

## ANÁLISE GEOECOLÓGICA DA CONSERVAÇÃO AMBIENTAL DAS SUB-BACIAS DO RIO CLARO (GO) E DO RIO GARÇAS (MT)

### RESUMO

Estudos direcionados à caracterização de paisagens heterogêneas vêm sendo favorecidos pela associação a análise geoecológica com índices (métricas) descritores da paisagem. O objetivo do trabalho foi o de avaliar o estado de conservação da paisagem através da análise da fragmentação dos remanescentes de Cerrado nas sub-bacias Rio do Claro e Rio Garças, situadas na Alta Bacia do rio Araguaia com base em mapas de uso da terra, do ano de 2010 e cálculo dos índices descritores da paisagem com uso do software FRAGSTATS. Os resultados indicam que as sub-bacias apresentam situações contrastantes de conservação entre as fitofisionomias e classes de uso, mas que ainda é possível, em função dos resultados indicados pelas métricas de conectividade a conservação ambiental nas áreas, após planejamentos específicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise Geoecológica; Índices Descritores; Fragmentação da Vegetação.

## GEO-ECOLOGICAL ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CONSERVATION IN SUB-BASINS OF THE RIVER CLARO (GO, BRAZIL) AND RIVER GARÇAS (MT, BRAZIL)

### ABSTRACT

Studies aimed at the characterization of heterogeneous landscapes have been favored by the association analysis geoecológica with indices (metrics) descriptors of the landscape. The objective of this study was to evaluate the conservation status of the landscape by analyzing the fragmentation of the remnants of Cerrado in the sub-basins of the river Claro and the river Garças, located in Alta Araguaia River basin based on land use maps, in the year 2010 and calculation of indices of landscape descriptors using the software FRAGSTATS. The results indicate that the sub-basins have situations Contracting conservation between vegetation types and classes of use, but it is still possible, depending on the results indicated by the connectivity metrics in conservation areas after specific plans.

**KEYWORDS:** Analysis Geo-ecological; Index Descriptors; Vegetation fragmentation.

*Revista Nordestina de Ecoturismo, Aquidabã, v.5, n.1, Nov, Dez 2011, Jan, Fev, Mar, Abr, 2012.*

*Anais do 1º Seminário Nacional de Geoecologia e Planejamento Territorial e do 4º Seminário do GEOPLAN*

ISSN 1983-8344

SEÇÃO: Artigos



DOI: 10.6008/ESS1983-8344.2012.001.0012

**Karla Maria Silva de Faria**

Universidade Federal de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2186337194534589>  
[karlamsfaria@gmail.com](mailto:karlamsfaria@gmail.com)

**Mariana Nascimento Siqueira**

Universidade Federal de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1551688792240567>  
[mnsiqueira@yahoo.com.br](mailto:mnsiqueira@yahoo.com.br)

**Gabriel Tenaglia Carneiro**

Universidade Federal de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/1510380525702078>  
[gabrieltenaglia@hotmail.com](mailto:gabrieltenaglia@hotmail.com)

**Selma Simões de Castro**

Universidade Federal de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4460827622247417>  
[selma.castro@uol.com.br](mailto:selma.castro@uol.com.br)

Recebido: 11/04/2012

Aprovado: 30/04/2012

Avaliado anonimamente em processo de pares cegas.

Referenciar assim:

FARIA, K. M. S.; SIQUEIRA, M. N.;  
CARNEIRO, G. T.; CASTRO, S. S.  
*Análise geoecológica da conservação ambiental das sub-bacias do Rio Claro (GO) e do Rio Garças (MT). Revista Nordestina de Ecoturismo, Aquidabã, v.5, n.1, p.111-118, 2012.*

## INTRODUÇÃO

Em busca de respostas e de alternativas ao desenvolvimento socioeconômico vigente, a ciência vem fornecendo suporte instrumental para a caracterização no tempo e no espaço dos padrões de uso e cobertura do solo, visando com a espacialização produzida, melhorar ou sugerir planejamento para uso das terras, assim como para delimitar áreas prioritárias para conservação da biodiversidade.

Essa espacialização, no entanto, depende da compreensão da estrutura da paisagem, aproximando-se, portanto, da linha de pesquisa, desenvolvida por Carl Troll, em 1936, denominada de Geoecologia, que possibilita análise integrada da heterogeneidade espacial e do conceito de escala da análise geográfica, privilegiando, portanto, o estudo do homem sobre a paisagem e a gestão do território, enfocando questões de macro-escala, tanto espaciais quanto temporais (METZGER, 2001, p.2; RODRIGUES et al., 2007, p.18).

