

ESTRUTURA DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POXIM-SE, COMO SUBSÍDIO À RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA¹

Edilma Nunes de Jesus², Robério Anastácio Ferreira³, Alessandro Guimarães Aragão⁴, Thadeu Ismerim Silva Santos⁴ e Sérgio Luís Rocha⁵

RESUMO – O planejamento para a restauração de extensas áreas fragmentadas tem como ponto de partida a caracterização dos efeitos da fragmentação na paisagem. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar os principais aspectos da fragmentação florestal na bacia hidrográfica do rio Poxim-SE, verificando-se seus possíveis efeitos, através de análises quantitativas da estrutura da paisagem. Para isso, foram utilizados indicadores de paisagem (métricas) selecionados a partir das opções do programa Patch Analyst 5.0. Foram demarcados pontos georreferenciados na área, para relacionar os dados apontados pelas métricas com as informações em campo. Por meio da análise das métricas, observou-se que cerca de 85% dos fragmentos são pequenos. Todos os fragmentos da área apresentam formas irregulares e alto grau de isolamento, com distância média de 657,3 m. Na simulação de uma área de borda de 35 m, a área total seria reduzida em 32% com a exclusão de 28 fragmentos que estariam totalmente sob essa condição. As informações em campo estão de acordo com os indicadores de intensa ação antrópica, o que levou à fragmentação da área. Os efeitos da fragmentação são evidentes na bacia hidrográfica do rio Poxim, e o planejamento de metas para conservação da biodiversidade é necessário para reduzir a ação antrópica nessa área.

Palavras-chave: Ecologia de paisagem; Métricas da paisagem; Fragmentação.

STRUCTURE OF FOREST FRAGMENTS OF THE RIVER BASIN POXIM-SE, AS SUBSIDY TO ECOLOGICAL RESTORATION

ABSTRACT – *The characterization of the effects of fragmentation is an essential starting point to enable the planning of the restoration of extensive fragmented areas. Thus, the work was conducted in order to characterize the main aspects of forest fragmentation on the river basin Poxim-SE, checking their possible effects through quantitative analysis of landscape structure. For this purpose, landscape indicators were used (metric), selected from the options of the program Patch Analyst 5.0. Georeferenced points were defined in the area, to relate the data collected by metrics with the information in the field. The analysis of metrics indicated that 85% of the fragments are small. All the fragments of the area have irregular shapes and high degree of insulation, with average distance of 657.3 m. In the simulation of an edge area of 35 m, the total area would be reduced by 32% with the exclusion of 28 fragments that were completely under this condition. The information in field is in accordance with the indicators of intense anthropic action, which leads to fragmentation of the area. The effects of fragmentation are evident in the river basin Poxim and planning goals for biodiversity conservation are needed to reduce the human action in this area.*

Keywords: Landscape ecology; Landscape metrics; Fragmentation.

¹ Recebido em 21.04.2013 aceito para publicação em 24.03.2015.

² Universidade Federal de Sergipe, UFS, Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Aracaju-SE, Brasil. E-mail: <edilmanunes@hotmail.com>.

³ Universidade Federal de Sergipe, UFS, Programa de Pós-graduação em Agricultura e biodiversidade, Aracaju-SE, Brasil. E-mail: <raf@infonet.com.br>.

⁴ Universidade Federal de Sergipe, UFS, Mestrado em Agroecossistemas, Aracaju-SE, Brasil. E-mail: <sandrofloresta@yahoo.com.br> e <thadeuismerim@gmail.com>.

⁵ Superintendência de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe - SRH. Aracaju-SE, Brasil. E-mail: <rocha_rls@yahoo.com.br>.



1. INTRODUÇÃO

A fragmentação das florestas tropicais é uma forma de degradação que tem contribuído significativamente para o aumento dos remanescentes isolados e diminuição da biodiversidade em todo o planeta. Assim, são necessários estudos e projetos de restauração de áreas degradadas como alternativa para mitigação das alterações provocadas pela fragmentação (BOURLEGAT, 2003; PEREIRA et al., 2007; LAURANCE; VASCONCELOS, 2009; MUCHAILH et al., 2010). No entanto, para que seja possível planejar estratégias de restauração em áreas fragmentadas, a compreensão dos efeitos da fragmentação é fundamental. Dessa forma, a análise da paisagem considerando aspectos relacionados à estrutura, diversidade e composição favorece a obtenção de informações válidas para nortear a escolha de alternativas de manejo e conservação (GAVIRIA; MONTEALEGRE, 2010).

