

*Análise espacial da densidade de fragmentos
remanescentes e da estrutura da paisagem na
sub-bacia do Rio Caiapó – GO*

*Spatial analysis of fragments density and landscape
structure in the basin of Caiapó River – GO*

*Análisis espacial de los fragmentos, densidad y estructura
del paisaje en la cuenca del Río Caiapó – GO*

Karla Maria Silva de Faria
Universidade Federal de Goiás
karlamsfaria@gmail.com

Rodrigo Antônio dos Santos
Universidade Federal de Goiás
rads.rodrigo@gmail.com

Resumo

A Alta bacia do rio Araguaia já foi indicada como representante das transformações socioambientais apresentadas pelo Bioma Cerrado e atualmente os estudos quanto à avaliação da fragmentação tem ocorrido por sub-bacias hidrográficas fundamentado nos princípios teóricos metodológicos da Ecologia da Paisagem. O objetivo deste estudo foi analisar a densidade de fragmentos da sub-bacia do rio Caiapó e a estrutura da paisagem, avaliando o grau de degradação ambiental ou de conservação da vegetação remanescente. A metodologia envolveu o uso em ambiente SIG do clustering Kernel e quantificação da estrutura da paisagem com o Fragstats. Os resultados indicam que a bacia apresenta elevados índices de degradação ambiental, especialmente por predominar elevado número de fragmentos com área menor que 10 hectares e baixa proximidade entre as manchas remanescentes. Entretanto, a região das nascentes apresenta fragmentos mais contínuos e próximos destacando este setor como área prioritária para conservação e preservação.

Palavras-chave: Bioma Cerrado, Fragmentação, degradação ambiental

Abstract

The Upper Araguaia River Basin has already been recognized as a remarkable symbol of the intense social and environmental changes in the Cerrado Biome. Latest studies have analyzed fragmentation on small basins based on the principles of Landscape Ecology. In this sense, the objective was to analyze the landscape structure and the density of remaining fragments, evaluating the degree of environmental degradation of these fragments on Caiapó River Basin (Goiás State). The methodology consisted of calculating the Kernel clustering on GIS and quantifying the landscape structure on Fragstat. Results revealed the existence of a large number of small fragments (10ha) with high levels of environmental degradation degree, and relatively distant from each other. Furthermore, the larger fragments were clustered only in the surrounding of the water springs, highlighting these areas as priority for environment conservation and preservation.

Key words: Cerrado, fragmentation, environmental degradation

Resumen

La alta Cuenca del Río Araguaia ha sido definida como un fiel representante de las transformaciones sociales y ambientales presentados por el Cerrado Brasileiro. Actualmente los estudios se encuentran en la fase de evaluación de la fragmentación a partir de productos desarrollados por subcuencas y con base en los principios teóricos y metodológicos de la Ecología del Paisaje. El objetivo de este estudio fue analizar la densidad de fragmentos de la sub-cuenca del río Caiapó, la estructura del paisaje, y la evaluación del grado de degradación y/o conservación de la vegetación restante. La metodología consiste en el uso de la agrupación Kernel SIG y la cuantificación de la estructura del paisaje con FRAGSTATS. Los resultados indican que la cuenca tiene altos niveles de degradación ambiental, evidenciado por el predominio de fragmentos con área de menos de 10 hectáreas y baja proximidad entre los puntos restantes. Sin embargo, la zona de las nacientes presenta fragmentos más continuos y próximos, destacando este sector como un área prioritaria para la conservación y preservación.

Palabras clave: Cerrado, la fragmentación, la degradación del medio ambiente

Introdução

A fragmentação da vegetação, pelo isolamento dos remanescentes, vem sendo apontada como uma das principais causas de perda de biodiversidade dos biomas e mudanças irreversíveis nos sistemas ecológicos, ao favorecerem o comprometimento das estruturas genéticas e facilitam o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies invasoras e oportunistas (SAUNDERS, et al., 1991; FAHRIG, 2003; PIVELLO, 2005; PARDINI et al., 2010).

Pesquisas voltadas à avaliação dos efeitos da fragmentação da vegetação são, na atualidade, desenvolvidas sobre o cunho teórico e metodológico da Ecologia da Paisagem ou Geoecologia, sendo favorecidos por dados e imagens obtidas por sensores orbitais, tratados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que possibilitam a integração e construções de modelos de análise da paisagem em diferentes escalas temporais e espaciais e ainda, a quantificação de componentes da estrutura da paisagem por meio de índices ou métricas da paisagem.