Os trabalhos de consolidação como conceito e método de pesquisa dessa nova ciência encontram-se em fase de organização e solidificação (FARINA, 1998, p.5). As associações entre os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e o uso de índices descritores da paisagem (métricas) vêm possibilitando a integração de dados, modelagens temporais e espaciais, fornecendo, assim, suporte para análise da complexidade das relações geológicas.

Alvo de intenso e rápido processo de ocupação que implicou em elevadas taxas de conversão da vegetação original em áreas antrópicas (agropecuária), o Bioma Cerrado (2<sup>o</sup> maior bioma em área contínua da América do Sul e com maior biodiversidade no mundo, classificado como uma das 34 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade mundial - *hotspots*) (MYRES et al., 2000, p.853; KLINK, MACHADO, 2005, p.708), está sendo recentemente alvo de estudos sob uma abordagem geológica que avaliam estágio de conservação e conectividade da vegetação, com objetivo de fornecer suporte a planejamentos e identificação de áreas prioritárias para intervenções de cunho social e ambiental.

A fragmentação da vegetação, através do isolamento dos remanescentes, vem sendo apontada como uma das principais causas de perda de biodiversidade desse bioma. Os estudos, no entanto, estão sendo realizados, prioritariamente em nível de bacias hidrográficas, tendo em vista que a mesma é a unidade mais adequada para fins de planejamento.

A Alta Bacia do Rio Araguaia (ABA), situada na porção sudoeste do Bioma Cerrado, apresenta-se como uma área representativa das transformações socioeconômicas e ambientais sofridas pelo Bioma Cerrado, e por isso tem sido alvo de diversas pesquisas (BARBALHO, 2002, p.125; CASTRO et al., 2004, p.2; FARIA, CASTRO, 2007 p.658, dentre outros) que correlacionaram os impactos ambientais à expansão de atividades agrícolas nas últimas quatro décadas.

Segundo Faria e Castro (2007, p.667), os impactos, nesta área, relacionados especialmente à fragmentação da vegetação, espacializaram-se de forma diferenciada entre as

sub-bacias que compõem a ABA (Cachoeira Grande, Rio dos Peixes, Rio Garças, Rio Caiapó e Rio Claro), e além do modelo de ocupação, relacionou essa diferença às limitações físicas e ao desenvolvimento econômico, em especial à aptidão agrícola, destacando a sub-bacia do rio Claro, como a mais degradada e a sub-bacia do Rio Garças como mais preservada.

Em função disso, este trabalho teve como objetivo realizar avaliação detalhada da distribuição espacial das tipologias remanescentes predominante nas sub-bacias do Rio Claro e Garças, com base em mapeamento de uso do da terra e sua interpretação através de índices descritores (métricas) da paisagem, a fim de compreender qual tipo de cobertura é predominante na área, qual formação vegetacional está mais fragmentada e o que os índices de fragmentação, conectividade e isolamento descrevem sobre a situação das sub-bacias.

## **METODOLOGIA**

Adotando-se os princípios de análise da paisagem, sob uma abordagem geográfica e em função disso considerando a mesma como resultado de mosaico heterogêneo de unidades, como manchas, corredores e matrizes, os mapas de uso do solo de cada sub-bacia e remanescentes foi submetido ao *software* FRAGSTATS™ 3.3<sup>1</sup>, para análise através de métricas ou índices descritores da paisagem na quantificação, composição, da paisagem.

O *software*, no entanto, permite o cálculo de mais de 50 métricas, empenhando o pesquisador a selecionar previamente as métricas mais adequadas para a análise da paisagem. Nesse sentido, para atender o objetivo desse artigo, adotou-se as métricas de fragmentação Área Total da Classe (CA), Porcentagem da Classe na Paisagem (PLAND), Número de Fragmentos (NP) e área de cada mancha (Patch); métrica de conectividade (COHESION) e isolamento (ENN\_MN) que é a distância euclidiana média do vizinho mais próximo.

## **Caracterização da Área de Estudo**

O Rio Araguaia é tipicamente um rio de planície situado no Brasil Central. Nasce na serra do Caiapó, divisa dos estados de Goiás com o Mato Grosso, drena uma área de 385.060 km<sup>2</sup>. A ABA está situada, sobretudo na porção sudoeste dos Estados de Goiás e Mato Grosso, abrangendo 62.384,41 km<sup>2</sup>, apresentando cinco sub-bacias já citadas.

