

Fragmentação da cobertura vegetal e estado das Áreas de Preservação Permanente de canais de drenagem no Município de Mineiros, Estado de Goiás

Fragmentation of natural cover and the state of permanent preserved areas of drainage channels at Mineiros, Goiás state, Brazil

Tássia Andrielle Ponciano^{1(*)}
Karla Maria Faria²
Mariana Nascimento Siqueira³
Selma Simões de Castro⁴

Resumo

A expressiva ocupação do Cerrado nas últimas quatro décadas trouxe consigo muitos impactos para o bioma, sendo a fragmentação da paisagem indicada como uma das principais responsáveis pela sua perda de biodiversidade. Diversas pesquisas na região da alta bacia do rio Araguaia, adotando imagens de satélite de média resolução, já foram realizadas e constataram impactos distintos como erosão, assoreamento e fragmentação, inclusive das áreas de preservação permanente. Tais impactos foram associados à implementação de políticas públicas desenvolvimentistas, sobretudo o POLOCENTRO, que, dentre outras ações, incorporou o Cerrado ao sistema produtivo nacional, a partir da década de 1970. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de identificar e caracterizar a tipologia da vegetação remanescente de Cerrado, no setor sul da alta bacia do rio Araguaia, no recorte municipal de Mineiros (GO), enfatizando o estado de fragmentação e de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) associadas aos canais de drenagem, com imagens de alta resolução. Os resultados apontaram que a área já apresenta, como atividade predominante, a monocultura de cana de açúcar. Quanto aos remanescentes que se encontravam em desacordo

-
- 1 Ecóloga e Analista Ambiental; Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais na Universidade Federal de Goiás, UFG; Endereço: *Campus* Samambaia, CEP: 74690-900, Goiânia, Goiás, Brasil; E-mail: tassiaaponciano@gmail.com (*) Autora para correspondência.
 - 2 Dr^a; Geógrafa; Professora Adjunta do Instituto de Estudos Sócio Ambientais e do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Goiás, UFG; Endereço: *Campus* Samambaia, CEP 74690-900, Goiânia, Goiás, Brasil; E-mail: karlamsfaria@gmail.com
 - 3 MSc.; Bióloga; Professora Adjunta da Faculdade de Engenharia Ambiental da Universidade de Rio Verde, UNIRV; Endereço: Fazenda Fontes do Saber, CEP: 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brasil; E-mail: mns.mariana@gmail.com
 - 4 Dr^a; Geógrafa; Professora Titular do Instituto de Estudos Sócio Ambientais do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e de Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, UFG; Endereço: *Campus* Samambaia, CEP 74690-900, Goiânia, Goiás, Brasil; E-mail: selma@ufg.com

Recebido para publicação em 16/03/2015 e aceito em 08/06/2015

Ambiência Guarapuava (PR) v.11 n.3 p. 545 - 561 Set./Dez. 2015 ISSN 1808 - 0251
DOI:10.5935/ambiencia.2015.03.03

com o antigo código florestal, estes já se encontram em conformidade com a atual legislação (Lei 12.651/12). Os mapeamentos e análises, em nível de detalhe, não confirmaram o padrão de elevada fragmentação diagnosticado anteriormente em média resolução. No entanto, as APP's estão ameaçadas pelo uso intensivo de seu entorno, necessitando, portanto, de mecanismos de conservação.

Palavras-chave: áreas de preservação permanente; alta bacia do rio Araguaia; fragmentação da paisagem; RapidEye.

Abstract

The significant occupation of the Cerrado in the last four decades has brought many impacts to the biome, and the landscape fragmentation is seen as one of the main contributors to the loss of biodiversity. Several studies in the Upper River Araguaia Basin, adopting medium resolution satellite images have been performed and found different impacts such as erosion, siltation and fragmentation, including the areas of permanent preservation. Such impacts were associated with the implementation of developmental public policies, especially Polocentro, which, among other actions, incorporated the Cerrado to the national productive system from the decade of 1970 onwards. In this context, the aim of this study was to identify and characterize the typology of remnant Cerrado vegetation in the southern portion of the Upper Araguaia River Basin in the municipal Mineiros area (GO), emphasizing the state of fragmentation and conservation of Permanent Preserved Areas (PPAs), associated with drainage channels, with high resolution images. The results showed that the area already holds the sugarcane monoculture as its main activity. However, regarding the remnant that was at odds with the old Forest Code, it is currently in accordance with current legislation (Law 12.651/12). The mapping and analysis at detail did not corroborate the pattern of high fragmentation diagnosed previously in medium resolution. Nevertheless, the PPAs are threatened by intensive use of their surroundings, thus requiring conservation mechanisms.

