

Id. 884

[Home](#) | [Página Principal](#) | [Módulo Mix](#) | [Módulo Tecnologia](#) |

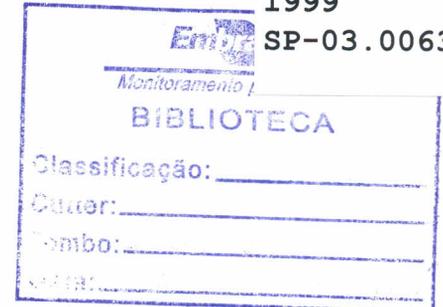
884-1

## ENSAIO COMPARATIVO DE ÍNDICES DE FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM EM DOIS MODELOS DE ASSENTAMENTO RURAL EM RONDÔNIA

1999  
P1-APC  
1999  
SP-03.00636

*Mateus Batistella*  
Indiana University – ACT  
701 E. Kirkwood Avenue, Room 331  
Bloomington, IN 47405-7710 USA  
E-mail: [mbatiste@indiana.edu](mailto:mbatiste@indiana.edu)  
Tel.: (812) 855-6181 Fax: (812) 855-3000

*Britaldo Silveira Soares Filho*  
Depto. de Cartografia – Centro de Sensoriamento Remoto  
Instituto de Geociências – Universidade Federal de Minas Gerais  
Av. Antonio Carlos, 6627, CEP 31270-900  
Belo Horizonte, MG, Brasil  
E-mail: [britaldo@csr.ufmg.br](mailto:britaldo@csr.ufmg.br)  
Tel.: (031) 499-5449 Fax: (031) 499-5417



### RESUMO

O desflorestamento da Amazônia representa hoje uma questão ambiental de preocupação mundial. Em estados como Rondônia, as políticas de incentivo à colonização levaram ao estabelecimento de projetos rurais, muitas vezes implantados sem considerar as restrições particulares de cada região e seus conseqüentes impactos ambientais. Este trabalho analisa a influência de diferentes modelos espaciais de colonização na fragmentação de suas paisagens resultantes. Foram selecionados dois projetos de assentamento em Rondônia: Vale do Anari, cuja rede viária de padrão ortogonal é conhecida popularmente como "espinha de peixe" e Machadinho d'Oeste, um projeto desenhado com base na topografia e linhas de drenagem. Índices de estrutura de paisagem foram calculados para os mapas de remanescentes florestais derivados de uma imagem Landsat TM de julho de 1994. Os resultados obtidos indicam padrões distintos de fragmentação dos habitats florestais, revelando uma maior heterogeneidade espacial para Machadinho, devido às suas áreas de borda mais extensas, melhor preservação de áreas núcleos e maior continuidade dos habitats florestais. A introdução dessa metodologia de análise integrada, baseada nos índices de estrutura de paisagem e técnicas de geoprocessamento, mostrou-se útil para avaliar possíveis impactos ambientais em função de arquiteturas de projetos de colonização.

### ABSTRACT

The deforestation processes in the Brazilian Amazon have attracted a great deal of attention. In states like Rondônia, incentive policies to colonization induced the establishment of rural settlements, many times without considering the constraints of each particular region and the consequent environmental impacts. This paper analyzes the influence of different architectures of colonization in the landscape fragmentation. Two settlements were selected in Rondônia: Vale do Anari, where the orthogonal road network is called 'fishbone', and Machadinho d'Oeste, a project with the design based on topography. Landscape structure indices were calculated for the forest remnants maps, using a Landsat TM image from July, 1994. The results show distinct landscape fragmentation patterns, revealing a greater spatial heterogeneity in Machadinho, due to its edge areas, core areas and connectivity of forest habitats. This integrative method, based on landscape structure indices and geoprocessing techniques, may be useful to evaluate potential environmental impacts resulted from the implantation of colonization projects in the Brazilian Amazon.

### 1. INTRODUÇÃO E ÁREA DE ESTUDO

O desflorestamento da Amazônia tem sido estudado sob diferentes perspectivas. Enquanto alguns projetos de pesquisa têm analisado as taxas e extensão do fenômeno ( MCT 1998, INPE 1996, FAO 1993, Skole and Tucker 1993, Malingreau and Tucker 1988), outros focalizam o relacionamento dos processos de desflorestamento com os aspectos sociais, econômicos e ecológicos observados em diferentes escalas de tempo e espaço, incluindo dinâmicas em nível local, padrões geográficos regionais e políticas internacionais (Gerber 1997, Brondizio et al. 1994, Moran 1994, Conant et al. 1983, Turner et al. 1993).