A sub-bacia do rio Claro localiza-se na porção leste da ABA, em território goiano, drena uma área de 12.062,18km<sup>2</sup>, compreendendo território de 24 municípios; enquanto a sub-bacia do Rio Garças situa-se na porção noroeste da ABA, em território mato-grossense (Figura 1), drenando uma área de 17.852,49km<sup>2</sup>, abrangendo 14 municípios. Ambas apresentam relevo dissecado e aplainado que associado a litologias areníticas, favoreceram o desenvolvimento de

---

<sup>1</sup> *Software* de domínio público, desenvolvido por Mcgarigal e Marcks em 1995, que é capaz de realizar cálculos estatísticos espaciais.

solos frágeis como os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, assim como dos Argissolos e Latossolos (FARIA, CASTRO, 2007, p.668).

O desenvolvimento econômico e a atual configuração de uso do solo nessas sub-bacias (Figura 1) foram relacionados segundo Faria (2011, p.96) as políticas públicas promovidas pelo POLOCENTRO. A análise dos mapas de uso do solo obtida por Faria (2011) para a sub-bacia do rio Claro e por Siqueira (2011) para a sub-bacia do rio Garças, ambos para o ano de 2010, (Figura 1) indica que: a sub-bacia do rio Claro encontra-se altamente degradada, com predomínio de atividades antrópicas e fragmentos remanescentes dispersos, ou restritos a grandes manchas associados a particularidades do meio físico; situação contrária é apresentada pela sub-bacia do rio Garças, que visivelmente apresenta predomínio de vegetação remanescente em manchas maiores e contínuas, mas que também convivem com atividades antrópicas.

Convém destacar que dentre as atividades antrópicas, predominam as pastagens, as áreas de agricultura estão restritas as manchas de solos mais férteis.

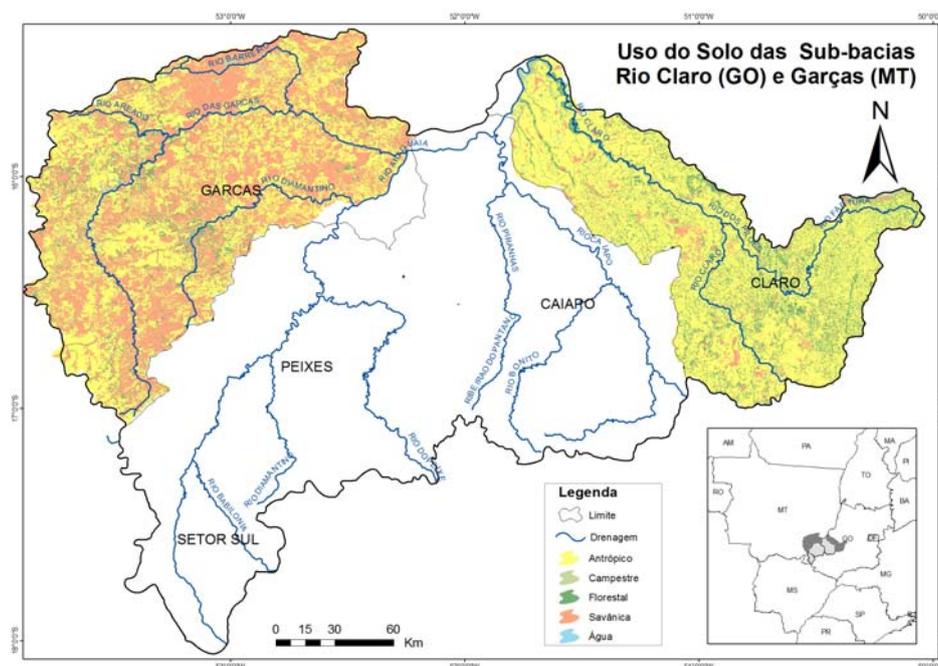


Figura 1: Localização das sub-bacias e mapa de uso do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise das métricas de área de classe (CA), Porcentagem da Classe na Paisagem (PLAND), Número de Fragmentos (NP) (Tabela 1), apontou as tendências de uso e ocupação dos solos bastante característicos para o ano de 2010, indicando que na sub-bacia do rio Claro, os fragmentos remanescentes encontram-se dispersos e isolados em meio ao uso predominante de atividades antrópicas (71,94% da área). O contrário é constatado na sub-bacia do rio Garças, onde é nítida a predominância dos remanescentes de vegetação (57,35% da área).

