystems must have an area higher than 100 ha; a buffer zone having, at least, a 100 m width around it; a restricted use zone having 10 Km radius; as well as linkage corridors to others CU's wider than 200 m.

Key words: Landscape ecology, conservation units, territorial planing

1 - Considerações iniciais:

Ecologia da paisagem é o estudo de como a heterogeneidade e a escala espacial afetam os processos ecológicos. O enfoque

é ecossistêmico, e a abordagem espacial está pautada na relação entre a estrutura da paisagem (padrões espaciais dos ecossistemas) e seu funcionamento (interações e fluxos de energia, matéria e

espécies dentro e entre os componentes dos ecossistemas que compõem a paisagem). Segundo Kupfer (1995), a escala espacial de interesse varia em torno de 10 a 1.000 Km², sendo geralmente maior do que ecossistemas simples ou trechos de habitats, mas menor do que grandes regiões geográficas.

Ecossistemas naturais, e mesmo paisagens podem ser delimitados. Porém são espaços abertos e, desta forma, se relacionam com seus entornos estando sujeitos à alterações estruturais e nos processos funcionais ao longo do tempo. Por isso, atributos espaciais e ecológicos devem ser considerados em conjunto.

Em termos de potencial agrícola, áreas destinadas à conservação são aquelas inaptas ao uso mais direto. Porém, como destacado em Ramalho Filho & Beek (1995), "nessas paisagens deve ser estabelecida ou mantida uma cobertura vegetal", preferencialmente nativa, "não só por razões ecológicas, mas também para proteção de áreas contíguas agricultáveis." Lopes Assad (1995), destaca ainda que, em relação ao uso e manejo do solo, "o conceito de planejamento deve ser condicionado também por fatores como diversidade biológica da área e o seu valor ecológico; a importância da área dentro de um contexto de ocupação rural ou urbana; a função da área em atividades não produtivas, etc."

A inclusão efetiva das áreas de conservação como unidades funcionais, dentro do contexto do desenvolvimento sócio-econômico no Brasil torna-se fundamental para a manutenção da "maior biodiversidade do planeta" (Mittermeir *et al.* 1992) e para que o uso da terra atinja de maneira abrangente os preceitos estabelecidos na Constituição Federal.

II - Parâmetros

Alguns conceitos ecológicos devem ser repensados sob uma nova ótica que considere a ampla e intensa fragmentação do espaço natural pela sociedade moderna. Desta forma, parâmetros podem ser analisados com vistas

à compreensão de parte da estrutura e principalmente das limitações impostas ao funcionamento das paisagens (espaços naturais e modificados pelo homem).

Áreas ditas de conservação, e/ou de uso racional (sustentável ao longo do tempo) dos recursos genéticos, energéticos, hídricos, paisagísticos, etc, como parques, reservas (ecológicas, biológicas ou extrativistas), APAs, florestas protetoras, estações ecológicas, monumentos naturais, etc, devem ser planejadas e criadas considerando os efeitos negativos do isolamento. Em relação à distribuição espacial, as distâncias devem estar pautadas em estudos autoecológicos bem como na dinâmica populacional das espécies que compõem a comunidade e consequentemente o ecossistema a ser preservado.

Tais análises visam a compreensão das distâncias necessárias para que haja fluxo gênico entre populações separadas espacialmente. Com base nestes princípios ecológicos, áreas mais próximas são mais adequadas porque tendem a apresentar maiores chances de perpetuação das condições naturais de evolução em função das maiores chances de trocas genéticas. Em contrapartida, áreas que abarquem ecossistemas únicos ou em excelente estado de conservação, não só podem como devem ser incluídas em uma "rede integrada de áreas preservadas", uma vez que a diversidade de ecossistemas também é condicionante da alta biodiversidade.

No caso de ecossistemas complexos, como por exemplo as florestas tropicais, os conhecimentos hoje existentes estão ainda distantes de fornecerem as informações necessárias. Pode-se pensar, então, na análise de espécies indicadoras ("correlacionada à uma condição ou um conjunto de condições físicas, químicas e/ou biológicas, indicando desta forma a existência de tais condições") (ACIESP, 1987) e numa abordagem ecossistêmica que vise à **manutenção da estrutura** interna (biodiversidade, níveis tróficos,

compartimentos físicos, etc) e do funcionamento (fluxos gênicos, de matéria, de energia e interconexões) da área a ser preservada.