Ao mesmo tempo, há também uma crescente preocupação quanto ao desenvolvimento de medidas que possam mitigar os danos do desflorestamento, buscando soluções alternativas através da proposição de modelos mais sustentáveis de uso da terra (National Research Council 1998, McCracken et al. 1997, Goodland et al. 1993). Porém, apesar das várias pesquisas sobre os projetos de colonização na Amazônia Brasileira (Browder e Godfrey 1997, Miranda et al. 1997, Miranda e Matos 1993, Smith et al. 1992, Fearnside 1986), são raros os estudos comparativos sobre a influência das diferentes arquiteturas de projetos de assentamento na evolução e fragmentação das paisagens resultantes do processo de ocupação e uso da terra.

A fragmentação da paisagem e suas implicações relativas às mudanças globais, ciclos biogeoquímicos e biodiversidade têm se tornado temas centrais nas ciências do meio ambiente (Kaimowitz and Angelsen 1998, National Research Council 1998, Lucc 1996, Turner et al. 1994). Como consequência, novas teorias ecológicas (Wilson 1988), modernos métodos para estudo da dinâmica espacial (Turner et al. 1995, Constanza et al. 1993) e muitas aplicações ao planejamento e manejo dos recursos naturais têm sido elaborados (Goodland et al. 1993). A integração do geoprocessamento e da ecologia de paisagens propiciou o desenvolvimento de um potente conjunto de procedimentos a serem utilizados no estudo da dinâmica do desflorestamento, uso do solo e de seus impactos ecológicos e sociais (Liverman et al. 1998, Lambin 1997, Mausel et al. 1993).

O uso de métodos de análise espacial para avaliar os processos de fragmentação da paisagem é fundamental para regiões como a Amazônia, onde algumas áreas oferecem grande potencial para o desenvolvimento e teste desses procedimentos. Uma dessas áreas está localizada no Estado de Rondônia (Figura 1), onde os incentivos para a colonização induziram o estabelecimento de projetos ao longo de uma rede viária ortogonal, também chamada de "espinha de peixe". Frequentemente, estes projetos foram implantados sem considerar as limitações ambientais e as características paisagísticas de cada região. O Município do Vale do Anari consiste em um exemplo dessa forma de ocupação (Figura 2).

Por outro lado, no início da década de 80, o INCRA testou um novo modelo de assentamento. Neste projeto, a malha viária acompanha os divisores de água e os lotes quase sempre possuem um curso d'água nos fundos. Este modelo de assentamento, tido como mais adequado devido a sua forma orgânica, foi implantado aproximadamente a 400 km de Porto Velho, entre as coordenadas geográficas 9o19' e 10o00' S e 61o47' e 63o00' W, numa região que se tornou mais tarde parte do Município de Machadinho d'Oeste (Figura 2).

Portanto, devido a suas diferentes concepções, essas duas áreas foram selecionadas para a realização do ensaio comparativo da fragmentação da paisagem florestal em função dos desenhos arquitetônicos. Com esse propósito, o presente trabalho visa demonstrar o potencial de utilização das medidas de estrutura de paisagem tanto para a comparação de diferentes regiões quanto para evidenciar possíveis implicações ecológicas.

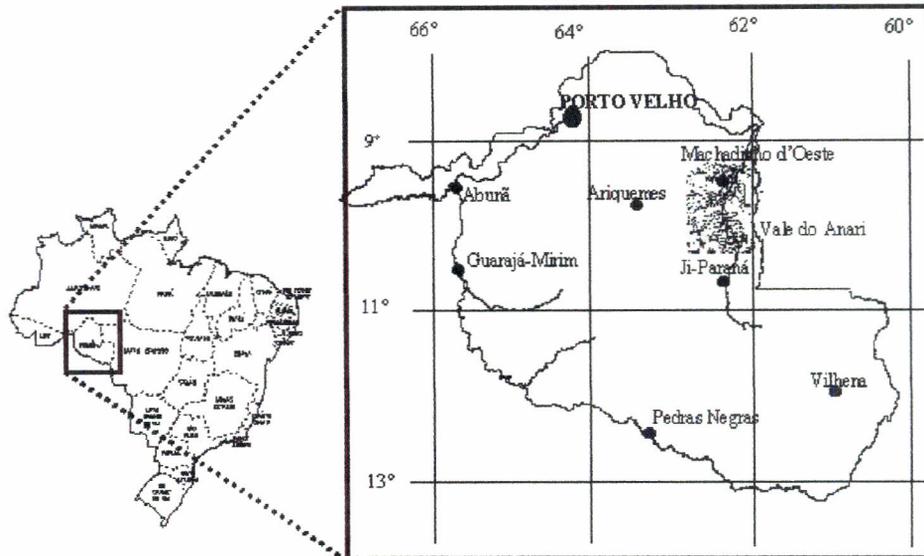


Figura 1. Localização das áreas de estudo (Machadinho d'Oeste e Vale do Anari) no Estado de Rondônia.