**Tabela 01:** Métricas de Fragmentação da Paisagem para as sub-bacias do Rio Claro e Rio Garças no ano de 2010.

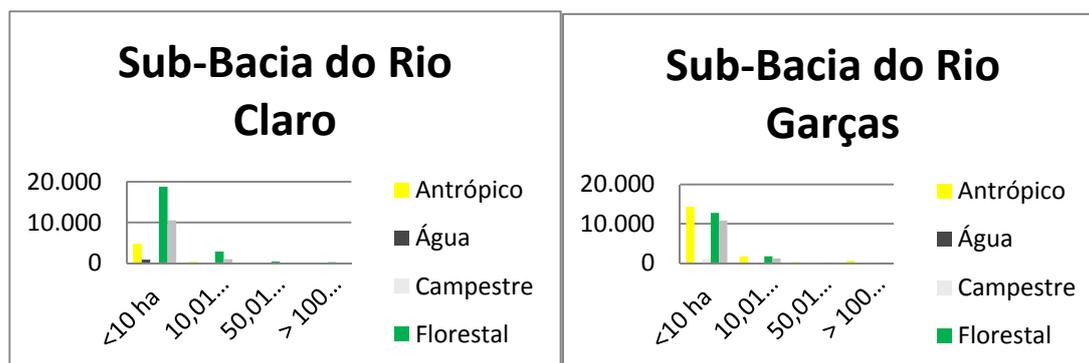
Classe de uso / Métrica	Sub-bacia do Rio Claro			Sub-bacia do Rio Garças		
	CA (ha)	PLAND (%)	NP*	CA (ha)	PLAND (%)	NP*
Água	7.167,42	0,59	1.001	7.353,18	0,42	133
Antrópico	869.035,41	71,94	5.192	739.431,45	42,23	16.929
Campestre	9.813,60	0,81	339	15.587,10	0,89	1.273
Florestal	230.643,99	19,09	22.345	117.501,75	6,71	14.897
Savânica	91.345,05	7,56	11.732	871.239,87	49,75	12.476

\* Número de Fragmentos (NP) em números inteiros. Organização: Siqueira (2012).

Os resultados também indicam as diferenças entre as fitofisionomias mais representativas em cada sub-bacia, sendo a formação Florestal na sub-bacia do Rio Claro (7,56% da área) e a Savânica na sub-bacia do Rio Garças (49,75%). A Formação Campestre, que tem naturalmente ocorrências específicas, é pouco representativa em ambas as áreas estudadas.

A tabela 1 indica ainda os resultados para a métrica NP (número de fragmentos), para as áreas. Essa métrica, no entanto, não deve ser analisada isoladamente ou até mesmo dissociada de outras métricas e informações.

O NP da sub-bacia do rio Claro totalizou 40.609 fragmentos, sendo que as classes de vegetação remanescente (Florestal e Savânica) se destacaram por apresentarem o maior número de fragmentos com área < 10 hectares (Figura 2). O que indica baixo índice de conservação da paisagem. Entretanto, a análise espacial do mapa obtido para esta sub-bacia indica que alguns fragmentos, especialmente da Formação Florestal, até chegam a apresentar área superior a 50 hectares, no entanto, conforme interpretações do mapa estão restritos a Áreas de Preservação Permanente (APPs) de canais de drenagem, topos de morros e/ou encostas, ilhados pelos entorno antrópico, que embora não domine em número de fragmentos, os apresentam dispersos pela área.



**Figura 2:** Número de fragmentos por categoria de tamanho na Sub-bacia do Rio Claro e Garças, respectivamente.

Observa-se que a sub-bacia do rio Garças acompanha a mesma situação do rio Claro (Figura 2), pois com 45.708 fragmentos, os remanescentes das Formações Florestal e Savânica também apresentam um grande número de número de fragmentos com área < 10 hectares. Mas ressalta-se que os fragmentos dessas fisionomias com área superior a 50 hectares encontram-se