A Ecologia da Paisagem, através de indicadores também conhecidos como métricas da paisagem, possibilita que seja analisada a configuração dessa paisagem, diagnosticando as condições dos fragmentos para que possíveis medidas sejam tomadas.

Os indicadores ou métricas da estrutura da paisagem podem ser aplicados em várias situações, como para avaliar a dinâmica de uso de solo, monitoramento de mudanças na paisagem, padrão de desmatamento, simular transformações futuras, incluindo investigações das condições das áreas com relação ao grau de fragmentação ou de conectividade (GOERL et al., 2011; PÔÇAS et al., 2011; YUAN; PAUDEL, 2012).

Os métodos analíticos em Ecologia da Paisagem possibilitam a interpretação dos efeitos da fragmentação sobre os processos ecológicos, a partir de estudos que avaliem a interação entre formas das unidades espaciais e sua funcionalidade. Assim, esse tipo de análise pode ser extremamente relevante em estudos de áreas fragmentadas e suas implicações para a biodiversidade (LELE et al., 2008).

Nesse contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar os principais aspectos da fragmentação florestal da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE, verificando seus possíveis efeitos, através de análises quantitativas da estrutura da paisagem.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Poxim é formada pelos rios Poxim-Mirim, Poxim-Açu e Pitanga. Possui extensão de 397,95 km² e está localizada sob as coordenadas 10°55'00" e 10°45'00" de latitude Sul e 37°05' e 37°22' de longitude Oeste (Figura 1). Abrange seis municípios, que variam em relação à área na bacia: São Cristóvão (59,16%), Aracaju (15,60%), Nossa Senhora do Socorro (13,48%), Itaporanga D'Ajuda (7,44%), Areia Branca (2,73%) e Laranjeiras (1,59%). Predomina na região o bioma Mata Atlântica, diversificando-se em vegetação de restinga, manguezais e fragmentos de Floresta Tropical Úmida (BRASIL, 2001; AGUIAR NETO, 2006).

O clima da região é do tipo tropical úmido, apresentando elevada seca no verão, segundo a classificação climática de Köppen. As temperaturas que predominam atingem as médias de 23 °C nos meses mais frios e 31 °C nos meses mais quentes (SILVA, 2001; SOARES, 2001).

2.2. Análise estrutural da paisagem

A avaliação da estrutura dos fragmentos da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim foi realizada com os dados shapefile, no formato vetorial originados de fotografias aéreas obtidas em 2004, de projeção UTM, Zona 24 Sul e Datum SAD-69. São fotografias ortoretificadas e ortogeoreferenciadas, na escala 1:10.000, que estão disponíveis no Atlas Digital (SERGIPE, 2012). Os dados foram processados com o programa ArcGis 9.3 numa escala de visualização de 1:100.000, juntamente com a extensão do programa Patch Analyst 5.0.

A confirmação das informações descritas nos mapas gerados foi feita com o trabalho de campo para reambulação dos dados. Nessa etapa, estabeleceu-se o levantamento de pontos aleatórios, distribuídos ao longo da bacia hidrográfica na parte superior, médio e baixo curso dos rios principais (Poxim, Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga), totalizando 50 pontos. Além disso, com base nesse levantamento foi analisada a relação entre impactos ambientais e a fragmentação.