As abordagens possibilitadas pela Geoecologia e/ou Ecologia de Paisagem, permitem a leitura da paisagem segundo as relações mantidas entre seus componentes físico, biótico, econômico, sociais e culturais (MARTINS, et. al., 2004), pois contempla-se uma abordagem geográfica, que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e uma abordagem ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a importância destas relações em termos de conservação biológica (METZGER, 2003; RODRIGUEZ et. al., 2007).

As análises realizadas nessas perspectivas possibilitam avaliar a interação entre os diferentes elementos que compõem o mosaico da paisagem, o que permite observar as causas e consequências da heterogeneidade espacial ao longo de uma classe de escala espaço temporal e ainda delimitar áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade, que são necessárias aos biomas brasileiros, destacando-se o Cerrado.

O Bioma Cerrado apresenta alta riqueza de espécies, alto grau de endemismo de plantas e vertebrados (KLINK e MACHADO, 2005; RIBEIRO e WALTER, 2008), sendo considerado pelos estudos de Mittermeier et al., (2004), como um dos 34 *hotspots* (áreas prioritárias para conservação da biodiversidade mundial) em função do seu alto nível de endemismo e pressão para ocupações antrópicas.

A ocupação intensiva deste bioma foi influenciada pelo II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND – 1975-1979), as quais promoveram o desenvolvimento da região, porém à custa de desmatamentos sucessivos das fisionomias nativas e sua substituição, sobretudo pela agropecuária. Segundo Sano et al., (2010) a taxa de conversão da vegetação nativa em áreas antrópicas é de 39,5%, com taxa de desmatamento anual de 0,7% na última década (MMA, 2011).

A bacia do rio Araguaia destaca-se historicamente e espacialmente como representante dos impactos ambientais decorrentes da expansão de atividades agrícolas nas últimas quatro décadas. As discussões em âmbito político, social e científico questionam a expansão de atividades agrícolas e os impactos associados, como redução da biodiversidade, alta incidência de processos erosivos, solos degradados (CASTRO, 2005), e sob uma abordagem geoecológica as sub bacias do rio Claro (FARIA, 2011), Garças (SIQUEIRA, 2012) e Peixes (CARNEIRO, 2012), integrantes da Alta Bacia já indicaram que o processo de ocupação, fragmentação e configuração da estrutura da paisagem é distinto entre elas e anteriormente Faria e Castro (2007) indicaram índices elevados de antropização para a bacia do rio Caiapó, mas não avaliaram o estado da fragmentação da vegetação de cerrado nativa da região.

Entretanto, mais que avaliar o estado de fragmentação é necessário avaliar a conectividade e distância entre fragmentos remanescentes de vegetação, pois tal característica influencia diretamente na capacidade de dispersão de organismos e amplitudes geográficas de metapopulações, ou seja, a reposição de pequenas populações e fluxo gênico entre fragmentos.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho é analisar a densidade de fragmentos da sub-bacia do rio Caiapó, integrante da Alta Bacia do Araguaia, avaliando a configuração da estrutura da paisagem com base em índices descritores da paisagem.

Materiais e métodos

Área de estudo

A sub-bacia do Rio Caiapó, integrante da Alta Bacia do Araguaia localiza-se no estado de Goiás (Figura 1) e representa 19,5% da Alta Bacia, drenando uma área de 13.930,85 km².