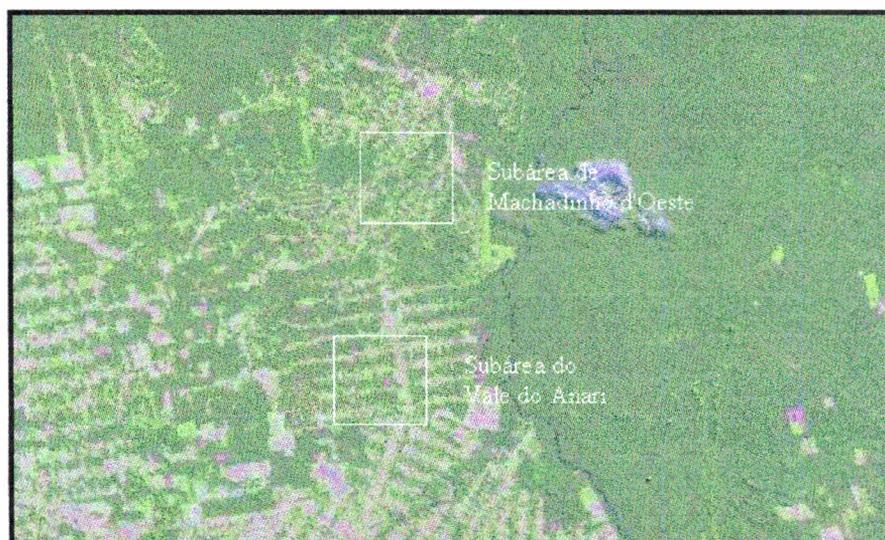
## 2 - PROBLEMÁTICA DE ESTUDO

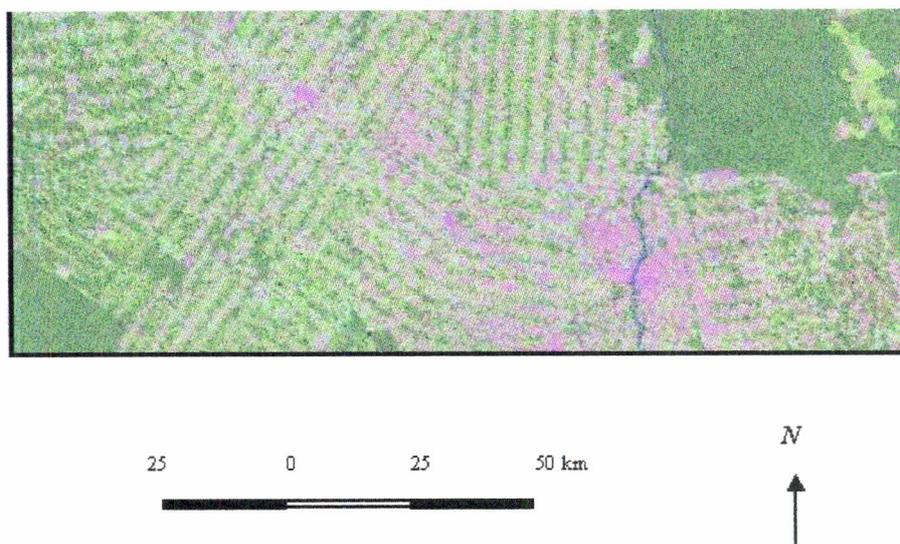
Diferenças entre as duas arquiteturas de colonização (Machadinho d'Oeste e Vale do Anari) indicam que o desenho dos assentamentos pode afetar processos ecológicos, tais como a regeneração florestal, a preservação e a locomoção de espécies faunísticas e os fluxos de matéria e energia entre os vários ecossistemas naturais ou alterados.

Neste sentido, este trabalho procura testar métodos para medir e avaliar a heterogeneidade da paisagem nas duas áreas de estudo, buscando respostas para as seguintes perguntas:

- ✦ Os padrões espaciais relacionados às áreas de floresta e desmatamento em Machadinho d'Oeste e Vale do Anari são significativamente diferentes em termos dos índices de estrutura das paisagens?
- ✦ Caso positivo, quais são suas possíveis implicações e conseqüências ambientais?