2.3. Seleção de métricas para análise da paisagem

As métricas foram selecionadas com base em aspectos estruturais e ecológicos da paisagem. Utilizaram-se índices comparando as métricas com relação ao

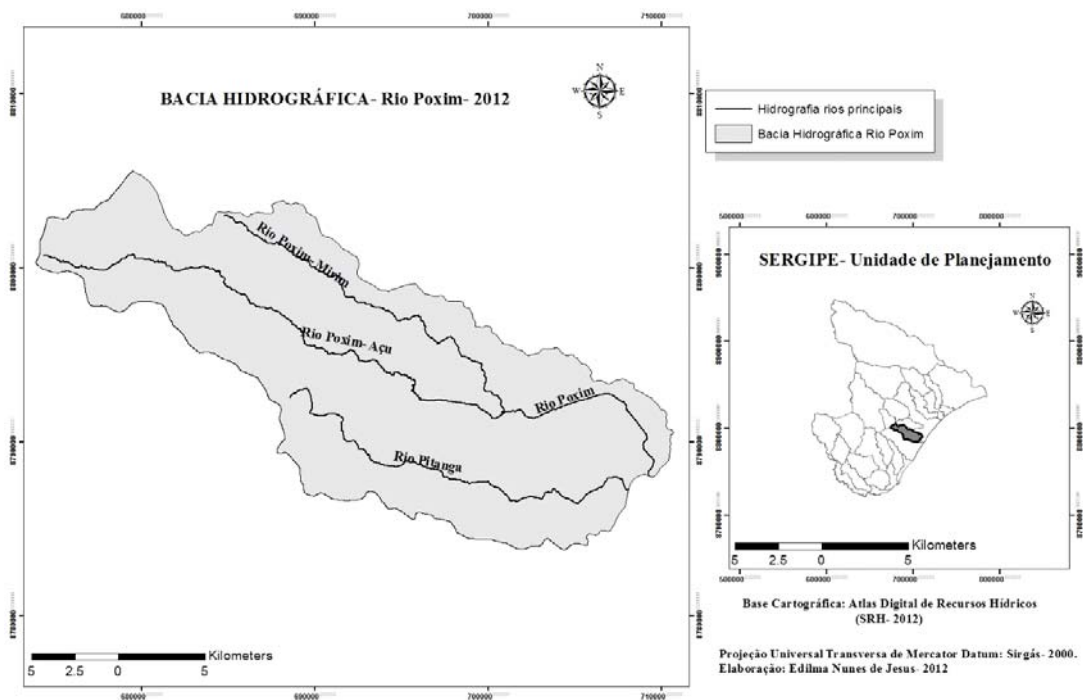


Figura 1 – Bacia hidrográfica do rio Poxim-SE com os rios principais: Poxim, Poxim-Açu, Poxim-Mirim e Pitanga.
Figure 1 – River basin Poxim-SE with major rivers: Poxim, Poxim-Açu, Poxim-Mirim and Pitanga.

agrupamento dos fragmentos em classes de tamanho e também com relação a toda a área de estudo (paisagem). A distribuição por classes foi realizada considerando tamanho dos fragmentos e sua contribuição para a manutenção dos processos ecológicos, adaptando-se as metodologias de Saunders et al. (1991) e Nora e Santos (2011), com a ressalva de que o tamanho real das áreas foi mantido para melhor verificação das informações em campo.

Para identificar as características dos fragmentos florestais da área, foram aplicadas as seguintes métricas:

a) Área dos fragmentos: área total da paisagem (CA); porcentagem de ocupação por classe (ZLAND).

b) Densidade e tamanho: número de manchas na paisagem (NUMP); tamanho médio das manchas (MPS); desvio-padrão do tamanho das manchas (PSSD); coeficiente de variação do tamanho das manchas (PSCov).

c) Forma: índice de forma média (MSI); índice de forma média ponderada pela área (AWMSI).

d) Isolamento: distância do vizinho mais próximo (MNN).

e) Área central (núcleo) e simulação de área de borda: total de área-núcleo na paisagem (TCA); e média da área-núcleo na paisagem (TCAI) a partir de área estabelecida.

Foi efetuada a simulação de uma área de borda de 35 m, que, de acordo com estudos, é o valor mínimo para que comecem a ocorrer efeitos de borda nos fragmentos florestais (RODRIGUES, 1998; PRIMACK; RODRIGUES, 2001; BOURLEGAT, 2003). Nesta análise, foram incluídas as métricas: TCA e TCAI para que fosse feita comparação entre as áreas de borda sobre outras métricas (CA, TLA, NUMP e MPS), segundo a adaptação de Gomide e Lingnau (2009).