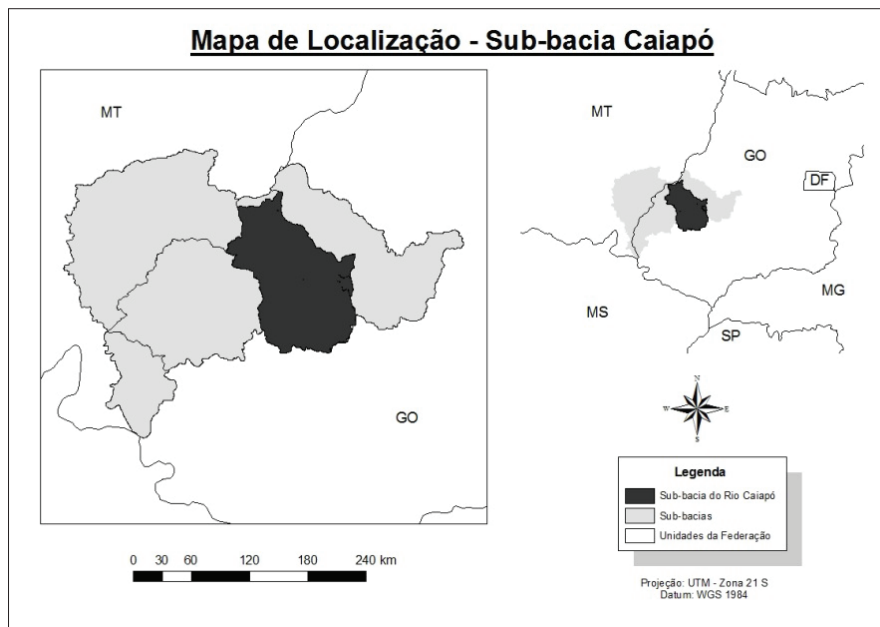


Figura 1 – Mapa de Localização da Sub-Bacia do Rio Caiapó

Abrange, parcial ou totalmente, território de 11 municípios goianos: Amorinópolis, Aragarças, Arenópolis, Bom Jardim de Goiás, Caiapônia, Diorama, Iporá, Ivolândia, Montes Claros, Palestina de Goiás e Piranhas, que se destacam no estado pelo uso predominante de agropecuário com pastagens extensivas e intensivas em sistemas de confinamentos.

Esta sub bacia apresenta três grandes compartimentos geomorfológicos marcado por cotas altimétricas: I - entre 850 e 1.000m; II - entre 500 a 850m e III ;entre 350 e 500m; aos quais se associam, predominantemente classes pedológicas dos Gleissolos e Plintossolos restritos às planícies de inundação dos cursos fluviais da bacia; Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura média, distribuídos sob superfícies mais suaves e conservadas e Neossolos Quartzarênicos Órticos.

Os aspectos ambientais de relevos planos e solos bem desenvolvidos permitiram processo de ocupação que privilegiou usos agrícolas destinados predominantemente à pastagens e agricultura em áreas setorizadas.

Procedimentos metodológicos

Para analisar a densidade de fragmentos e a estrutura da paisagem da sub-bacia foi realizado em ambiente SIG um mapa temático da vegetação remanescente do Cerrado. As classes de vegetação foram definidas de acordo com a classificação proposta por Ribeiro e Walter (2008) que subdividem a vegetação do Cerrado em: Formações Florestais, Savânicas e Campestres. Nesta etapa do trabalho além dos remanescentes de Cerrado foram mapeadas as áreas referentes à água, entretanto não foi distinguida tipologias das classes de uso antrópico.

A identificação das classes de vegetação e água foi realizada a partir de imagens do satélite Landsat 5 do mês de julho de 2010, com a composição de bandas falsa cor 5R, 4G e 3B para realçar as áreas de vegetação nativa nas imagens (PONZONI, 2001).

Destaca-se que a região estudada, por compor o projeto “Análise Geoambiental Integrada da Alta Bacia do Rio Araguaia” desenvolvido no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGF/IESA/UFG), apresenta vários fragmentos de vegetação de cerrado validados em campo com identificação fitofisionômica e fitossociológica, que permitiram quando da classificação identificar as fitofisionomias presentes na sub-bacia, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Chave de Classificação adotada para Landsat 5. Adaptado: Faria, 2012.

Classes Identificadas	Cor/Tonalidade	Textura na imagem LANDSAT
Água	Azul	Lisa
Formação Campestre	Rosa escuro	Rugoso
Formação Florestal	Verde escuro	Rugoso
Formação Savânica	Rosa claro	Liso
Usos não classificados	Rosa claro/ Verde claro	Liso, delimitados

Os processos de segmentação e classificação da imagem LANDSAT foram realizados no software SPRING (CAMARA et al, 1996), por meio do classificador Bhattacharya, que envolve uma fase de aquisição e análise de amostras fornecidas, visando aperfeiçoar o mapeamento final. As correções necessárias à classificação e as modelagens ambientais, para fins de avaliar a densidade de fragmentos foram realizadas no *software* ArcGIS (2011).