O trabalho tem caráter multidisciplinar, conciliando o potencial do geoprocessamento à teoria da ecologia de paisagens, para contribuir ao conhecimento do processo de fragmentação florestal em Rondônia, na Amazônia Brasileira.





*Figura 2 - Cena Landsat TM mostrando o padrão de desmatamento no Estado de Rondônia. As sub-áreas de estudo estão demarcadas na imagem.*

### 3 - METODOLOGIA

Um passo importante em estudos de fragmentação de paisagens consiste no mapeamento dos padrões mutáveis de uso e cobertura do solo, a partir do uso de técnicas de sensoriamento remoto. As etapas desse tipo de estudo incluem a seleção dos produtos a serem utilizados, tais como o sensor e bandas espectrais específicas; a determinação das escalas adequadas de observação e de representação em função da resolução espacial dos produtos empregados; a escolha dos intervalos e épocas mais apropriadas para aquisição de dados e a identificação das classes de interesse a serem analisadas.

Na escolha das épocas mais apropriadas para aquisição dos dados, considera-se a possibilidade de se obter uma melhor discriminação entre os alvos analisados em função da variação sazonal, de seus comportamentos espectrais e das condições de iluminação. Nesse sentido, foi selecionada uma imagem Landsat TM, 231/67 de 15/07/94, data que favorece o maior contraste espectral entre a floresta e as áreas desmatadas devido ao menor índice pluviométrico desse período.

Como legenda do mapeamento, foram estabelecidas apenas duas classes: floresta e desmatamento, pois o enfoque da análise centra-se na avaliação do arranjo ou padrão espacial dos remanescentes florestais presentes nas duas áreas selecionadas.

Após o registro da imagem, o mapa das áreas de remanescentes florestais foi obtido a partir do processo de limiarização interativa. Este procedimento consiste em gerar uma imagem binária (floresta/desmatamento) buscando um limiar de corte sobre a banda TM7 (2.08-2.35  $\mu\text{m}$ ). Nessa faixa do espectro, a umidade presente na vegetação florestal contrasta fortemente com a da vegetação das pastagens e culturas e até mesmo com a das manchas de capoeira. O valor de corte é checado interativamente através da superposição de uma máscara de classificação sobre uma composição colorida 4R5G3B.

A imagem resultante passou por um processo de generalização cartográfica, a partir de duas técnicas de filtragens espaciais. A primeira consistiu na aplicação de um filtro "moda", usando-se uma janela 5x5. Nessa vizinhança são contadas as ocorrências de cada classe para então substituir o valor do pixel central pela classe de maior frequência. Em seguida, foi aplicado um filtro não linear de remoção de pequenas manchas, cujo algoritmo testa a conectividade dos pixels vizinhos ao pixel central, retornando um valor de fundo cena - no caso específico, floresta - quando a extensão x ou y de uma mancha de desmatamento for igual ou menor do que  $(n-1)/2$ , sendo n a dimensão da máscara de convolução (11x11). Por este processo,

clareiras isoladas formando manchas com extensão latitudinal ou longitudinal igual  
 clareiras isoladas, formando manchas com extensão latitudinal ou longitudinal igual  
 ou menor que 150 metros foram eliminadas, considerando a resolução espacial de  
 30 metros do TM. Essa abordagem é importante, pois inúmeras pequenas clareiras  
 no interior da floresta podem surgir em função da queda de árvores ou anomalias  
 edáficas, modificando os valores dos índices de estrutura de paisagem (Soares-  
 Filho, 1998).

Após a obtenção do mapa final dos remanescentes florestais foram selecionadas  
 duas subáreas para o cômputo de um subconjunto de índices de estrutura de  
 paisagem. Para efeito de padronização, as áreas selecionadas em cada projeto de  
 colonização apresentam a mesma forma, além de equivalente extensão e proporção  
 de áreas de floresta e desmatamento.

A caracterização da estrutura da paisagem depende de métodos quantitativos que  
 relacionem os padrões espaciais aos processos ecológicos avaliados (Turner e  
 Gardner 1991). Diversos índices têm sido desenvolvidos para a descrição da  
 configuração espacial de paisagens (McGarigal e Marks 1995, Baker e Cai 1992,  
 Lagro 1991, Turner 1990, Milne 1988, O'Neill et al. 1988, Gardner et al. 1987,  
 Krummel et al. 1987, Forman e Godron 1986, Romme 1982, Bowen e Burgess  
 1981). Neste trabalho, alguns desses índices foram utilizados para o ensaio  
 comparativo.