3. RESULTADOS

3.1. Análise estrutural da paisagem

Foram analisados 9.412 ha (CA), referentes à ocupação de todos os fragmentos florestais e ao número total de fragmentos (NUMP) na área com 140 ha; destes, 85% pertenciam à classe 1, indicando a predominância de pequenos fragmentos. A porcentagem de ocupação das manchas por classes (ZLAND) indicou que o maior

fragmento da área de 2.574 ha representava 36,32% de toda a vegetação nativa da paisagem (Tabela 1).

Do tamanho médio das manchas, obtiveram-se 67.229 ha (MPS) para toda a paisagem; o desvio-padrão (PSSD) foi de 10,650 ha e o coeficiente de variação (PSCov), 109,395%. O valor de MPS relaciona-se à variabilidade do tamanho das manchas já apontada no desvio-padrão (PSSD) e ao coeficiente de variação (PSCov). O índice de forma foi 2,7, e, na divisão por classes, a classe V apresentou formas mais irregulares; enquanto a classe I apresentou formas mais regulares. Na análise ponderada AWMSI, esse padrão se manteve, mesmo com a distribuição de pesos de acordo com o tamanho das áreas (Figuras 2).

A média de distância do vizinho mais próximo (MNN) foi de 657,3 m. Na divisão por classes, a classe IV apresentou maiores valores de isolamento (16.349,83 m) e a classe I, os menores valores (244,06 m). Assim, os fragmentos menores (classe I) apresentam maiores condições de proximidade com os fragmentos da mesma classe, ao contrário do padrão encontrado na classe IV, que apresentou valor muito elevado de distância entre os fragmentos de mesma classe.

3.2. Modelagem da área-núcleo e área de borda

O total de área núcleo remanescente na paisagem (TCA), a partir de uma área de borda de 35 m, será de 6.420 ha. A média do percentual de área-núcleo (TCAI)

Tabela 1 – Porcentagem (%) de ocupação das manchas com a divisão por classes (I, II, III, IV, V), divididas em ordem crescente, com relação ao tamanho dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE.

Table 1 – Occupancy percentage (%) of the patches with the classes division (I, II, III, IV, V), divided in ascending order with respect to forest fragment size of the river basin Poxim-SE.

Métrica	Classes (ha)	Nº de fragmentos	Total %
ZLAND	I (0.00 - 42.31)	120	19.43
	II (42.31 - 126.75)	10	8.05
	III(126.75 - 379.84)	4	18.06
	IV (379.84 - 955.19)	5	18.14
	V (955.19 - 2574.07)	1	36.32

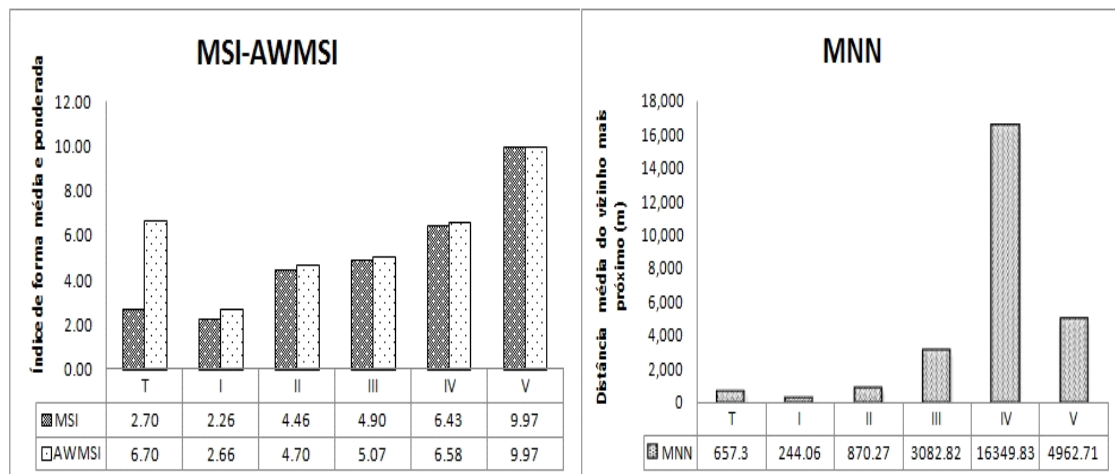


Figura2 – Total dos valores do índice de circularidade e média ponderada dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE parte (A) e (B). Em (A) Índice de forma média e ponderada (MSI/AWMSI) e em (B) distância média do vizinho mais próximo (MNN). Valores calculados para toda a paisagem (T) e por classes (I, II, III, IV e V).