A avaliação da densidade de concentração dos fragmentos remanescentes para a área de estudo foi realizada com base na modelagem ambiental, por esta possibilitar o armazenamento e processamento de grandes bases de dados e um grande volume de informações.

A análise dos dados ambientais vem sendo facilitadas por meio dos agrupamentos sendo o *clustering Kernel*, o agrupador com melhor desempenho, que se baseia na criação de superfícies de densidade (CERVO, 2014) indicada como apropriada para posições

de dados individuais que apresenta regiões menos fragmentadas de um determinado evento ou conjunto de eventos. Trata-se de um interpolador que se baseia em uma análise exploratória pontual que estima a intensidade de ocorrência do processo em toda a região em estudo que tem sido utilizado em diversas disciplinas (FILIPPONE et al., 2008).

A associação desse estimador como uma ferramenta em SIG's, como o *ArcMap* possibilita a criação de produtos cartográficos automáticos que podem indicar fragilidades e vulnerabilidades, conforme os critérios são agrupados (CAMARA et al., 2015). Diversos trabalhos no âmbito ambiental (CARDIM et al; 2011; FARIA et al., 2014; MELLO et al., 2014; BRITO e FERREIRA, 2015, entre outros) tem utilizando essa ferramenta para avaliar realizar análise geográfica do comportamento de padrões seja de queimadas, incêndios ou de vulnerabilidades ambientais.

Por realizar agrupamento de dados e permitir avaliação do comportamento de padrões, trata-se de uma ferramenta que no âmbito da ecologia de paisagens e geoecologia que possibilita avaliar a densidade e conectividade de fragmentos remanescentes, bem como averiguar de forma integrada e geossistêmica as áreas preferencias de degradação e indicar possíveis áreas para implantação de corredores ecológicos. Nesse sentido, o mapa de Vegetação Remanescente teve seus polígonos convertidos para informações pontuais e posteriormente com base na ferramenta *Spatial Analyst*, realizou-se o cálculo da densidade dos fragmentos, definindo-se um raio de 10 metros de agrupamento para a operação.

Os intervalos do interpolador foram agrupados em três classes: Alta, Média e Baixa, posteriormente utilizou-se os limites dos agrupamentos na sobreposição no mapa de remanescentes e este dado resultante foi submetido ao *FRAGSTATS* com intuito de avaliar a estrutura e configuração da paisagem em cada área.

A aplicação e análise dos índices descritores da estrutura da paisagem necessita considerar sua interdependência e eficiência, tornando-se útil selecionar dentre esses vários índices, um menor grupo, capaz de capturar os importantes aspectos da heterogeneidade da paisagem. Nesse sentido, os índices selecionados para avaliar a estrutura da paisagem na sub-bacia do Caiapó foram às métricas de CA (Área Total), PLAND (Percentual da classe na paisagem), NP (Número de Fragmentos) e de tamanho dos fragmentos, por fitofisionomias.

Resultados e discussões

O Bioma Cerrado caracteriza-se por apresentar fitofisionomias distintas com variações entre as fisionomias campestres, savânicas e florestais, cujas diferenças vegetacionais estão relacionadas com o gradiente de alumínio presente no solo, que sugerem mudanças de fisionomias mais abertas para aquelas mais fechadas têm sido relacionadas com aumento de riqueza, densidade, área basal, altura e cobertura de árvores (KINK; MACHADO, 2005). Considerando a metodologia adotada, tais particularidades foram identificadas no mapeamento de vegetação remanescente da área de estudo (Figura 2).