Key words: Permanent Preserved Areas; Upper Araguaia River Basin; landscape fragmentation; RapidEye.

Introdução

O Cerrado, mesmo tendo sido reduzido a cerca de 50% de sua área por processos intensos de desmatamento, ainda é o segundo maior bioma do Brasil em área. É considerado como um dos *hotspots*

(áreas prioritárias para conservação da biodiversidade) mundiais em função do alto grau de endemismo de plantas (pelo menos 4.400 espécies endêmicas, representando 1,5% de todas as espécies da flora), de endemismo de vertebrados (117 espécies endêmicas - representando

0,4% das espécies dos vertebrados global) e altas taxas de desmatamento (MYERS, 2000; COLLI et al., 2003).

Sem despertar maiores interesses durante séculos, a ocupação intensiva do Cerrado iniciou-se, com maior empenho, ao fim da década de 1960, por meio da expansão da fronteira agrícola promovida por políticas públicas federais de desenvolvimento baseadas em um modelo de exploração agropecuário denominado de moderno. O Programa de Desenvolvimento das Áreas de Cerrado (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo - Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) se destacaram por viabilizarem a ocupação rápida das terras, favorecerem a concentração fundiária e estimularem a modernização do campo, conforme vários autores afirmaram (DUARTE; THEODORO, 2002; MACHADO, et al., 2004).

Os pólos de atuação desses programas foram instalados em regiões que já dispunham de certa infraestrutura para o escoamento da produção. Assim, tais programas foram apontados como responsáveis pela rápida transformação da base técnica do sistema de produção agropecuária e, conseqüentemente, pelas mudanças notáveis da paisagem (DUARTE; THEODORO, 2002). Adicionalmente, esses autores ressaltam que tais transformações foram provenientes da substituição das áreas de cobertura vegetal nativa por pastagens destinadas à bovinocultura de corte e, também, de áreas extensas destinadas ao cultivo de grãos, em especial da soja, esta nos melhores solos.

Segundo o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (MMA, 2004), cerca de 39,5% do Cerrado já teria sido convertido

em áreas antrópicas (SANO et al., 2008), entretanto para Machado et al. (2004), a taxa de conversão foi de aproximadamente 55%. Essa expressiva ocupação do Cerrado trouxe consigo vários impactos para o bioma, sendo a fragmentação e perda da vegetação uma das principais responsáveis pelo depauperamento de biodiversidade (TABARELLI; GASCON, 2005) em condições locais e regionais, que a médio e longo prazo promovem até a extinção de espécies, além do comprometimento das estruturas genéticas e facilitarem o desenvolvimento de espécies invasoras e oportunistas (SAUNDERS, et al., 1991; PIVELLO, 2005). Tal processo foi mais acelerado em áreas que integravam os polos de atuação das referidas políticas públicas, principalmente nas doze áreas do POLOCENTRO.

Nesse contexto, destaca-se o município de Mineiros, situado na porção sudeste do estado de Goiás e do Bioma Cerrado, onde se concentram vários estudos relevantes por abrigar, em seu território, as principais nascentes do rio Araguaia, e que é indicada como uma representante das transformações históricas socioeconômicas e ambientais sofridas pelo Cerrado (FRANCO, 2003; CASTRO, 2005).