Figure 2 – Total values of circularity index and weighted average of forest fragments of river basin Poxim-SE section (A) and (B). In (A) Index of average and weighted form (MSI/AWMSI) and in (B) average distance of the nearest neighbor (MNN). Values calculated for all landscape (T) and by classes (I, II, III, IV and V).

para a paisagem será de 68,43%, com maior valor na classe V (79,53%) e menor na classe I (38,20%) (Tabela 2).

Os menores valores de área-núcleo na classe I e os maiores na classe V, para uma área de borda de 35 m, comprovam que os fragmentos menores são os que mais sofrem os efeitos da fragmentação, considerando-se um mínimo de largura de borda.

Comparando as possibilidades de área de borda sobre as métricas citadas anteriormente (CA, TLA, NUMP e MPS), percebeu-se que, caso a área de borda seja de no mínimo 35 m, a cobertura de área total que estaria fora dessa área (CA) seria reduzida em aproximadamente 32%; a média do tamanho dos fragmentos seria reduzida em aproximadamente 15% e o número total de fragmentos, 20%. Entre o número total de fragmentos, após a simulação desse comprimento de borda haveria na área um total de 28 fragmentos, cuja área estaria totalmente sob a área de borda (Tabela 3).

Com a aplicação da métrica de área central para uma borda de 35 m, constata-se que na área de estudo essa variável teria como resultados: a redução da área de vegetação que possa ser considerada sem alterações provocadas pela área de borda; um número considerável de fragmentos totalmente sob a área de borda (28) e a diminuição no tamanho médio dos fragmentos.

3.3. Avaliação das informações em campo

Durante as visitas em campo, foram percebidas várias ações antrópicas no entorno dos fragmentos da bacia hidrográfica que contribuem para a intensificação da fragmentação na área. Entre essas atividades, destacam-se:

Tabela 2 – Índice de Área Total (%) de área núcleo das manchas por classes a partir de 35 m de área de borda, simulados para as condições dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE.

Table 2 – Total Area Index (%) of nucleus area of the patches by classes from 35 meters of the border area, simulated for the conditions of forest fragments of the river basin Poxim-SE.

Métrica	Classes (ha)	Total %
TCAI	I (0,00 – 42,31)	38,20
	II (42,31 – 126,75)	48,85
	III (126,75 – 379,84)	65,98
	IV (379,84 – 955,19)	74,53
	V (955,19 - 2574,07)	79,53

a) Agricultura: as monoculturas implantadas ao longo da bacia hidrográfica, a exemplo das áreas de cana-de-açúcar, formam manchas de permeabilidade reduzida para várias espécies da fauna que provavelmente não conseguem deslocar-se por essas áreas.

b) Pecuária e pastagem: na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim, a pastagem é a principal forma de uso do solo, representando 40,54% de toda a área (COSTA, 2011). A ocorrência da pecuária e pastagem nessa bacia se relaciona com a fragmentação, pela substituição das áreas de mata nativa por áreas abertas (pastagens) de intensa exposição solar, o que implica perda de biodiversidade desses locais.

c) Diminuição de matas ciliares: embora a legislação determine a manutenção e proteção das matas ciliares, foram verificados, em pontos da área de estudo, vários trechos de vegetação ciliar desmatados e, muitas vezes, com plantio de agricultura de subsistência. Os conflitos de uso de solo são frequentes na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim, onde áreas de nascentes dos principais cursos d'água se encontram sob constante pressão antrópica, que legalmente são consideradas como Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo prioritárias ações de recuperação nesses ambientes (COSTA, 2011; FERREIRA et al., 2011).

d) Mineração para extração de areia: a extração de areia presente na área indica a ocorrência de um dano ambiental de grande abrangência, pois essa atividade é considerada de alto impacto, tornando imprescindível a intervenção humana para que as áreas degradadas pela mineração possam ser restauradas (PARROTA; KNOWLES, 2008). Assim, as atividades

Tabela 3 – Comparação entre a área de borda de 35 m e os valores de área total (CA) e o número de fragmentos (NUMP) e média do tamanho dos fragmentos (MPS), considerando-se toda a paisagem da bacia hidrográfica do rio Poxim-SE.