Descritores relativos à área, número e tamanho médio das manchas e de suas áreas  
 centrais, extensão e densidade de bordas, têm interpretação imediata. Índices que  
 medem a diversidade da paisagem (riqueza, diversidade e dominância), embora de  
 amplo interesse ecológico, não se aplicam a este trabalho, tendo em vista que o  
 estudo considera apenas os dois estados: floresta e desmatamento.

O índice de dimensão fractal (D) foi utilizado para se avaliar a complexidade da  
 geometria das manchas dos elementos da paisagem. O cálculo é feito a partir da  
 relação perímetro-área, segundo a fórmula  $P \propto AD^{1/2}$  (Gardner et al. 1987,  
 Mandelbrot 1983, Lovejoy 1982). Por conseguinte, mudanças substanciais na forma  
 da mancha de uma paisagem devem ser refletidas por mudanças significativas na  
 dimensão fractal.

Outro índice empregado nessa análise é o da média da forma ponderada pela área  
 (McGarigal e Marks 1995). Ele também se relaciona à forma das manchas na  
 paisagem, através do cálculo da média da razão entre perímetro e área. Através da  
 ponderação pela área, manchas maiores tem pesos maiores no cálculo da média da  
 forma, sendo mais apropriados para paisagens com manchas extensas, como no  
 caso da divisão das áreas estudadas em apenas duas classes.

Já o contágio consiste num índice baseado na teoria de informação de Shannon e  
 Weaver (1975) e empregado por O'Neill et al. (1988).

$$D_2 = 2 \ln m + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}$$

Sendo

Neste índice, o termo  $2 \ln m$  representa o máximo de contágio quando há uma forte  
 agregação de pelo menos um dos tipos de elementos de paisagem. Ao contrário,  
 quando todos os  $P_{ij}$  forem aproximadamente equivalentes,  $D_2$  tende a zero. Assim,  
 para título de comparação,  $D_2$  pode ser tabulado para valores entre 0 a 100%.  
 Valores altos de  $D_2$  significam que grandes e contínuas manchas são encontradas  
 na paisagem, enquanto valores baixos indicam uma paisagem dissecada em muitas  
 manchas pequenas (O'Neill et al. 1988). Desse modo, o índice de Contágio destaca  
 a conectividade entre os habitats originais e conseqüentemente a mobilidade e  
 dispersão de organismos através da paisagem.

O programa Fragstats (McGarigal e Marks 1995) foi utilizado para o cálculo dos  
 índices. Ele emprega um processo de segmentação para identificar, isolar e numerar  
 cada uma das manchas presentes nos dois elementos da paisagem - floresta e  
 desmatamento. Essas manchas são definidas como um conjunto de pixels contíguos  
 de igual valor ou rótulo. O algoritmo usado neste processo testa a conectividade

entre os pixels da mesma classe, através de oito vizinhos mais próximos ou somente os quatro ortogonais e isolando uma mancha, quando a condição de conectividade deixar de ser atendida. Como resultado deste processo, são extraídos a quantidade e o tamanho médio de cada tipo de mancha em conjunto com a matriz de co-ocorrência e as métricas de suas áreas interiores e perímetros - parâmetros usados para a determinação dos índices de estrutura de paisagem selecionados.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