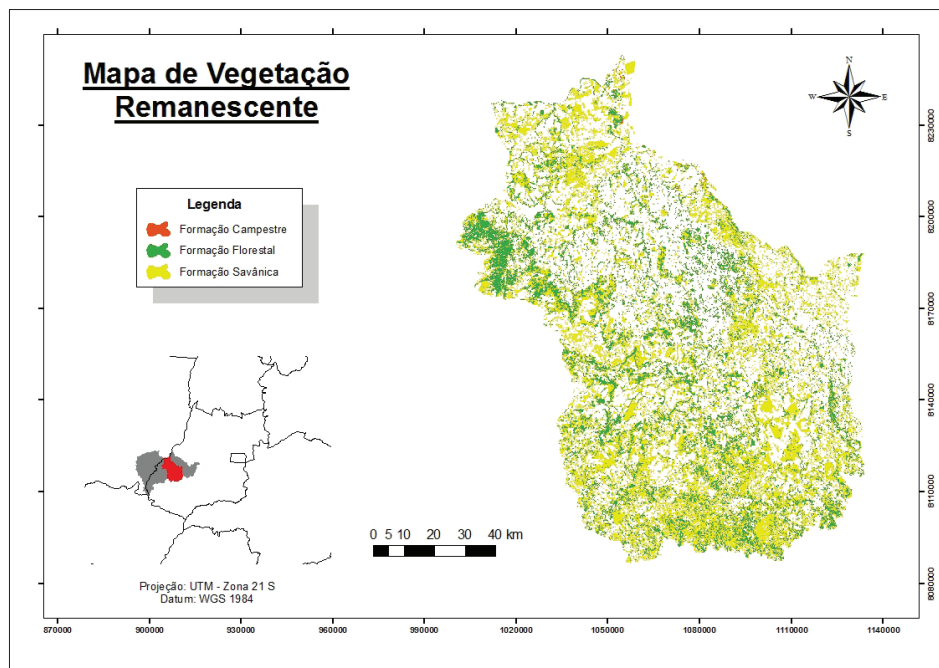


Figura 2 – Mapa de Vegetação Remanescente da Sub bacia do Rio Caiapó – 2010

A análise do Mapa de Vegetação Remanescente (Figura 2) indica que a área apresenta 543.005 hectares de vegetação remanescente (41,89% da área total).

Os remanescentes pertencentes a Formação Florestal estão associados aos canais de drenagem, domínio de solos profundos e distribuídos ao longo da área correspondem a 27,22% da área; a Formação Savânica identificada em toda a área de forma uniforme e bem distribuídas, corresponde a 14,63% da área; a Formação Campestre que tem ocorrência restrita em parte da porção Norte, representa apenas 0,04% do total da sub-bacia.

A estrutura da paisagem, com base nos parâmetros definidos por Forman (1995), indica que a área em estudo apresenta um misto de paisagem com manchas grandes e pequenas, o que foi comprovado na avaliação das métricas/índices descritores.

Avaliando-se a densidade de fragmentos (Figura 3) identifica-se um padrão espacial de representação da fragmentação. Maior Concentração e menor distância são constatadas em manchas isolada e desconexas, mas envoltas em matriz de média densidade de fragmentos, que é a classe predominante.

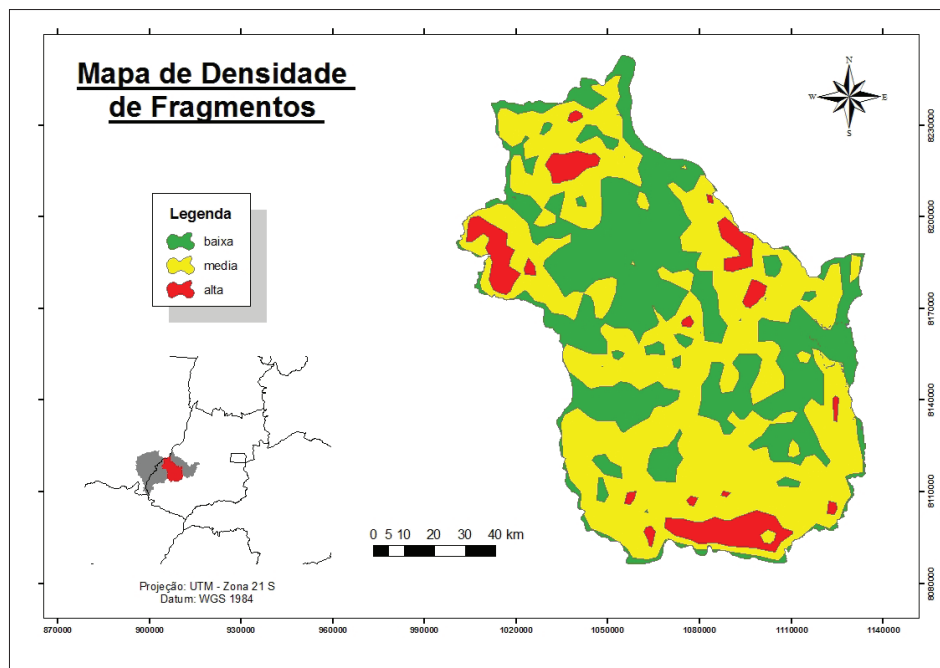


Figura 3 – Mapa de Densidade de Fragmentos da Sub bacia do Rio Caiapó.