Table 3 – Comparison between the edge area of 35 meters and the values of total area (CA), and the number of fragments (NUMP) and average fragment size (MPS) considering the entire landscape of the river basin Poxim UP.

Métricas (paisagem)	Total sem a área de borda	Total com a área de borda
CA	9.412 (ha)	6.420 (ha)
NUMP	140	112
MPS	67,23 (ha)	57,32 (ha)

mineradoras presentes nas proximidades de fragmentos poderão reduzir as possibilidades de restauração florestal nessas áreas e também de conectividade entre os remanescentes.

f) Deposição de lixo: foram registrados em vários pontos da área, geralmente em fragmentos próximos de moradias, descarte de lixo e deposição de material de cultos religiosos nas proximidades dos fragmentos. De acordo com Viana e Pinheiro (1998), os fragmentos florestais não existem em locais destituídos de pessoas; ao contrário, a presença humana determina, na maioria das vezes, o histórico de perturbação e degradação dos remanescentes florestais, e a relação das comunidades do entorno contribui para que se possa compreender melhor a estrutura e dinâmica dos fragmentos florestais.

4. DISCUSSÃO

Estudos apontam que a formação de pequenos fragmentos relaciona-se com o uso econômico do solo, pois esses se tornam comuns em virtude da retirada da vegetação nativa em áreas planas para o cultivo (CEMIN et al., 2009; GOERL et al., 2011). Como na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim predominam as pequenas propriedades rurais, esse também é fator que influencia a fragmentação da área (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009; CALEGARI et al., 2010).

O padrão encontrado com relação à ocorrência de maior número de fragmentos pequenos, condição verificada em outros trabalhos de regiões distintas do Brasil, demonstra que, na Região Nordeste, mais precisamente no Estado de Sergipe e na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim, os remanescentes de Mata Atlântica locais são áreas com grande possibilidade de serem afetadas pela fragmentação.

Os fragmentos maiores, denominados por alguns autores como “fragmento-matriz”, podem ser considerados como principal fonte de recursos e material genético das manchas menores, destacando-se, nesse sentido, a sua importância no contexto da paisagem (CASTRO; FERREIRA, 2009; PARDINI et al., 2010).

Os fragmentos de formas irregulares em toda a área de estudo indicam a ocorrência de áreas mais recortadas, o que remete a fragmentos apresentando formas mais complexas e, portanto, com menor área interior (área núcleo) e maior propensão à existência de área de borda. O Índice de Forma (MSI) aponta que as formas mais irregulares dos fragmentos apresentam, geralmente, o

efeito de perturbações, pela tendência de apresentarem maior área de borda (KURASZ et al., 2008).

O isolamento da paisagem se destaca como um dos processos que potencializa os efeitos da fragmentação e indicam a redução dos processos ecológicos no meio (ALANDI et al., 2009). O alto grau de isolamento verificado na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim reflete os efeitos da fragmentação na área ao formar uma paisagem com remanescentes distantes entre si, e este contexto reflete as consequências prejudiciais desse fator nas condições de dispersão e deslocamento das espécies.

A simulação de uma área de borda com 35 m demonstrou que a possibilidade de ocorrência do efeito de borda, em condições mínimas na área, possibilitaria a formação de ambientes desfavoráveis para inúmeras espécies mais sensíveis à fragmentação na área. Dessa forma, o aumento da área-tampão (ou área de amortecimento) no entorno dos fragmentos mais afetados poderia ser alternativa para amenizar esse processo.

Metzger (2008) recomendou para o manejo de paisagens fragmentadas alternativas de restauração florestal que visam ao aumento da área do fragmento ou à proteção das bordas, como estratégias para o restabelecimento do fluxo biológico, bem como a redução dos riscos de extinção.

O plantio da zona-tampão pode ser realizado com espécies florestais de rápido crescimento, ao redor dos fragmentos para evitar que impactos externos cheguem até os fragmentos e se propaguem, diminuindo as pressões do entorno (VITALLI et al., 2009; CALEGARI et al., 2010).

