

O uso do sistema de informação geográfica na análise da métrica da paisagem no baixo curso dos rios do Oeste Paulista – SP/Brasil

Carla Rodrigues Santos^{1,2}
Paulo Cesar Rocha²

¹ Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/PP
Caixa Postal 19060-900 – Presidente Prudente - SP, Brasil
carlars2013@gmail.com

² Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP/PP
Caixa Postal 19060-900 – Presidente Prudente - SP, Brasil
pcrocha@fct.unesp.br

Abstract. This paper aims to analyze some metrics of landscape structure (area, density and size, and edge shape) in the lower course of the rivers at the western of São Paulo State, through the use of a geographic information system - GIS. The study area is located in the lower reaches of the Paranapanema, St. Anastácio, Aguapeí and Peixe Rivers, between the flat coordinates 346428 e 474239 E and 75334115 e 769218 N. To perform the work, Landsat 8 satellite images were used, OLI e TIRS sensor with a spatial resolution of 30 meters and the products were processed in ArcGIS 10.1 software. The procedures adopted were the mapping of land use and vegetation cover through supervised classification and visual interpretation. The statistical analysis of the metrics of landscape structure was made using the Patch tool. The results indicate that the area has undergone a high process of forest fragmentation. From 820.00,6238 ha (100%) there is only 49.946,7614 ha (6,09%) of the remaining fragments stains. The average fractal dimension was found for all fragments was 1.37. Most of fragments are in the classes of medium and large size, and are located near the flood plains. Metrics edge identify that small fragments with the highest total amount of edge are more susceptible to sudden changes. We conclude the quantification of changes in the landscape is essential to check the degree of deforestation, identify spatial patterns and show the relationship between physical and ecological processes.

Palavras-chave: metric landscape, geographical information system and ecological corridors, métrica da paisagem, sistema de informação geográfica e corredores ecológicos.

1. Introdução

O uso da observação, descrição e quantificação da estrutura da paisagem tem auxiliado a identificar as mudanças ocorridas ao longo do tempo. É por isso, que o detalhamento da análise e quantificação da estrutura da paisagem, como a identificação do grau do retalhamento e o isolamento dos fragmentos florestais remanescentes têm sido estudado por vários ecologistas, geógrafos e biólogos (LANG e BLASCHKE 2009).

Para realizar-se a análise e a quantificação da estrutura da paisagem são utilizados diversos índices que permitem descrever o nível de igualdade ou fragmentação de uma paisagem. Segundo Volotão (1998) e Lang e Blaschke (2009) as diferentes métricas podem ser dispostas em oito grupos de parâmetros: métricas de área, de borda, de forma, de área núcleo (área core), de contágio e mistura de vizinho mais próximo e de diversidade.

As métricas são relevantes para a caracterização espacial das paisagens, mas existe uma dependência considerável do usuário na interpretação e no conhecimento apurado das métricas, ou seja, o seu uso (VOLOTÃO, 1998).

A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem contribuindo em várias áreas na efetivação dos planejamentos, facilitando na aquisição, manipulação, interação e processamento dos dados espaciais, e atualmente vem colaborando no planejamento da paisagem (FLORENZANO, 2002; LANG e BLASCHKE, 2009).

A aplicação dos SIG no planejamento da paisagem caminha para uma proteção ao meio ambiente visando diagnósticos futuros, que propicie um planejamento direcionado ecologicamente (RODRIGUES, et al. 2013). O SIG auxilia na identificação dos parâmetros explicativos do uso da cobertura vegetal na identificação dos parâmetros através de uma análise estatística (LANG e BLASCHKE, 2009).

Neste contexto o objetivo do presente trabalho foi analisar algumas métricas da estrutura da paisagem (área, densidade e tamanho, borda e forma) no baixo curso dos rios do Oeste Paulista, através do uso de sistema de informação geográfica, a fim de identificar como os fragmentos florestais estão distribuídos na área.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 – Área de estudo

A área de estudo localiza-se na região oeste de São Paulo no baixo curso das Bacias Hidrográficas dos Rios Paranapanema, Santo Anastácio, Aguapeí e Peixe, abrangendo parcialmente as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Pontal do Paranapanema, Peixe e Aguapeí (UGRH 22, 21 e 20) pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraná. Está situada aproximadamente entre as coordenadas planas 346428 e 474239E e 75334115 e 769218 N, a área possui 820.020,6238 ha de extensão (figura 1).