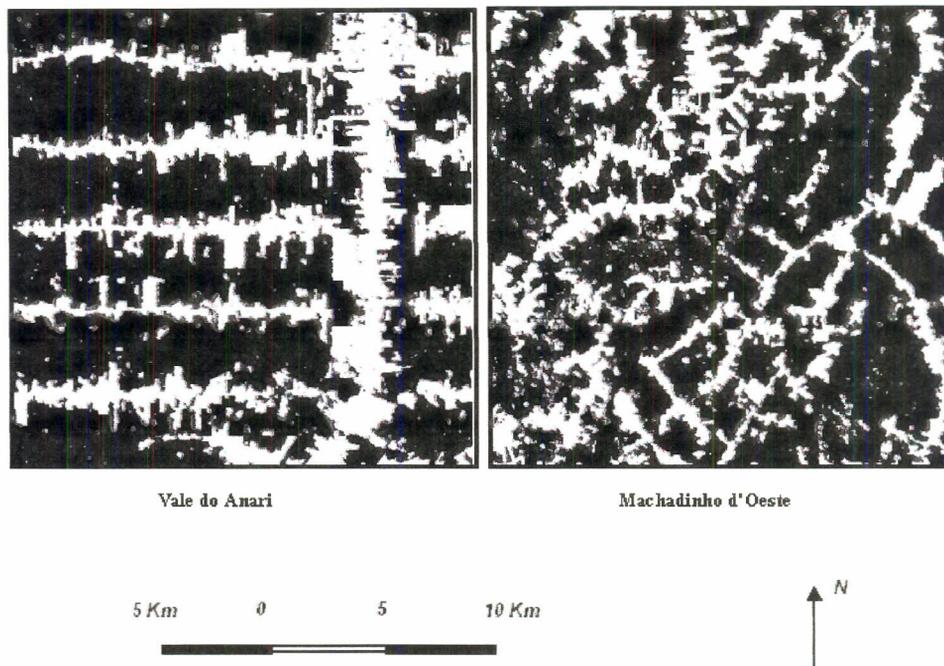
Os resultados do ensaio comparativo entre índices de paisagem para as subáreas selecionadas estão relacionados na Tabela 1. Embora as áreas de floresta e desmatamento sejam similares em Machadinho d'Oeste e Vale do Anari, o número e tamanho médio das manchas é bem diferente. Em Machadinho, o tamanho médio dos 113 fragmentos florestais é de 318 ha, enquanto em Anari a média para 187 fragmentos é de 186 ha. Relação inversa se observa para as áreas de desmatamento: 757 manchas com tamanho médio de 19 ha para Machadinho e 382 manchas de 40 ha em média para Anari. Por consequência, a densidade de manchas é muito maior nas áreas desmatadas de Machadinho (1.50) que em Anari (0.76). Este valores revelam diferenças na heterogeneidade da paisagem nos dois assentamentos, evidenciando numericamente o padrão espacial observado na Figura 3.

Tabela 1 - Comparação entre índices de paisagem para Machadinho d'Oeste e Vale do Anari em Rondônia.

Tipos de Índices	Índices	Machadinho (Floresta)	Machadinho (Desmatamento)	Anari (Floresta)	Anari (Desmatamento)
<b>Mancha</b>	Área da Classe (ha)	35.994	14.495	34.794	15.627
	% da Área Total	71	28	69	30
	Número de Manchas	113	757	187	382
	Densidade de Manchas (#/100ha)	0.22	1.50	0.37	0.76
	Tamanho Médio das Manchas (ha)	318	19	186	40
<b>Borda</b>	Borda Total (km)	1.380	1.380	1.017	1.017
	Densidade de Borda (m/ha)	27	27	20	20
<b>Forma</b>	Dimensão Fractal	1.3	1.27	1.28	1.24
	Índice Médio da Forma Ponderado pela Área	16.8	6.0	7.7	9.6
<b>Área Central</b>	Área Central Total (ha)	32.985	11.712	32.373	13.388
	Área Central Média (ha)	339	29	247	76
<b>Paisagem Total</b>	Contágio %	44.71		45.72	

A borda total e a densidade de bordas também são maiores em Machadinho. O fato

de terem sido utilizadas apenas duas classes de mapeamento minimiza o potencial desses índices na análise de ecótonos. Dependendo da subclasse de cobertura da terra adjacente aos fragmentos florestais, diferentes resultantes podem ser observados em termos de processos ecológicos. Por exemplo, se o contato da floresta ocorrer com formações abertas do tipo pastagem, este fragmento pode ficar mais susceptível ao fogo e à alteração em sua estrutura e composição. Ao contrário, se a floresta fizer contato com uma capoeira, os processos de sucessão secundária podem ser beneficiados. Tais inferências ultrapassam os limites deste estudo, mas os resultados preliminares obtidos justificam o potencial dos índices de estrutura de paisagem em análises ecológicas.



*Figura 3 - Mapas de remanescentes florestais (áreas em preto) para Vale do Anari e Machado d'Oeste.*

Os valores obtidos para a dimensão fractal são ligeiramente maiores em Machado, certamente devido à maior extensão de contato ou áreas de borda entre a floresta e as áreas desmatadas, enquanto mantém maiores áreas centrais de floresta. Estes valores também estão relacionados à continuidade dos fragmentos florestais e poderiam ser melhor interpretados com a utilização de outras classes de cobertura da terra e dados de campo.

Quanto ao índice de contágio, os valores também são próximos em ambos os casos. Por terem sido calculados para a paisagem como um todo e não para cada classe particular, a maior continuidade dos fragmentos florestais de Machado é compensada pela contiguidade das manchas de desmatamento em Anari, resultando em valores equivalentes, embora devido a distribuições inversas.