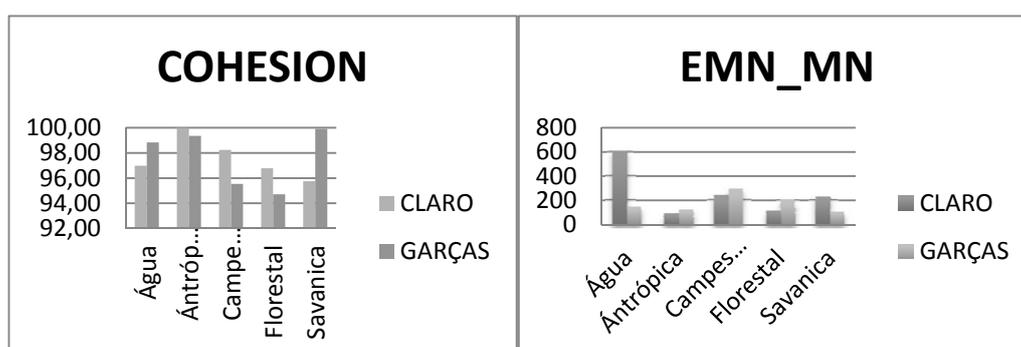
mais contínuos e até mesmo mais conservados (como constatado nos trabalhos de campo). As áreas antrópicas, embora apresentem predomínio em NP e também grande concentração em área > que 10 hectares, ao contrário da sub-bacia do rio Claro, estão restritos a topos de chapadas e/ou em manchas de solos mais férteis, sendo que esta classe é a que se encontra ilhada pelos remanescentes.

Os estudos já realizados no Bioma Cerrado (FERREIRA et al., 2008; CARVALHO et al., 2009), constataram que os fragmentos da vegetação original encontram-se cada vez menores e mais dispersos, na maioria apresentando áreas menores que 10 hectares, isolados em meio a extensas áreas agropecuárias, ou em áreas com particularidades do meio físico, fato que também foi constatado nas sub-bacias em estudo. Klink e Machado (2005, p.765) destacam que fragmentos dessa dimensão dificilmente suportam populações de animais de grande porte, que essas áreas ainda podem ser alvo de novos desmatamentos.

Oliwers e Cerqueira (2006, p.269) entendem que o grau de isolamento dos fragmentos é maior quanto menor for o tamanho e/ou os números de fragmentos remanescentes na paisagem. Ambos os fatores ocorreram para a classe florestal de ambas as sub-bacias. Estes autores também alertam para as dificuldades na taxa de colonização e recolonização destes remanescentes.

A importância de entender o processo de fragmentação através do tamanho dos fragmentos, suas respectivas classes e número de fragmentos são destacados por alguns autores que constataram que fragmentos pequenos apresentam situações semelhantes entre borda e interior, pois seu tamanho os torna mais homogêneos, praticamente sem área de interior (BIERREGAARD et al., 1992, p.859) e que não são auto-sustentáveis sem o manejo florestal (VIANNA, PINHEIRO, 1998, p.35). Dentro deste raciocínio Zaú (1997, p.100) entende que fragmentos florestais com tamanhos menores que 10ha são passíveis de sofrerem maiores alterações em toda a sua extensão em função de sua área.

Em relação a conectividade dos fragmentos, quantificada pelas métricas Distância Euclidiana Média do Vizinheiro Mais Próximo (ENN\_MN) e COHESION, pode se afirmar que tanto a sub-bacia do rio Claro, quanto a sub-bacia do rio Garças, apresentam boa conectividade física entre o remanescentes, auxiliando, portanto, na conectividade da biota da região (Figura 3).



**Figura 3:** Distância Euclidiana Média do Vizinheiro Mais Próximo (ENN\_MN) e COHESION nas sub-bacias do rio Claro e rio Garças no ano de 2010.

Mesmo com elevada fragmentação e perda de área para os remanescentes de vegetação, destaca-se um elevado nível de conectividade, já que a métrica de conectividade (Cohesion) indicam números próximos a 100%, o que segundo McGarigal e Marks (1995), indicam que a classe tem maior agregação e, portanto, menos isolamento dos fragmentos e que valores próximos de zero indicam que a classe está subdividida e menos conectada fisicamente. Destacam-se ainda menores distâncias euclidianas médias do vizinho mais próximo (ENN\_MN) para o uso antrópico em ambas as sub-bacias e para a formação florestal na sub-bacia do Rio Claro e formação savânica na sub-bacia do Rio Garças. Essa métrica indica corroborar ainda os índices obtidos para a métrica NP e a categoria de tamanho das manchas remanescentes.

Destaca-se que os índices elevados de distância apresentados pela classe Formação Campestre relacionam-se as particularidades de ocorrência dessa formação.