A região Oeste Paulista é constituída por rochas vulcânicas e Sedimentares da Bacia do Paraná, do período mesozóico e depósitos aluvionares de idade cenozóica. Sua estratificação geológica está dividida no Grupo Bauru (Formação Caiuá, Santo Anastácio e Adamantina), e depósitos Cenozóicos, que influenciou a formação de relevos de colinas amplas e topos de colinas médias (IPT, 1981). O relevo regional é constituído por Morretes alongados, Colinas médias e amplas na região de Planalto e de Planícies aluviais e Terraços aluviais nos vales dos baixos cursos dos rios principais (CARVALHO, 1997).

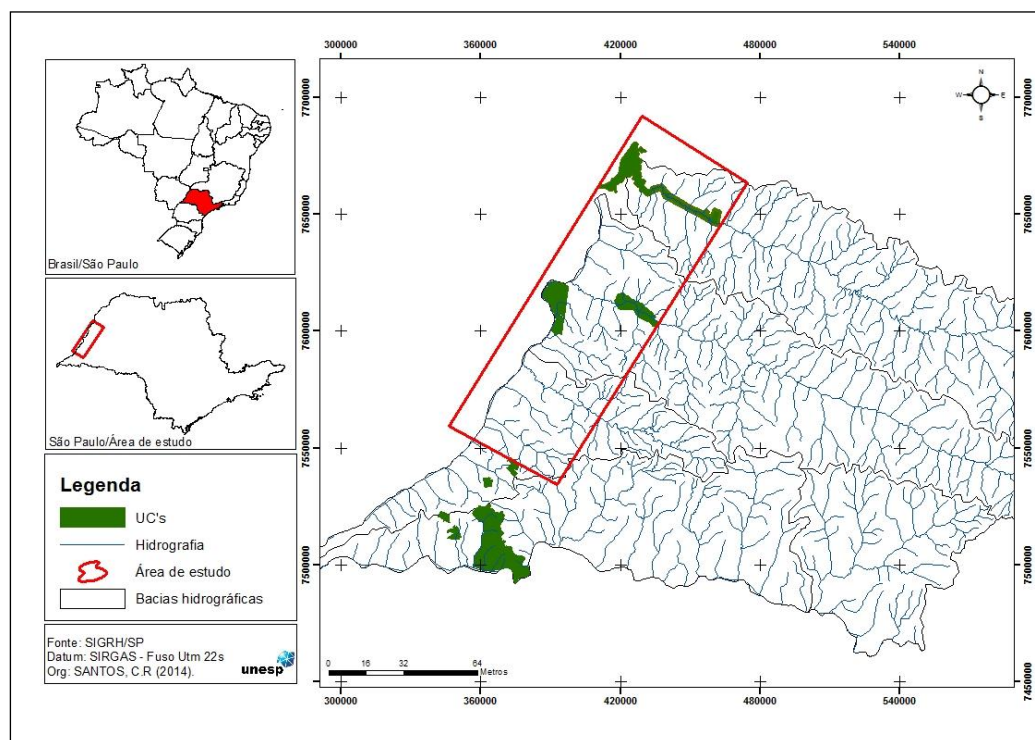


Figura (1) - Mapa de Localização da área de estudo.

O clima predominante segundo Koppen é do tipo tropical (Aw) e subtropical (Cwa), influenciado pelos sistemas atmosféricos inter e extratropicais, sob influência das massas de ar Tropical Atlântica e Tropical Continental com a massa Polar Atlântica e uma participação eventual da massa Equatorial Continental (BOIN, 2000). A região é marcada por intensas chuvas nos meses de dezembro a fevereiro e um período seco de junho a agosto, sendo que as maiores temperaturas ocorrem nos meses de setembro e outubro (SILVA, 2006).