Ao analisar de forma integrada as atividades de uso de solo determinadas por fatores econômicos e sociais e seus reflexos nos aspectos ecológicos, foi possível perceber que a validação das informações *in loco* contribui diretamente para uma melhor compreensão dos entraves que existem no planejamento para restauração de áreas degradadas. Assim, essa etapa é fundamental para dar maior precisão à avaliação dos índices de paisagem e, ainda, como fonte de informações para melhorias no planejamento e gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim.

5. CONCLUSÃO

Foi possível identificar intensa fragmentação da área pela predominância de fragmentos pequenos na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim-SE. O padrão de forma

irregular em todos os fragmentos florestais relaciona-se com as possibilidades de ocorrência de efeito de borda na paisagem. O alto grau de isolamento entre os remanescentes da área reflete a quebra de dispersão, de fluxos biológico e gênico, o que representa efeito deletério às espécies locais.

De acordo com a métrica de área núcleo, mesmo em condições de simulação para uma largura de área de borda mínima (35 m), os fragmentos da Bacia Hidrográfica do Rio Poxim apresentam grande suscetibilidade ao efeito de borda, caso esse processo ocorra na área. As informações obtidas em campo corroboram a avaliação realizada pelas métricas, ao identificar aspectos que se relacionam com os fatores da fragmentação relacionados ao tamanho de área, forma dos fragmentos e grau de isolamento dos remanescentes, o que reforça a validade desse tipo de análise.

A fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Poxim é um processo perceptível, por meio das métricas da paisagem, e, devido às consequências prejudiciais que essa forma de degradação traz ao meio, minimizar esse processo consistirá em diretrizes para as metas de planejamento e conservação da biodiversidade do local.

6. AGRADECIMENTOS

À FAPITEC e à CAPES, pelo apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS

AGUIAR NETO, A.O. Descrição geral da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim. In: ALVES, J.P.H.; GARCIA, C.A.B.; AGUIAR NETO, A.O.; FERREIRA, R.A. (Coord.) **Diagnóstico e avaliação da sub-bacia Hidrográfica do rio Poxim**. Sergipe: EDUFS/FAPESE, 2006. p.11-28. (Relatório de Pesquisa)

ALANDI, C.M.; LA GUERRA, M.M.; PUIG, C.C.; FERNANDÉZ, J.V.L. **Conectividad ecológica y áreas protegidas: Herramientas y casos prácticos**. Madrid: FUNGOBE, 2009. 86p.

BOURLEGAT, C.A. A fragmentação da vegetação natural e o paradigma do desenvolvimento rural. In: COSTA, R.B. (Org.) **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. Campo Grande: UCD, 2003. p.1-25.

BRASIL. Agência Nacional das Águas. **A gestão dos recursos hídricos no estado de Sergipe**. versão preliminar, 2001. CD ROM, n.1. (Série: Sistema Nacional de Informações Sobre Recursos Hídricos)

CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; GLERIANI, J.M.; SILVA, E.; BUSATO, L.C. Análise da dinâmica de fragmentos florestais no município de Carandaí-MG, para fins de restauração florestal. **Revista Árvore**, v.34, n.5, p.871-880, 2010.

CASTRO, E.C.; FERREIRA, N.C. Diagnóstico do padrão de paisagem com métricas dos remanescentes de vegetação em Goiânia. **Habitus**, v.7, n.1, p.229-247, 2009.

CEMIN, G.; PERICO, E.; REMPEL, C. Composição e configuração da paisagem da sub-bacia do Arroio Jacaré, Vale do Taquari, RS, com ênfase nas áreas de florestas. **Revista Árvore**, v.33, n.4, p.705-711, 2009.

COSTA, C.C. **Estratégias para proteção dos fragmentos florestais na Sub-Bacia do Rio Poxim-SE**. 106f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

FERREIRA, R.A.; NETTO, A.O.A.; SANTOS, T.I.S.; SANTOS, B.L.; MATOS, E.L. Nascentes da sub-bacia hidrográfica do rio Poxim, estado de Sergipe: Da degradação à restauração. **Revista Árvore**, v.35, n.2, p.265-277, 2011.