A análise da estrutura da paisagem (Tabela 1) corrobora a predominância da classe Média Densidade de Fragmentos Remanescentes, que representa 56,7% que se encontram distribuídas ao longo de toda a área, com destaque para a porção sul; identifica-se para essa classe o maior Número de Fragmentos (NP: 38.499) e maior percentual da paisagem (CPLAND: 27,3%), mas, os fragmentos identificados nessa região apresentam concentração com tamanho > 10 hectares, o que reflete o alto nível de fragmentação.

Tabela 1 – Quantificação da Densidade de Fragmentos Remanescentes e de métricas da sub bacia do rio Caiapó.

Densidade de Fragmentos	Área (ha)	%	NP	CA	CPLAND
Alta	89.756	6,9	8.254	67.016	5,2
Média	735.383	56,7	38.499	354.290	27,3
Baixa	471.076	36,3	12.491	121.700	9,4
Total da área	1.296.215	100	59.244	543.006	41,9

NP – Número de fragmentos; CA – Área em ha; CPLAN - % de fragmentos na paisagem.

As áreas de alta e baixa de Densidade de Fragmentos Remanescentes representam juntas 14,6% dos fragmentos da área da sub-bacia (distribuídas ao longo de toda a área com destaque, principalmente, na porção central); concentram-se nessas áreas 20.745 fragmentos.

As áreas de alta densidade de fragmentos localizam-se na porção sul, na região das nascentes, o que se apresenta como favorável a projetos de conservação ambiental, pois apresenta predomínio de fragmentos com área superior a 10 hectares; na porção central destaca-se a presença de zona de baixa densidade de fragmento, coincidindo com as áreas onde o uso é predominante para pastagens extensivas. Convém destacar que essa região apresenta solos com textura média e processos erosivos de médio e grande porte já foram mapeados (FARIA;CASTRO, 2007), que se somam a indicação dessa área como prioritária para avaliação da capacidade de uso e manejos adotados a fim de verificar vulnerabilidades e suscetibilidades que comprometam a manutenção da biodiversidade, bem como o uso da terra.

Avaliando-se a distância média entre os fragmentos nessa classe de densidade, constata-se média de 30 metros de distância, o que configura-se como boa proximidade para garantir a permeabilidade entre os remanescentes (Urban e Timothy ; 2001; Santos, 2014) .

Os tamanhos dos fragmentos identificados na área indicam insustentabilidade ambiental especialmente para espécies de grande porte, pois de acordo Cullen et al., (2005); Santos (2014) para um fragmento ser sustentável, ele precisa ter no mínimo, uma área superior a 100 ha, devido à relação existente entre efeito de tamanho do fragmento e efeito de borda e interior, pois quanto menor for o fragmento, maior será o efeito de borda em relação à área central do fragmento observado. A área, no entanto apresenta uma concentração de fragmentos com área entre 1 a 10 ha.

Faria et al (2012) avaliando sub-bacias vizinhas também constataram alto nível de fragmentação para as fitofisionomias do cerrado, correlacionando-as ao processo de ocupação da área. Em áreas de ambientes da Mata Atlântica estudos de Ribeiro et al (2009), Fonseca et al (2009) entre outros, constataram o alto nível de fragmentação da vegetação remanescente, alertando para o comprometimento da biodiversidade.

Em áreas sujeitas a vegetação de Cerrado, que apresentam características específicas próprias a fragmentação antrópica e acelerada compromete não só a biodiversidade endêmica, mas o comprometimento de toda uma condição pedológica, hidrológica e sustentável.