Segundo Ab'Saber (2003) a vegetação dominante é a Floresta Estacional Semidecidual Sub-Montana (Mata Atlântica) em diversos estágios de regeneração e vegetação arbórea/arbustiva/herbácea de várzea. O Cerrado apresenta vegetação com características pseudoxeromorfas, florestas baixas, herbáceas tortuosas de troncos finos e de aspecto seco.

2.2 – Materiais

Para a realização do trabalho foram utilizados imagens de satélite Landsat 8, sensor OLI e TIRS, órbitas 222 e 223 ponto 75, com resolução espacial de 30 metros, do mês de março de 2014 adquiridas no USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) e base cartográfica fornecidas pelo IBGE e Comitê de bacias hidrográficas do Pontal do Paranapanema e o software Arcgis 10.1.

2.3 – Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos para a execução do trabalho seguiram as seguintes etapas.

Primeiramente realizou-se a fusão da imagem landsat 8, com a banda pancromática, a fim de se obter uma resolução espacial de 15 metros, no software Arcgis 10.1. Logo depois, foi elaborado o mapa de uso da terra e cobertura vegetal, através da classificação supervisionada.

Em seguida, realizou-se o refinamento do uso da terra e cobertura vegetal, através da interpretação visual, a fim de editar e reclassificar as classes de uso.

Posteriormente, quantificou-se a área de cada fragmento florestal usando o *Field Calculator*, a fim de calcular e comparar os tamanhos dos diversos fragmentos encontrados na área. Os tamanhos dos fragmentos existentes foram classificados conforme as seguintes classes: muito pequenos (< 5 ha), pequenos (5 – 20 ha), médios (20 – 80 ha) e grandes (> 80 ha).

Por fim, utilizou-se a ferramenta *Patches* (que calcula os fragmentos da paisagem- no Arcgis 10.1) e obteve-se o índice estatístico das estruturas da paisagem.

3. Resultados e Discussão

A área da pesquisa passa por um processo elevado de fragmentação florestal, pois dos 820.020, 6238 ha (100%) tem-se apenas um percentual aproximado 49.946,7614 ha (6,09%) de manchas de fragmentos remanescentes (figura 2).

As bordas dos fragmentos compreendem 8.273.208,17 metros e a dimensão fractal média encontrada para os fragmentos foi de 1,37, demonstrando que a área possui pouca complexidade de suas bordas, exibindo formas mais regulares, o que confirma a forte presença antrópica na paisagem analisada (tabela 1).

Os maiores fragmentos encontrados estão nas classes de tamanho médio (20 – 80 ha) e grande (>80ha), todavia possuem os menores números de manchas com 264 e 115, respectivamente, conforme tabela 1.

A maioria destes fragmentos florestais estão localizadas nas proximidades dos corpos d'água, ou seja, nas zonas ripárias, que são adequadas para a implantação de corredores ecológicos, possibilitando uma maior preservação e a restauração das áreas degradadas e fragmentadas (conforme figura 2).