Em relação ao grau de isolamento, este pode ser mensurado através da média das distâncias até os vizinhos semelhantes mais próximos (Forman & Gordon, 1986). Porém, as condições mais adequadas não estão somente baseadas na distância (grau de isolamento), mas também no tamanho e na dificuldade de trânsito entre áreas, em função de diferenças nas condições ecológicas destas e da vizinhança (grau de rugosidade) (Viana *et al.* 1992).

Grau de isolamento, tamanho, grau de rugosidade e a forma da área compõem o tamanho efetivo da área de conservação. O aumento do tamanho efetivo e da ligação entre áreas conservadas é o mais novo desafio dos planejadores ambientais.

Em relação ao tamanho, uma ou algumas "reservas" com áreas maiores são mais adequadas do que várias reservas pequenas, especialmente se há uma ampliação efetiva dos nichos ecológicos das espécies, de forma com que estes possam comportar mais populações e/ou populações maiores; e também em função da diminuição dos efeitos de borda e dos custos financeiros de manutenção.

Em relação à forma, os efeitos provenientes das margens, contatos interior/exterior ou simplesmente bordas, conduzem à assertiva de que quanto menor a proporção perímetro/área, menos interferências externas tenderão a ocorrer no interior das áreas de conservação *latu sensu* (Kupfer, 1995; Odum, 1986; Viana, 1992). Desta maneira, formas mais arredondadas são mais adequadas em função da menor relação borda/interior. Por isso devem ser preferidas em detrimento de formas alongadas ou especialmente muito irregulares. Bordas irregulares aumentam a "superfície de contato" entre os dois ambientes distintos (a área de conservação e seu entorno) muitas vezes ampliando os efeitos

degenerativos (efeitos de borda).

Kupfer (1995) cita um parâmetro adimensional, já conhecido, que fornece o índice de desvio da circularidade podendo ser usado para proposições práticas e caracterizações de formas:

$$IB = P / (200 (\lambda A)^{0,5}$$

onde: IB = índice de borda; P = perímetro (m); A = área (ha).

Como efeitos negativos da formação de bordas, Kapos (1989) e Lovejoy *et al.* (s/d.) citam, para fragmentos florestais da Amazônia, o aumento da temperatura do ar e do solo, alterações em termos de umidade do ar e no balanço hídrico, alterações florísticas e estruturais da vegetação, etc. Kapos (op. cit.), considerando somente o período úmido (no seco, segundo a autora, os resultados podem ser bem piores), constata que áreas isoladas com 1,0 ha foram completamente alteradas. Fragmentos menores do que 10 ha também podem sofrer alterações em toda extensão, através de processos regressivos contínuos. Kapos (op. cit.) também observou que nos fragmentos com 100 ha, os efeitos de borda podem penetrar até mais de 60 m transformando cerca de 24% de sua área original. Como observado em fragmentos de Mata Atlântica no Município do Rio de Janeiro, tais processos também modificam por completo a estrutura física e biológica original da área (Zaú, 1994).

III - Ampliação da conectividade entre áreas conservadas:

A fragmentação dos espaços pode isolar significativamente ecossistemas ou trechos destes, acarretando-lhes alterações estruturais e funcionais. Além disso o uso da terra promove o surgimento de superfícies com as mais diversas estruturas (agricultura, pastos, áreas abandonadas, cidades, etc). Desta forma, a superfície do solo pode ser vista em termos de dificuldade de trânsito entre áreas conservadas (passagem de animais para busca de recursos, e mesmo vegetais, através da dispersão de suas sementes, colonização de novas áreas, refúgios e para cruzamentos

ou fluxos genéticos entre populações) (Green, no prelo; Taylor, 1993).

Em função de diferenças nas condições ecológicas do interior das áreas conservadas em relação às condições ecológicas de sua vizinhança, pode-se avaliar o grau de rugosidade da paisagem. Pode-se dizer que a rugosidade é baixa quando, por exemplo, duas áreas de florestas bem conservadas estão interconectadas por uma floresta secundária não muito recente. Por outro lado, a rugosidade pode ser considerada alta quando essas mesmas duas áreas são separadas por um tipo de uso muito intensivo da terra, como culturas anuais mecanizadas, por áreas dominadas por gramíneas e até mesmo por verdadeiras barreiras antrópicas "intransponíveis" como áreas densamente urbanizadas (Zaú *et al.*, no prelo), ou ainda grandes barreiras naturais (isolamento em ilhas, por grandes cadeias montanhosas, etc).