Os índices descritores da paisagem (métricas), selecionados para esse trabalho corroboram que a sub-bacia do rio Claro encontra-se altamente degradada, com baixo percentual de vegetação remanescente, predominância de fragmentos pequenos, que são insuficientes a manutenção da biodiversidade. Entretanto, os dados apontam ainda que a sub-bacia do rio Garças, que apresenta baixo índice de ocupação e conseqüentemente maior participação de vegetação remanescente, em especial da formação savânica, ainda conta com a conectividade elevada para esta classe. Destacam-se para os remanescentes de ambas as sub-bacias, uma maior fragmentação na Formação Florestal, onde o número de fragmentos menores que 10 ha é muito superior as outras formações e as outras categorias de tamanhos de fragmentos.

## **CONCLUSÕES**

Com a análise da fragmentação da paisagem para as sub-bacias do Rio Claro e Garças no ano de 2010, constatou-se que a expansão das atividades agrícolas sobre as áreas de vegetação natural não ocorreram na mesma escala temporal, onde se destaca para a primeira sub-bacia o predomínio das atividades antrópicas em quase 72% de sua área e, na outra, o predomínio da formação savânica em 50% da área. Contudo, destacam ainda, níveis elevados de fragmentação, onde predominam, em números de fragmentos, aqueles entre 1 e 10 hectare, o que remete estes fragmentos a maiores efeitos bióticos e abióticos advindos do processo de fragmentação da paisagem.

Dentre os índices de paisagens apresentados, observou-se o destaque em fragmentação da formação florestal para ambas as sub-bacias. Contudo, os índices de conectividade e distância euclidianas médias do vizinho mais próximo, indicam maiores possibilidades para a conservação da formação Florestal na sub-bacia do Rio Claro e da formação Savânica na sub-bacia do Rio Garças, o que favoreceria inclusive a conservação ambiental das Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Integral existentes nas áreas, assim como a seleção de áreas prioritárias para a

conservação, ou possíveis áreas para restauração atendendo com isso ações de planejamento ambiental e inclusive social.

## REFERÊNCIAS

- BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W.. The biological dynamics of tropical rainforest fragments: a prospective comparison of fragments and continuous forest. **BioScience**, v.42, n.11, p.859-866, 1992.
- CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO, P.; FERREIRA JUNIOR, L. G.. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of Central Brazil. **Biological Conservation**, v.142, p.1392-1403, 2009.
- CASTRO, S. S.; XAVIER, L. S.; MACEDO, M.. **Plano de controle de erosão linear nas nascentes dos rios Araguaia e Araguaína**: relatório técnico: Goiânia: MMA, SEMARH-GO, 2004.
- FARIA, K. M. S.. **Paisagens fragmentadas e viabilidades de recuperação para a sub-bacia do rio Claro (GO)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- FARIA, K. M. S.; CASTRO, S. S.. Uso da terra e sua relação com os remanescentes de cerrado na alta bacia do rio Araguaia (GO, MT e MS). **Geografia (Rio Claro)**, v.32, p.657-668, 2007.
- FERREIRA, M. E.; FERREIRA JUNIOR, L. G.; LATRUBESSE, E. M.; MIZIARA, F.. High resolution remote sensing based quantification of the remnant vegetation cover in the Araguaia river basin, Central Brazil. **Geoscience and remote sensing symposium**, v.4, p.739-741, 2008.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B.. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v.19, p.707-713, 2005.
- MCGARIGAL, K., MARKS, B. J.. **FRAGSTATS**: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep, 1995.
- METZGER, J. P.. O que é ecologia de paisagens. **Biota Neotropica**, 2007.
- MYRES, N.; MITTERMEYER, R. A.; MITTERMEYER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J.. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, p.853-858, 2000.
- OLIFIERS, N.; CERQUEIRA, R.. Fragmentação de habitat: efeitos históricos e ecológicos. 2006. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S.. **Biologia da conservação**: essências. São Carlos: RiMa, 2006.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. T.. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F.. **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: EMBRAPA Cerrados, 2008. p.151-212.
- RODRIGUES, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B.. **Geocologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2 ed. Fortaleza: EdUFC, 2007.
- SIQUEIRA, M. N.. **Remanescentes de cerrado da sub-bacia do rio Garças (MT)**: caracterização e grau de conservação. Relatório (Exame de Qualificação em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- VIANA V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V.. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Conservação da biodiversidade**, v.12, n.32, p.25-42, 1998.
- ZAÚ, A. S.. Ecologia da paisagem no planejamento territorial. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p.98-103, 1997.