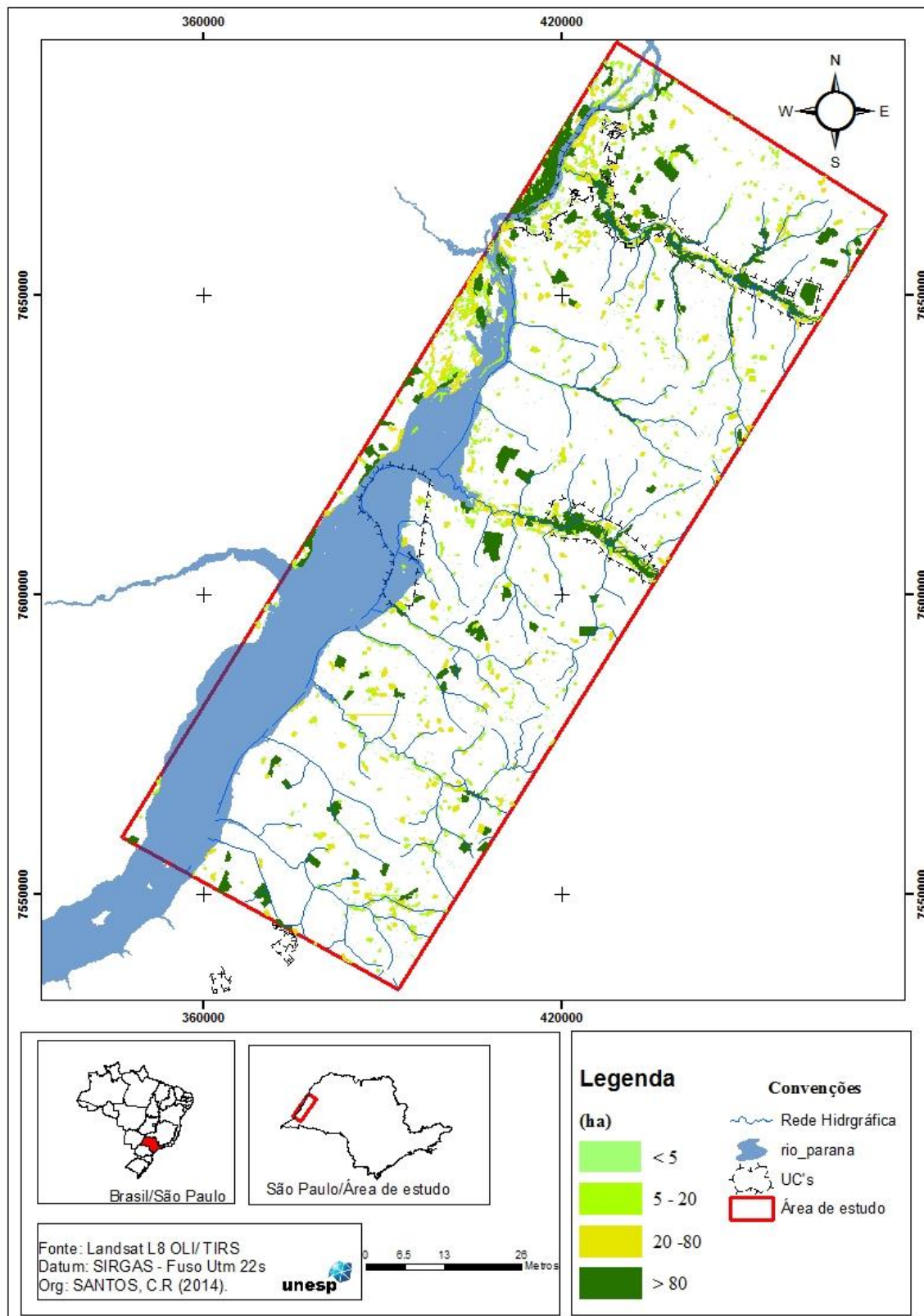


Figura (2) - Mapa dos fragmentos florestais da foz dos rios do Oeste Paulista

O mapeamento identifica que os maiores números de manchas (Nump) encontram-se entre os fragmentos muito pequenos (< 5 ha) com 9.112 fragmentos (tabela 1), isto é, as áreas estão bastante desmatadas, diminuindo o fluxo abiótico e biótico.

Segundo Odum (1983) e Soares Filho (1996) o tamanho das manchas controlam a circulação de nutrientes e a distribuição e quantidade de espécies presentes na paisagem, além de envolver a mobilização de maquinários agrícolas. A riqueza de espécies diminui à medida que a área do fragmento fica menor para manter a sobrevivência mínima das populações (FORMAN et. al. 1976)

Tabela 1 - Cálculo do índice de ecologia da paisagem para os fragmentos florestais na foz dos rios do Oeste Paulista