Segundo Green (no prelo), a genética das populações é altamente sensível a mudanças na conectividade. O autor comenta que processos de especiação podem ocorrer mesmo sem a existência de grandes barreiras geográficas, bastando para isso que a conectividade decaia abaixo do limite crítico pelo tempo necessário e que populações restritas à áreas pequenas e homogêneas correm o risco de perderem suas diversidades genéticas (*pool* genético da espécie) e acumularem mutações prejudiciais.

Porém, a partir das considerações sobre estabilidade local e global, abordadas em Green (op. cit.), observa-se que o mais importante na questão da conexão entre áreas é que elas podem até apresentar certa instabilidade local, caso exista uma estabilidade regional ou "global". Desta forma os processos naturais evolutivos podem estar assegurados. Mais uma vez ressalta-se a necessidade de ampliação das interconexões entre áreas de conservação, especialmente daquelas mais próximas entre si, formando núcleos ou grupos de unidades interconectadas.

O aumento de conectividade passa portanto pela proposição de corredores e zonas de uso restrito. Os **corredores** podem ser definidos como traçados ou rotas de ligação entre duas áreas. Para efeito de planejamento devem situar-se sob as condições mais adequadas, considerando: a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas que compõem as áreas conservadas, as larguras e comprimentos mínimos, e parâmetros autoecológicos, de forma que sejam efetivos para a maior parte das populações. Porém, eventualmente, podem seguir traçados sob as condições "possíveis".

Deve-se considerar primeiramente que as **restrições legais** de uso estejam efetivamente implementadas. No caso de florestas e demais formações vegetais as restrições se dão em áreas situadas em altitudes superiores a 1800 m; declividades entre 25° e 45° e superiores a 45°; 100 m de bordas e tabuleiros; 50 m de raio para as nascentes em quaisquer posições topográficas; margens de rios (30 m para rios de 10 m de largura, 50 m para os de 10 a 50, 100 m para os de 50 a 200, 200 m para os de 200 a 600, e 500 m para os rios acima de 600 m de largura); ao redor de lagoas, lagos ou reservatórios naturais e artificiais (30 m em áreas urbanas e 100 m em áreas rurais para corpos acima de 20 ha, senão 50 m); Além de formações vegetais naturais que atenuem a erosão; fixem dunas; protejam sítios de excepcional valor científico, histórico ou cênico; possuam exemplares da fauna ou da flora ameaçados de extinção; sejam necessárias à populações silvícolas; etc (Lei Federal nº 4.771/65, Lei Federal nº 7.803/89 e Resolução CONAMA nº 4/85 in FEEMA, 1992). Posteriormente pode-se considerar também outras possibilidades para o traçado dos corredores que não aqueles trechos sob restrições legais, como por exemplo áreas de reflorestamentos, ou sob culturas nativas perenes.

A manutenção de áreas de conservação exige ainda a proposição de **zonas de uso restrito** de forma a minimizar problemas decorrentes de incompatibilidades em relação ao uso de

seus entornos. Nesse sentido a Resolução CONAMA nº 13/90 (in FEEMA, 1992), estabelece que num raio de 10 Km (dez quilômetros), qualquer atividade que possa afetar a biota, deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente.

IV - Considerações finais

Considerando as grandes particularidades ecológicas existentes entre os mais diversos ecossistemas brasileiros, é de se esperar que existam diferenças significativas nos efeitos deletérios da fragmentação (processos provenientes do isolamento e dos efeitos de borda), bem como na forma e intensidade com que essas alterações se dão espacialmente.

Porém, em função da carência de estudos nessa direção, cabe a adoção, mesmo que preliminar, de critérios a partir dos estudos realizados para fragmentos florestais. Estes, aliados aos princípios gerais da ecologia de paisagens, visam à ampliação das probabilidades de manutenção da biodiversidade *in situ*. Considerando os estudos de dinâmica de fragmentos florestais na Amazônia (Lovejoy et al. 1986 e Kapos, 1989), sugere-se que as áreas de conservação tenham, a princípio, uma **superfície de preferência superior a 100 ha**, visto que cerca de 1/4 desta é alterada por efeito de borda (Kapos, op. cit.). Além disso, sugere-se uma **zona de abafamento** de, pelo menos, **100 m em seu entorno e corredores** de conexão à outras áreas de conservação. Considerando que alterações físicas, biológicas e especialmente microclimáticas foram detectadas à mais de 60 m da borda de fragmentos (Kapos, op. cit.), e que em condições de relevo acidentado os efeitos podem se estender por distâncias muito maiores (Zaú et al., no prelo); propõe-se que os corredores sejam mais largos do que estes 120 m de área alterada, contendo um trecho em que as condições ecológicas sejam semelhantes às do interior da unidade de conservação. Desta forma as **larguras mínimas** adequadas aos corredores estariam, a princípio, **acima dos 200 m**, porém, o simples cumprimento efetivo dos

critérios estabelecidos na Lei Federal nº 7.803 de 18 de julho de 1989 (in FEEMA, 1992), já seria um grande passo para o aumento da conectividade das unidades de conservação.

