

Unidades de paisagem e fragmentação florestal: aplicação de conceitos e métodos na análise da estrutura e dinâmica de paisagens (Mata Atlântica, Amazônia Legal)

Claudio B.A. Bohrer^{1,2}, Simone R. Freitas¹, Clarisse P. Faria¹, Heloisa G.R. Dantas¹, Paulo A.V. Souza¹, Fabiana A. Barros^{1,2}, Alexandre da Mata^{1,2}, Marcia C.S. Mello^{1,2}

1. Laboratório de Ecologia e Biogeografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Campus da Praia Vermelha, 24210-340, Niterói, RJ; 2. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (UFF). Email: bohrer@vm.uff.br

Introdução

A Ecologia da Paisagem (Geoecologia), definida como “o estudo das relações físico-biológicas que governam as diferentes unidades espaciais de uma região” (Troll, 1950), procura resgatar uma visão holística da natureza. Outra definição mais recente, “estudo da estrutura, funções e mudanças em área heterogênea de terra, composta por uma combinação de ecossistemas e suas interações, das relações espaciais entre elementos da paisagem (fluxo de espécies, energia e materiais) e da dinâmica ecológica do mosaico da paisagem” (Forman & Godron, 1986), enfatiza a dimensão espacial dos fenômenos ecológicos. A delimitação de unidades de paisagem, “trato de terra ecologicamente homogêneo conforme a escala considerada” (Zonneveld, 1995), busca classificar os ecossistemas com base nas interações entre a biota (comunidades vegetais) e o ambiente físico, incluindo o resultado da ação humana (enfoque geográfico). O enfoque ecológico geralmente classifica a paisagem conforme a distribuição de seus componentes estruturais (mancha/fragmento, corredor, matriz), comparando padrões espaciais em diferentes períodos através de índices métricos (Turner & Gardner, 1991). Este trabalho descreve o uso de conceitos e métodos da Ecologia da Paisagem em pesquisas realizadas pelo Laboratório de Ecologia e Biogeografia da Universidade Federal Fluminense, em áreas de restinga e Mata Atlântica, e na Amazônia Legal.

Metodologias e Aplicações

O laboratório vem desenvolvendo pesquisas desde 1993, buscando integrar os enfoques geográfico e ecológico (Bohrer, 1998). A metodologia básica reúne dados e informações espaciais sobre os diferentes aspectos do ambiente (cartas topográficas, clima, geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso do solo), sendo estes analisados em ambiente digital (SIG), com sobreposição de mapas e análise de possíveis correlações espaciais, e interpretação de imagens orbitais e fotografias aéreas, com a delimitação das unidades de paisagem definida pela correlação espacial entre os diferentes atributos físicos, a vegetação e o uso do solo. A análise é complementada com a coleta de dados estruturais da vegetação e do ambiente físico (parcelas), e análises em laboratório (solos, identificação botânica). Os dados e resultados das análises são organizados em matrizes ecológicas (espécies x amostras) e ambientais, e submetidos à análise estatística (classificação, ordenação, correlação, regressão) para avaliar a relação entre vegetação e os atributos ambientais, embasando a classificação e delimitação final das unidades de paisagem (Jongman *et al.*, 1995). O estudo da dinâmica da paisagem utiliza dados espaciais multitemporais para quantificar mudanças na estrutura da paisagem e suas relações com variáveis ecológicas, ambientais, da infra-estrutura física e socioeconômicas. A seguir são descritos alguns estudos realizados no laboratório.

1 - Análise da estrutura da vegetação e da relação com o ambiente físico, e mapeamento da paisagem da REM Macaé de Cima (PE dos Três Picos, Nova Friburgo-RJ), através de parcelas em floresta natural e eucaliptal, ao longo de gradiente de relevo (950-1520m), medição e identificação de árvores, amostras de solo, aspecto, declividade e posição na encosta, e de métodos multivariados (TWINSPAN, PCA, DCA, CCA). O mapeamento baseou-se em fotografias aéreas, imagem Landsat TM, base cartográfica (MDT) e mapas temáticos, digitalizados e sobrepostos em SIG. Predomínio da floresta ombrófila densa montana e alto-montana, com florestas secundárias nas encostas baixas a médias. A classificação revelou dois grupos relacionados com a altitude, sugerindo um gradiente de umidade. Os solos revelaram baixo pH e ampla variação textural, correlacionados com altitude e declividade, sugerindo forte influência do relevo. Os resultados mostram a relação da estrutura e composição florestal com a altitude, posição e declividade (floresta montana de encosta, ripária e secundária, transição e floresta alto-montana). Foi elaborado modelo conceitual da relação floresta-ambiente físico, base para o mapa das unidades de paisagem da Reserva.