Estrutura da paisagem	Índice	Unidade	Classes de tamanho				
			Muito pequeno (< 5 ha)	Pequeno (5 - 20 ha)	Médio (20 - 80 ha)	Grande (> 80 ha)	Todos de (0 a > 80 ha)
Área	CA	Hectares (ha)	7.294,81	6.932,51	10.248,52	25.470,92	49.946,76
Densidade e tamanho	MPS	Hectares (ha)	0,80	9,52	38,82	221,48	4,88
	NUMP	Adimensional	9.112	725	264	115	10.216
	PSSD	Hectares (ha)	1.08	3,92	16,09	258,57	36,54
	PSCoV	Porcentagem	119,13	41,00	41,45	116,74	747,49
Borda	TE	Metros (m)	3.492.666,49	1.484.961,66	1.377.883,93	1.917.696,09	8.273.208,17
	ED	m/ha	478,78	214,20	134,44	75,28	165,64
Forma	MSI	Adimensional	1,34	1,88	2,38	3,16	1,43
	AWMSI	Adimensional	1,45	1,93	2,43	3,86	2,95
	MPFD	Adimensional	1,38	1,32	1,32	1,31	1,37

CA (Área de todas as manchas da classe); MPS (Tamanho médio da mancha); NumP (Número de manchas); PSSD (Desvio padrão do tamanho da mancha); PSCoV (Coeficiente de variação do tamanho da mancha); TE (Total de bordas); ED (Densidade de Borda); MSI (Índice de forma médio); AWMSI (Índice de forma de área média ponderada) e MPFD (Dimensão fractal da mancha média).

Os maiores tamanhos médios das manchas (MPS) encontram-se nas classes de tamanho médio (38,82 ha) e grande (221,48 ha), é o menor tamanho médio da mancha pertence à classe do muito pequeno (0,80 ha). Para Metzger (1997), os fragmentos com área superior a 0,72 ha possuem condições favoráveis para a conexão florestal, pois são úteis à locomoção de animais e a dispersão de sementes na paisagem.

As métricas de borda revelam que a classe de tamanho médio (20-80 ha) e tamanho pequeno (05–20 ha) possuem o menor valor total de borda (TE), com (1.377.883,93 m e 1.484.961,66 m), respectivamente. Já os fragmentos pequenos apresentam o maior valor total de borda (3.492.66,49 m)(tabela 1 e figura 2).

Os fragmentos muito pequenos e pequenos possuem maior densidade de bordas (ED), somando-as tem-se um valor de com 692,98 metros de borda por hectares, enquanto a densidade de borda dos fragmentos médio e grande somam 209,72 m/ha. A densidade de borda é inversamente proporcional à área ocupada por cada classe. Os resultados indicam que para um menor efeito de borda os fragmentos grandes são mais propícios ao maior grau de conservação.

As bordas dos fragmentos menores são locais que estão mais susceptíveis a bruscas mudanças nos seus ambientes de transição, como variações no microclima, aumento de temperatura, déficit hídrico que podem acarretar alterações na estrutura da vegetação e nas espécies, além das modificações efetuadas pela ação antrópica.

Segundo Lang e Blaschke (2009, p.269) o índice de forma avalia a complexidade da forma de uma mancha por meio da comparação com uma feição padrão, ou seja, quanto mais a forma do elemento da paisagem desviar-se do padrão redondo, maior será o valor do índice de forma.

Ao analisar o índice de forma médio (MSI) nota-se que as classes de tamanho dos fragmentos médio (2,38) e grande (3,16) possuem um desvio de forma que fogem do padrão circular para outras formas geométricas, como formas alongadas ao longo dos recursos hídricos.

As formas dos fragmentos florestais são um importante parâmetro a ser analisado, pois está inteiramente relacionado ao efeito de borda, evidenciando o grau do efeito de borda sobre o fragmento e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre a sua biodiversidade (PIRES, 1995).

4. Conclusões

A capacidade de quantificar as mudanças ocorridas na paisagem é fundamental para verificar o grau de desmatamento das áreas, principalmente, da Mata Atlântica. A análise do índice de ecologia da paisagem mostrou-se eficiente ao identificar como os fragmentos florestais encontrados estão distribuídos e seus respectivos parâmetros para possíveis conexões entre as Unidades de Conservação (Parques Estaduais dos Rios Aguapeí e Peixe e da Lagoa São Paulo, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) da Foz do Rio Aguapeí e a Estação Ecológica Mico Leão Preto) existentes na área de pesquisa.