É claro que não se pode desconsiderar o promissor, e cada vez mais necessário, papel do homem na "troca genética" entre populações "confirmadas em ilhas" (Unidades de conservação). Através de programas de transferência de sementes/mudas ou animais de espécies "ameaçadas" pode-se trazer o material genético de populações/localidades distantes provocando o enriquecimento do *pool* genético das populações locais. Esse processo vem sendo desenvolvido há anos por jardins zoológicos e instituições de pesquisa que têm animais confinados e, mais recentemente, por algumas instituições voltadas à conservação de espécies vegetais ameaçadas ou importantes economicamente.

A proposição das áreas de conservação, das zonas de uso restrito e dos corredores deve efetivamente ser implementada. A razão para isto é que a manutenção da biodiversidade, a longo prazo e num grande número de casos, estará condicionada ao real aumento da conectividade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Rogério Ribeiro de Oliveira (Ecólogo / FEEMA e Professor de Ecologia / Depto. de Geografia e Meio Ambiente / PUC / RJ) e a Evaristo de Castro Júnior (Professor de Biogeografia / Depto. de Geografia / UFRJ) os quais contribuíram com importantes considerações, após a leitura crítica deste. Agradeço a Francesco Palmieri (Pesquisador III - CNPS / EMBRAPA) pela revisão do resumo em inglês.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIESP, CNPq, FAPESP & SCT. Glossário de Ecologia. ACIESP. nº 57.271p. 1987.
- FEEMA. *Coletânea de legislação federal e estadual de meio ambiente*. Fundação Estadual de Engenharia do Meio

- Ambiente. Notrya. Rio de Janeiro. 383 p. 1992.
- FORMAM, R.T.T. & Gordon, M. 1986. *Landscape Ecology*. New York. Wiley Sons.
- GREEN, D. G. Connectivity and complexity in landscapes and ecosystems. *Pacific Conservation Biology*, in press. 1996. (via Internet).
- KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 5:173-185, 1989.
- KUPFER, J. A. Landscape ecology and biogeography. *Progress in Physical Geography*, 19 (1): 18-34. 1995.
- LOPES ASSAD, M. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da aptidão agrícola de terras. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 19:133-139, 1995.
- LOVEJOY, T. E.; BIERREGAARD, R.O.; JR. RYLANDS, A. B.; MALCOLM, J.R.; QUINTELA, C. E.; HARPER, L. H.; BROWN, K. S.; JR. POWELL, A. H.; SCHUBART, H. O. R. & HAYS, M. B. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. in: *Conservation Biology* (Ed. M.E. Soule), pp. 257-285. Sinauer, Sunderland, Massachusetts.
- MITTERMEIR, R. A.; WERNER, T.; AYRES, J. M. & FONSECA, G. A. B. O País da megadiversidade. *Ciência Hoje*. 14 (81): 20-27. 1992.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Ed. Guanabara, Rio de Janeiro. 434 pp. 1986.
- RAMALHO FILHO, A. & BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro. EMBRAPA-CNPQ. 1995. vii + 65 p.
- TAYLOR, P. D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K. & MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68 (3): 571-573. 1993.
- VIANA, V. M.; TABANEZ, J. A. & MATINEZ, J. L. A. Restauração e manejo de fragmentos florestais. 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. 400-406. 1992.
- ZAÚ, A. S. Cobertura vegetal: transformações e resultantes microclimáticas e hidrológicas superficiais na vertente norte do Morro do Sumaré, Parque Nacional da Tijuca-RJ. *Dissertação de mestrado*. PPGG / CCMN / UFRJ. 1994. 197 p.
- ZAÚ, A. S.; OLIVEIRA, R. R. DE & COELHO NETTO, A. L. A Floresta da Tijuca vai acabar? Fragmentação e degeneração do Parque Nacional da Tijuca. *Anais do 1º Enc. de Geomorfologia do Sudeste*. (no prelo)