Considerações finais

A sub-bacia do Rio Caiapó apresenta elevados índices de degradação ambiental: baixo índice de vegetação remanescente, elevado número de fragmentos com área inferior a 10 hectares. Mas a proximidade de fragmentos, mesmo que de pequena dimensão, localizados na região de alta densidade podem favorecer a seleção de locais para

recuperação ambiental com fins de manutenção da conservação ambiental e instalação de possíveis corredores ecológicos.

As análises da estrutura da paisagem das áreas agrupadas pela densidade comprovam os resultados obtidos automaticamente pelo interpolador *Kernel* de agrupamento das informações pontuais. Os dados corroboram ainda a necessidade de estudos mais aprofundados nessa área, referentes ao processo histórico de degradação e fragmentação da área, avaliação das sensibilidades e fragilidades ambientais, zoneamento das áreas que possam ser restauradas sem o comprometimento da economia da região, bem como avaliar as funções das Áreas de Preservação Permanente e conexão das mesmas com as áreas de alta densidade de fragmentos remanescentes.

Referências

- BRITO, G. H. M.; FERREIRA, A. A. Identificação da susceptibilidade a ocorrência de Incêndios florestais para o Estado de Goiás no ano de 2011. **Nucleus**, v.12,n.1,p. 135 – 144, 2015
- CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, nº 20, Vol. 3, p. 395-403, 1996.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; DRUCK, S.; CARVALHO, M. S. Análise Espacial e Geoprocessamento. Disponível em < <http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/analise/cap1.pdf>>. Acesso em 10 de junho de 2014.
- CARDIM, L. L.; FERRAUDO, A. S.; PACHECO, S. T. A.; REIS, R. B.; SILVA, M. M. N.; CARNEIRO, D. D. M. T.; BAVIA, M. E. Análises espaciais na identificação das áreas de risco para a esquistossomose mansônica no Município de Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n.27, v.5, p. 899-908, 2011.
- CARNEIRO, G. T. **Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes (GO)**. 03 de novembro de 2012. 135 fls. Tese. Doutorado em Ciências Ambientais. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 24 de setembro de 2012.
- CASTRO, S. S. Erosão hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: Distribuição, Condicionantes, Origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 17, p. 38-60. 2005.
- CERVO, V. L.; ANZANELLO, M. J. Seleção de variáveis para clusterização de bateladas produtivas através de ACP e remapeamento kernel. **Prod. [online]. ahead of print**, p. 0-0, 2015.
- Esri ArcGIS Desktop: Release 10. **Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute**. 2011.

FARIA, K. M. S. de; CASTRO, S. S. de. Uso da terra e sua relação com os remanescentes de cerrado na alta bacia do rio Araguaia (GO, MT e MS). **Boletim de Geografia Teorética**, v. 32, p. 657-668. 2007.

FARIA, K.M.S de. **Paisagens Fragmentadas e Viabilidades de Recuperação para a sub-bacia do rio Claro (GO)**. 20 de agosto de 2011. 198fls Tese. Doutorado em Geografia. Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 28 de junho de 2011.

FARIA, K.M.S de.; Nascimento, M. S.; CARNEIRO, G. T. ; CASTRO, S. S. de . Análise Geoecológica da Conservação Ambiental das sub-bacias do rio Claro (GO) e do Rio Garças (MT). **Revista Nordestina de Ecoturismo**, v. 5, p. 111-118, 2012.

FARIA, K.M.S de; SANTOS, R. A. ; SOARES NETO, G. B. . Avaliação multicriterial com Sistemas de Informações Geográficas ao risco de incêndios na Reserva da Biosfera do Bioma Cerrado. In: VIII Simpósio Latino Americano de Geografia Física Aplicada, 2014, Santiago. **Anais do VIII Simpósio Latino Americano de Geografia Física Aplicada**. v. 1. p. 1-8. 2014

FILIPPONEA, M. CAMASTRAB, F.; MASULLIA, F.; ROVETTAA, S. M. A survey of kernel and spectral methods for clustering. **Pattern Recognition**, n.41, p. 176 – 190, 2008.

FONSECA, C.R., GANADE, G., BALDISSERA, R., BECKER, C.G., BOELTER, C.R., BRESCOVIT, A.D., CAMPOS, L.M., FLECK, T., FONSECA, V.S., HARTZ, S.M., JONER, F., KÄFFER, M.I., LEALZANCHET, A.M., MARCELLI, M.P., MESQUITA, A.S., MONDIN, C.A., PAZ, C.P., PETRY, M.V., M.C. PIOVEZAN, F.N., PUTZKE, J., STRANZ, A., VERGARA, M., VIEIRA, E.M. Towards an ecologically sustainable forestry in the Atlantic Forest. **Biological Conservation**, n. 142, p.1144–1154, 2009.