Conforme os dados obtidos na pesquisa pode-se inferir que área encontra-se com alto grau de desmatamento, haja visto que, tem-se apenas 6,09% de manchas de fragmentos florestais, sendo a dimensão fractal média dos fragmentos é de 1,37, o qual indica pouca complexidade de suas bordas.

Pode-se verificar que a maioria dos fragmentos estão nas classes de tamanho médio e grande, e se localizam próximas as planícies de inundação, propiciando uma eventual conectividade e atuando como dispersora de sementes ao processo de regeneração florestal.

As métricas de borda identificam os fragmentos pequenos com o maior valor total de borda (TE), e as classes de tamanho médio e pequeno possuem o menor valor de borda (TE). Para Soares Filho (1996) as bordas desempenham um papel ecológico importante por compartilhar um maior número de espécies que nos habitats interiores.

A metodologia aplicada dos índices de métricas de estrutura da paisagem utilizando sistema de informação geográfica e técnicas de sensoriamento remoto demonstraram uma importante ferramenta para melhor compreensão e análise da área de estudo. Essas técnicas auxiliam no entendimento do padrão espacial da paisagem mostrando a distribuição de energia, materiais e organismo, além de revelar os processos físicos, ecológicos ou físico-ecológicos, que determinam o seu desenvolvimento (SOARES FILHO, 1996).

Referências Bibliográficas

- Ab' Saber, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003.
- Boin, M. N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). UNESP, Rio Claro, 2000. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-PP/361/tese/1%20capa.PDF>. Acessado: 10 de dez. 2013
- Carvalho, W.A. (Coord.). **Levantamento semidetalhado dos solos da bacia do rio Santo Anastácio-SP. Presidente Prudente, SP**: FCT-UNESP, (Boletim científico, n.2), 1997
- Florenzano. T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**, Oficina de textos, São Paulo. 2002. 97 p.
- Forman, R. T. T.; Galli, A.E, Leck, C. F. **Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications**. *O ecologic*, p.26, 1-8, 1976.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo, 1:1000.000**. São Paulo, 1981. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br>. Acessado em 4 dez, 2013.

Krummel, J.R. et al. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, v.48, n.3, p.321-24, 1987.

Lang, S. & T. Blaschke. **Análise da Paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo. Oficina de Textos, p.423, 2009.

Metzger, J. P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape & Urban Planning**. v. 37, p. 29-35, 1997. Disponível em: www.researchgate.net/...Relationships_between_land. Acessado: 4 out. 2014.

Odum, H.T. **Systems ecology**. New York, Wiley Interscience, 1983.

Pires, J. S. R. **Análise Ambiental voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: Abordagem Metodológica aplicada ao Município de Luiz Antônio – SP**. 1995. 166 f. Tese (Doutorado)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo, 1995. Disponível em: http://www.lapa.ufscar.br/pdf/tese_jose_salatiel_r_pires_1995.pdf. Acessado em: 4 out. 2014.

Rempel, RS, D. Kaukinen. , e AP Carr. **Analista de patch e patch Grade**. Ontário Ministério dos Recursos Naturais. Centro de Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario 2012.

Rodriguez, J. M. M.; silva, E. V.; Cavalcanti, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: Uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4.ed. Edições UFC, Fortaleza, 2013

Silva. C.B. **Dinâmica atmosférica e análise geostatística do clima da área de integração paisagística “Raia Divisória”SP/PR/MS: Uma proposta de tipologia climática**. Revista Brasileira de Climatologia, v.2, p. 53-70, 2006

Soares filho, B.S. **Análise de paisagem: fragmentação e mudanças**. Departamento de cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências/UFMG, 1996. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/dinamica/publications/apostila.pdf>. Acessado em: 3 de out. 2014.

Volotão, C.F. de Sá. 1998. **Trabalho de análise espacial: Métricas do Fragstats**. INPE, São José dos Campos, São Paulo – SP. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser431/trabalhos/fragstats.pdf>. Acessado em: 8 de out. 2014.