## 5 - CONCLUSÃO

O ensaio comparativo utilizando as subáreas estudadas confirma a hipótese de que a fragmentação florestal em Rondônia é afetada pela arquitetura dos assentamentos. Isto pode ser afirmado mesmo a partir da análise de uma única data, pois a idade dos projetos de colonização, a extensão e a proporção de áreas florestais ou desmatadas foram mantidas como controle. No entanto, futuros trabalhos com enfoque multitemporal são sugeridos para a melhor compreensão da evolução da estrutura das paisagens dessas regiões. Além disso, a utilização de classificações mais detalhadas, baseadas em amostras de treinamento coletadas em campo, pode valorizar ainda mais o efeito de índices relacionados à forma e conectividade dos elementos das paisagens, tais como dimensão fractal e contágio.

A interpretação dos resultados apresentados pretende contribuir para a avaliação

dos modelos de assentamento rural, subsidiando a elaboração de arquiteturas de colonização com menor impacto ambiental. Neste sentido, o presente ensaio representa uma abordagem preliminar, com o intuito de introduzir essa metodologia de análise integrada.

Uma grande vantagem da aplicação dos índices de estrutura em estudos de paisagem está relacionada ao fato deles terem sido projetados para minimizar a necessidade de informação adquirida em campo. Logo, a utilização desses índices abre uma nova perspectiva para a aplicação do sensoriamento remoto e do geoprocessamento em ecologia de paisagens, com a finalidade de acompanhar e compreender a dinâmica do uso e cobertura da terra através de cenários em âmbito local ou regional.

## 6 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CSR (Centro de Sensoriamento Remoto/UFMG), pela cessão dos recursos computacionais e ao CEDEPLAR (Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional/UFMG - Projeto Uso do Solo e Saúde) pelo fornecimento da base de dados.

## 7 - BIBLIOGRAFIA

- Baker, W. L. e Cai, Y., 1992. The r.le programs for multiscale analysis of landscape structure using GRASS geographical information system. *Landscape Ecology*, 7(4):291-302.
- Bowen, G. W. e Burgess, R. L., 1981. A quantitative analysis of forest island pattern in selected Ohio landscapes. Knoxville, ORNL Environmental Sciences Division, ORNL/TM-7759.
- Brondizio, E. S., Moran, E. F. Mausel, P., and Wu, Y., 1994. Land-use change in the amazon estuary: patterns of caboclo settlement and landscape management. *Human Ecology*, 22(3):249-278.
- Browder, J. O. e Godfrey, B. J., 1997. *Rainforests cities: urbanization, development, and colonization of the Brazilian Amazon*. New York, Columbia University Press, 429p.
- Conant, F., Rogers, P., Baumgardner, M., Mckell, C., Dasmann, R. e Reining, P., 1983. Resource inventory and baseline study methods for developing countries. Washington, AAAS, 539p.
- Constanza, E., Wainger, L., Folke, C. e Maler, K. G., 1993. Modeling Complex Ecological Economic Systems. *BioScience*. 43(8):545-555.
- FAO. Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1993. *Forest resources assessment 1990: tropical countries*. Rome, FAO Forestry Paper 112.
- Fearnside, P. M., 1986. *Human carrying capacity of the Brazilian rainforest*. New York: Columbia University Press.
- Forman, R. T. T. e Godron, M., 1986. *Landscape Ecology*, New York, John Wiley and Sons, 619p.
- Gardner, R. H. et al., 1987. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape patterns. *Landscape Ecology*, 1:19-28
- Gerber, J., 1997. Beyond dualism - the social construction of nature and social construction of human beings. *Progress in Human Geography*, 2(1):1-77.
- Goodland, R. J. A., Daly, H. E. e Serafy, S., 1993. The urgent need for rapid transition to global environmental sustainability. *Environmental Conservation*, 20(4):297-309.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996. Projeto PRODES. São José dos Campos, INPE, CD-ROM demonstrativo.
- Kaimowitz, D. e Angelsen, A., 1998. Economic models of tropical deforestation: a review. Bogor, CIFOR.
- Krummel, J. R. et al., 1987. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, 48(3):321-24.
- Lagro, J. Jr., 1991. Assessing patch shape in landscape mosaics. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57(3):258-93.
- Lambin, E. F., 1997. Modelling and monitoring land cover change processes in tropical regions. *Progress in Physical*