FORMAN, R. T.T. **Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions**. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

FRANCO, S.M. **O grande vale do oeste: Transformações da Bacia do ARAGUAIA em Goiás**. 2003. Dissertação. Mestrado em Geografia. Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 03 de junho de 2003.

KLINK, C. A.; MACHADO, R.B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**.v. 19, p.707 -713. 2005.

MARTINS, E. DE S. et al., **Ecologia da Paisagem: Conceitos e aplicações potenciais no Brasil**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2004. 35p

MCARTHUR, R.; WILSON, E.O. The theory of island biogeography. **Princeton University Press**, Princeton. 1967

MCGARIGAL, K., MARKS, B.J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. 1995.

MELLO, Y.I de; D'ANTONA, Á. de O.; ALVES, H. P. da F.; CARMO, R. L. do. Análise da Vulnerabilidade Socioambiental nas Áreas Urbanas do Litoral Norte de São Paulo.

In: V Encontro Nacional da Anppas. Florianópolis. **Anais do V Encontro Nacional da Anppas**, 2010, Florianópolis 4 a 7 de outubro. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro5/cd/artigos/GT11-676-678-20100903235055.pdf>>. Acesso em 10 de janeiro de 2014.

METZGER, J.P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Ed.) **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Ed. UFPR, p.423-538. 2003.

MITTERMEIER, R. A., P. R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, J. BROOKS, C. G. MITTERMEIER, J. LAMOURUX; G. A. B. FONSECA. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Cemex. Washington, DC. 2004.

PIVELLO, V.R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J.C.; FELFILI, J.M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p.401-413.

PONZONI, F.J. Comportamento espectral da Vegetação. IN: MENESES, P.R.; MADEIRA NETTO, J. S. **Sensoriamento remoto: refletância dos alvos naturais**. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília; Planaltina: Embrapa Cerrados. Cap.5, p. 157-199. 2001

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B., T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S.M; ALMEIDA, S.P. **Cerrado: Ecologia e flora**. Embrapa Cerrados. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. p. 151-212, 2008.

RIBEIRO, M.C; METZGER, J.P; MARTENSEN, A.C. PONZONI, F.J; HIROTA, M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, V. 142, p. 1141–1153, 2009.

RODRIGUES, J.M.M.; SILVA, E.V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoeecologia das Paisagens: Uma Visão geossitêmica da análise ambiental**. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

SANO, E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environ Monit Assess**, Spring Science, n.166, p. 113–124, 2010.

SANTOS, J. S. dos. **Influência da permeabilidade da matriz e da heterogeneidade da paisagem na conservação da biodiversidade de mamíferos terrestres**. 82fls. Tese. Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 29 de agosto de 2014.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARQUES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Biological Conservation**, v.5, p. 18-32, 1991.

SIQUEIRA, M.N. **Avaliação Geoeológica do processo de fragmentação dos remanescentes de Cerrado da sub-bacia do Rio Garças (MT): Conservação, Degradação E Conectividade**. 135fls. Dissertação. Mestrado em Geografia, Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2012

URBAN, D.; TIMOTHY Keitt. Landscape Connectivity: A Graph-Theoretic Perspective. **Ecology**, Vol. 82, No. 5, p. 1205-1218, 2001.

KARLA MARIA SILVA DE FARIA

Doutora e Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Goiás. Atualmente é professora dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (CIAMB) e em Geografia, ambos da Universidade Federal de Goiás (UFG).
Campus Samambaia. Cep: 74690-900 - Goiânia, GO – Brasil.
E-mail: karlamsfaria@gmail.com

RODRIGO ANTÔNIO DOS SANTOS

Bacharel e mestrando em Geografia pela Universidade Federal de Goiás.
Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio Ambientais.
Campus Samambaia. Cep: 74690-900 - Goiânia, GO – Brasil.
E-mail: rads.rodrito@gmail.com

Recebido para publicação em setembro de 2015
Aprovado para publicação em janeiro de 2016