GAVIRIA, A.C.; MONTEALEGRE, R.O. Análisis del paisaje y su relación con La regeneración del roble (*Quercus humboldtii* BONPL.) em el municipio de Popayán, Departamento del Cauca. **Revista Colombia Forestal**, v.13, n.2, p.189-200, 2010.

GOERL, R.F.; SIEFERT, C.A.C.; SCULTZ, G.B.; SANTOS, C.S.; SANTOS, I. Elaboração e Aplicação de índices de fragmentação e conectividade da paisagem para análise de bacias hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.5, n.1, p.1000-1012, 2011.

GOMIDE, L.R.; LINGNAU, C. Simulação espacial de uma paisagem sob o efeito borda. **Revista Floresta**, v.39, n.2, p.441-455, 2009.

Revista Árvore, Viçosa-MG, v.39, n.3, p.467-474, 2015



- KURASZ, G.; ROSOT, N.C.; OLIVEIRA, Y.M.M.; ROSOT, M.A. Caracterização do entorno da reserva florestal Embrapa/ Epagri de Caçador (SC) usando imagem Ikonos. **Floresta**, v.38, n.4, p.641-649, 2008.
- LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, v.13, n.3, p.434-451, 2009.
- LELE, N.; JOSHI, P.K.; AGRAWAL, S.P. Assessing forest fragmentation in northeastern region (NER) of India using landscape matrices. **Ecological Indicators**, v.8, n.1, p.657-663, 2008.
- METZGER, J.P. Como restaurar a conectividade em paisagens fragmentadas? In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p.307-330.
- MUCHAILH, M.C.; RODERJAN, C.V.; CAMPOS, J.B.; MACHADO, A.L.T.; CURCIO, G.R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v.40, n.1, p.147-162, 2010.
- NORA, E.L.D.; SANTOS, J.E. Dinâmica ambiental da zona de amortecimento de áreas naturais protegidas. **Ambiência Guarapuava**, v.7, n.2, p.279-293, 2011.
- PARDINI, R.; BUENO, A.A.; GARDNER, T.A.; PRADO, P.I.; METZGER, J.P. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **Plos One**, v.5, n.10, p.1-10, 2010.
- PARROTA, J.A.; KNOWLES, O.H. Restauração florestal em áreas de mineração de bauxita na Amazônia. In: KAGEYAMA, P.Y.; OLIVEIRA, R.E.; MORAES, L.F.; ENGEL, V.L.; GANDARA, F.B.(Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2008. p.307-330.
- PEREIRA, M.A.S.; NEVES, N.A.G.S. Considerações sobre a fragmentação territorial e as redes de corredores ecológicos. **Geografia**, v.16, n.2, p.5-24, 2007.
- PÔÇAS, I.; CUNHA, M.; PEREIRA, L.S. Remote sensing based indicators of changes in a mountain rural landscape of Northeast Portugal. **Applied Geography**, v.31, n.1, p.871-880, 2011.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Rodrigues, 2001. 327p.
- RODRIGUES, E. **Edge effects on the regeneration of forest fragments in south Brazil**. 1998. 172f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Cambridge, Harvard University, 1998. 172p.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v.5, p.18-32, 1991.
- SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento, da Ciência e da tecnologia. **Atlas digital sobre os recursos hídrico de Sergipe**. Sergipe: SEPLANTEC/SRH, 2012.
- SILVA, Z.F.B. **Cenário atual da secção urbana do rio Poxim**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe- UFS/Gestão de Recursos Hídricos, 2001. 85p.
- SOARES, J.A. **O rio Poxim, processo urbano e meio ambiente**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe- UFS/Gestão de Recursos Hídricos, 2001. 67p.
- VIANA, V.M.; PINHEIRO, L.A.F.V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **IPEF**, v.12, n.32, p.25-42, 1998.
- VITALLI, P.L.; ZAKIA, M.J.B.; DURIGAN, G. Considerações sobre a legislação correlata à zonatampão de unidades de conservação no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v.12, n.1, p.67-82, 2009.
- YUAN, F.; PAUDEL, S. Assessing landscape changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v.16, n.1, p.66-76, 2012.