2 - Mapeamento da paisagem na área das APAs Municipais do Pico da Caledônia e dos Três Picos, parte de projeto (REBRA-CEPF) de manejo e restauração ambiental no entorno do PE dos Três Picos (N. Friburgo). Foram utilizados dados espaciais cartográficos e temáticos, e composições coloridas Landsat TM, complementada por trabalhos de campo. Delimitou-se duas unidades, com base na interação entre relevo, solos, vegetação e uso, distinguindo áreas íngremes (gnaisse e granitos, afloramento, litossolo e cambissolo, floresta montana e alto-montana, campos de altitude, vegetação rupestre, florestas secundárias e

reflorestamento), várzeas e encostas baixas (latossolo e solo aluvial, florestas secundárias, pastagens, reflorestamento e olericultura). O trabalho está sendo ampliado e detalhado, com uso de imagens CBERS e fotografias aéreas coloridas, trabalho de campo (dados ambientais e estruturais em parcelas), e estimativa de métricas da paisagem (relacionadas com a dinâmica de uso do solo e estrutura dos fragmentos), e seleção de áreas para implantação de corredores e sistemas agroflorestais (SAFs).

3 - Caracterização e mapeamento da vegetação e da estrutura e dinâmica da paisagem em Armação dos Búzios (Centro de Diversidade Vegetal de Cabo Frio, RJ), através de fotografias aéreas, imagem Landsat TM e mapas temáticos, medições da vegetação em parcelas (vegetação lenhosa) e interceptos de Inha (vegetação herbáceo-arbustiva). Dados estruturais e florísticos, incluindo de outras localidades do CDV, foram utilizados na classificação e ordenação multivariada da vegetação arbórea, com a identificação de dois grupos fisionômicos, correspondentes a florestas de alto (maior Dap médio, menor densidade) e baixo porte. A análise de similaridade mostrou dois grupos florísticos em ambientes distintos (matas de encosta e planícies, e de restinga). Estabeleceu-se cinco unidades de paisagem, cobrindo praias, dunas, campos inundados, planícies, morros costeiros, sendo quantificadas as mudanças ocorridas entre 1976-2003 (expansão da área urbana, fragmentação).

4 - Caracterização da estrutura e dinâmica da paisagem na APA Estadual de Maricá (RJ), com predomínio da restinga entre o mar e a laguna, a partir de características físicas e bióticas e da ação antrópica. Através da sobreposição de mapas temáticos e fotografias aéreas, complementando com trabalhos de campo e dados florísticos secundários, foram delimitadas oito unidades de paisagem: morros (2), ilha, cordão interno, depressão intercordões, cordão externo, entorno da laguna e vila de Zacarias). Foi constatado aumento dos impactos ocasionados pela abertura de estradas, loteamentos, extração de areia, pastoreio, retirada de espécies nativas e poluição, no período (1976-2003).

5 - O estudo da fragmentação florestal e uso do solo na Amazônia Legal busca avaliar as mudanças ocorridas com a expansão da fronteira agrícola e seus impactos ambientais e econômicos, em continuidade a estudos espaciais econométricos e ambientais iniciados na década de 90 (Andersen *et al.*, 2002; Bohrer *et al.*, 2001). A metodologia proposta analisa a evolução dos padrões espaciais e temporais (1976-2000) de desmatamento e fragmentação florestal, correlacionados com variáveis ambientais e socioeconômicas e com o uso de métricas da paisagem em diferentes escalas espaciais, através de mapas de cobertura do solo (imagens Landsat classificadas), mapas temáticos, limites municipais e de setores censitários. A análise visa estabelecer possíveis similaridades e diferenças relacionadas com os diferentes padrões espaciais e as condicionantes ambientais, sócio-econômicas e políticas, em diferentes estados ou partes da região. Os resultados serão confrontados com outros métodos de análise e métricas da paisagem adicionais e estendidos a toda a Amazônia Legal. A identificação de relações consistentes entre os padrões de fragmentação e as variáveis analisadas pode auxiliar o desenvolvimento de modelos de previsão de cenários futuros.

Conclusão

A pesquisa no laboratório apresenta um crescimento e amadurecimento gradual, com a absorção de conceitos, metodologias e de ferramentas analíticas, e intercâmbio crescente com outras instituições. Os resultados obtidos e as pesquisas em andamento vêm promovendo o interesse de estudantes e pesquisadores no desenvolvimento de novos projetos, o que demonstra o potencial da Ecologia da Paisagem para estudos interdisciplinares relacionados ao uso e conservação dos recursos naturais.

Bibliografia

- Andersen, L.E. *et al.* (2002) The dynamics of deforestation and economic growth in the Brazilian Amazon. Cambridge University Press.
- Bohrer, C.B.A. (1998) Ecology and Biogeography of a Atlantic Montane Forest in Southeastern Brazil. PhD thesis. University of Edinburgh.
- Bohrer, C.B.A. *et al.* (2001) Desenvolvimento de um Sistema de Informações Espaciais Ambientais e Sócio-Econômicas para a Amazônia Legal: o SIG-AML. I Seminário de Estudos Regionais e Urbanos. São Paulo. Nemesis/FEA/FGV.
- Forman, R.R.T. & Godron, M. (1986) Landscape Ecology. John Wiley & Sons.
- Jongman, R.H.G. *et al.* (1995) Data Analysis in Community and Landscape Ecology. Cambridge Univ. Press.
- Troll, C. (1950) Die geografischen Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale 3. Springer-Verlag.
- Turner, M.G. & Gardner, R.H. (1991) Quantitative Methods in Landscape Ecology. Springer-Verlag.
- Zonneveld, I.S. (1995) Land Ecology. SPB. Academic Publish.