- Liverman, D., Moran, E. F., Rindfuss, R. R. e Stern, P. C. (eds.), 1998. People and pixels: linking remote sensing and Social Science. Washington, National Academy Press.
- Lovejoy, S., 1982. Area-perimeter relation for rain and cloud areas. *Science*, 216:185-87.
- LUCC, 1996. Land-use and land cover change. Science/research plan. Stockholm, IGBP Report no 35, HDP Report no 7.
- Mandelbrot, B., 1983. The fractal geometry of nature. New York, W.H. Freeman.
- Malingreau, J. e Tucker, C. J., 1988. Large-scale deforestation in the Southeastern Amazon Basin of Brazil. *Ambio*, 17:49-55.
- Mausel, P., Wu, Y., Li, Y., Moran, E. F. e Brondizio, E. S., 1993. Spectral identification of successional stages following deforestation in the Amazon. *Geocarto International*, 8(4):61-81.
- McCracken, S. D., Moran, E. F., Brondizio, E., Nelson, D., and Siqueira, A., 1997. The use of remote sensing and GIS in the collection of survey data on households and land-use; observations and an example from the agricultural frontier of the Brazilian Amazon. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, in press.
- McGarigal, K. e Marks, B. J., 1995. Fragstats: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR, US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 122p.
- Miine, B. T., 1988. Measuring the fractal geometry of landscapes. *Applied Mathematics Computer*, 27:67-79.
- MCT. Ministério da Ciência e Tecnologia, 1998. Divulgação das estimativas oficiais do desflorestamento bruto na Amazônia Brasileira - 1995, 1996 e 1997. [www.mct.gov.br/gabin/cpmg/climate/programa/port/prodes.htm](http://www.mct.gov.br/gabin/cpmg/climate/programa/port/prodes.htm), 17p.
- Miranda, E. E. de, Mangabeira, J. A. de C., Mattos, C. e Dorado, A. J., 1997. Perfil agroecológico e sócio-econômico de pequenos produtores rurais: o caso de Machadinho d'Oeste (RO) em 1996. Campinas, Ecoforça/Embrapa-NMA, 117p.
- Miranda, E. E. de e Mattos, C., 1993. Machadinho d'Oeste: de colonos a municípios na floresta tropical de Rondônia. Campinas, Ecoforça/Embrapa-NMA, 154p.
- Moran, E. F., 1993. Deforestation and land-use in the Brazilian Amazon, *Human Ecology*, 21:1-21.
- Moran, E. F., 1994. The law, politics and economics of Amazonian deforestation. *Indiana Journal of Global Legal Studies*, 1(2):397-407.
- National Research Council, 1998. Global environmental change: research pathways for the next decade. Washington, National Research Council, pre-publication copy.
- O'Neill, R. V., Krummel, J. R., Gardner, R. H., Sugihara, G., Jackson, B., Deangelis, D. L., Miine, B. T., Turner, M. G., Zygmunt, B., Christensen, S. W., Dale, V. H. e Graham, R. L., 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, Amsterdam, 1(3):153-162.
- Romme, W. H., 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park. *Ecological Monographs*, 52:199-22.
- Shannon, C. E. e Weaver, W., 1975. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press.
- Skole, D. e Tucker, C. J., 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1987 to 1988, *Science*, 260:1905-1910.
- Smith, N. et al., 1992. Tropical forest and their crops. New York, Cornell University Press.
- Soares-Filho, B. S., 1998. Modelagem da dinâmica de paisagem de uma região de fronteira de colonização amazônica. São Paulo, Escola Politécnica da USP, tese de doutorado, 299p.
- Turner, B. L., Meyer, W. B. e Skole, D. L., 1994. Global land-use/land-cover change towards an integrating study. *Ambio*, 23(1):91-95.
- Turner II, B. L., Moss, R. H. e Skole, D. L., 1993. Relating land-use and global land cover change: a proposal for IGB-HDP core Project, Stockholm, IGBP Report 24-HDP Report 5, International Geosphere-Biosphere Program.
- Turner, M. G., 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology*, Amsterdam, 4(1):21-30.

Turner, M. G., Dale, V. H. e Gardner, R. H., 1989. Predicting across scales: theory development and testing. . Landscape Ecology, Amsterdam, 3(3/4):245-252.

Turner, m. g. e Gardner R.H., 1991. Quantitative methods in landscape ecology: an introduction. In: Turner, M. G. e Gardner R. H. Quantitative methods in landscape ecology: The analysis and interpretation of landscape heterogeneity. New York, Springer Verlag. p.3-16.

Turner, M. G., Gardner, R. H. e O'Neill, R. V., 1995. Ecological dynamics at broad scales; ecosystems and landscapes. Bioscience Supplement, p.29-33.

Wilson, E. O. (ed.), 1988. Biodiversity. Washington, National Academy Press.

[| Home](#) | [Página Principal](#) | [Módulo Mix](#) | [Módulo Tecnologia](#) |