Barbalho (2002) e Castro et al. (2004), entre outros, já constataram a área da alta bacia do rio Araguaia, no seu setor sul, cujo uso da terra dominante era pastagem, soja e algodão, índices e focos expressivos de erosões lineares, assoreamento e fenômeno de arenização. Faria et al. (2012), Carneiro (2012) e Siqueira (2012), em sub-bacias vizinhas também identificaram elevados índices de degradação e um estado de conservação da paisagem comprometido, fornecendo suporte para análise da complexidade das relações

geocológicas e da estrutura da paisagem em séries históricas. Faria e Castro (2007) e Cabacinha e Castro (2009), igualmente já haviam constatado que durante o processo de ocupação da bacia do Araguaia e também do município de Mineiros, áreas inaptas às práticas agrícolas foram ocupadas (como as escarpadas) e que os remanescentes restringiam-se a áreas de Reserva Legal, Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente (APP's), mas que em algumas regiões, nem mesmo as APP's, sobretudo as de canais de drenagem, foram respeitadas. Tais estudos, no entanto, foram realizados em imagens de média resolução, como as Landsat TM5.

As APP's de canais de drenagem são áreas importantes para proteção e equilíbrio hídrico das bacias hidrográficas e sistema ambiental; é uma região sensível, que apresenta grande incidência de nascentes, sendo sua proteção e usos permitidos regulamentados por lei. O conceito de APP está diretamente relacionado à proteção das áreas de maior risco de degradação, onde o manejo incorreto pode ocasionar erosão, deslizamentos/movimentos de massa, e, conseqüentemente, o assoreamento dos rios e diminuição da oferta e da qualidade das águas.

A fragmentação e a descaracterização das APP's por interferências antrópicas são indicadas por Cerqueira et al. (2005) e Lang e Blaschke, (2009), como fato preocupante, demandando estudos em escalas adequadas, por se tratar de um importante elemento de conexão na paisagem, ao desenvolverem função de corredores, em matrizes antropizadas. Esses estudos foram favorecidos com o advento e evolução das geotecnologias cujas ferramentas associadas aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são manipuladas nas investigações

espaciais e temporais da Ecologia de Paisagem, gerando um produto mais conciso para o planejamento ambiental.

O setor sul da alta bacia do rio Araguaia, onde se insere Mineiros, no estado de Goiás, é uma região de extrema importância ambiental pelo número de nascentes existentes na área, que auxiliam a manutenção e a própria recarga hídrica para abastecer o rio Araguaia (RODRIGUES, 2010). Estudos recentes desenvolvidos no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física-Universidade Federal de Goiás (LABOGEF) indicam alteração recente na matriz agrícola da região pós-modernização agrícola citada, com a introdução de cana de açúcar e eucalipto.

De encontro às mudanças de uso do solo na região, através da análise espacial da paisagem, o presente estudo tem como objetivo identificar e caracterizar a tipologia da vegetação remanescente de Cerrado no setor sul da alta bacia do rio Araguaia, no município de Mineiros (GO). Assim, tal análise teve ênfase no grau de fragmentação e de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) associadas aos canais de drenagem, em escala de detalhe e com auxílio de imagens de alta resolução.

Material e Métodos

Área de Pesquisa

A alta bacia do rio Araguaia localiza-se entre as coordenadas geográficas 17° 30' 00" - 18° 00' 00" S e 53° 00' 00" - 53° 30' 00" W, abrangendo parte dos Estados de Goiás (municípios de Mineiros e Santa Rita), Mato Grosso (Alto Araguaia e Taquari) e Mato Grosso do Sul (município de Costa Rica), com uma área de aproximadamente 1.500 km². A

presente avaliação restringe-se ao estudo apenas ao lado goiano, correspondente ao município de Mineiros, cuja área de drenagem é de 283,39km². (Figura 1).

Aspectos Geoambientais

Resumidamente, com base no exposto por Latrubesse e Carvalho (2006), a área caracteriza-se por apresentar:

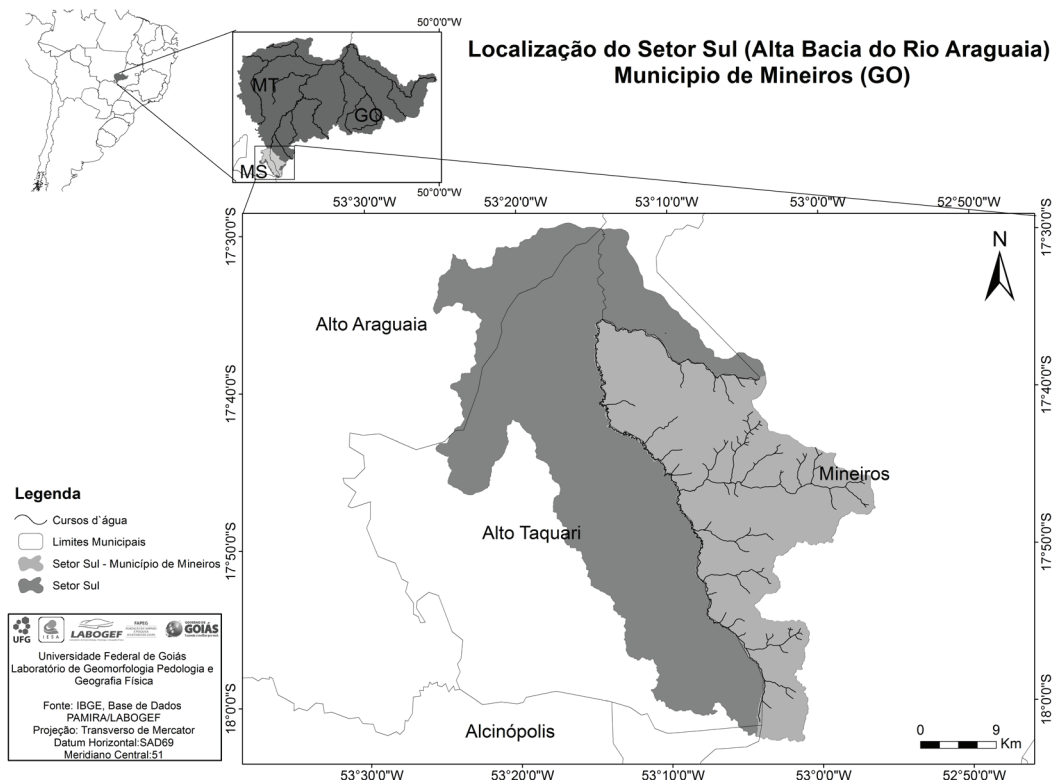
1) Superfícies tabulares e aplainadas de baixos declives (em geral menos de 3%), denominadas de Serra de Caiapó (que abriga a nascente do rio Araguaia) e Morro Vermelho, principalmente, sustentadas por sedimentos inconsolidados Terço-

Quaternários, hoje correlacionados aos Latossolos Vermelhos argilosos, depositados sobre arenitos do Grupo Bauru (Cretáceo superior) e da Formação Botucatu (Jura-Triássico), intercalada por basaltos da Formação Serra Geral (Eo-Cretáceo);

2) Zona Escarpada desdobrada em níveis escalonados, com declives médios de 25% a 45%, que corresponde aos limites das Superfície Regional de Aplainamento (SRA) supracitadas, onde se desenvolvem Cambissolos, Neossolos Litólicos e afloramentos de rocha;

3) Relevos convexizados que se estendem por toda zona rebaixada, constituindo interflúvios alongados na

Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa



Fonte: Base de dados do IBGE (s. d.).

Nota: Banco de Dados Pamira/LABOEGF (2013).

forma de colinas amplas com vertentes longas, dispersoras dos fluxos hídricos com declives intermediários, variando entre 3 a 20%, correspondentes às SRA III e IV, correlacionadas aos Neossolos Quartzarênicos órticos distróficos a álicos (EMBRAPA, 2006), derivados da Formação Botucatu;

4) Relevos concavizada nos segmentos inferiores mais declivosos das vertentes nos topos e terços médios dos amplos interflúvios, onde dominam os Neossolos Quartzarênicos hidromórficos e nos fundos de vale embaciados e várzeas restritas, os Gleissolos distróficos (CASTRO, 2005), respectivamente.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos envolveram a elaboração de mapas de uso e ocupação do solo com base em imagens

orbitais do sistema *RapidEye* (período de seca de 2012), segmentadas e classificadas (Classificação não supervisionada) no *softwares* SPRING (CAMARA et al., 1996) e, posteriormente, no ArcMap para a classificação das imagens com base na chave de classificação construída especialmente para a imagem de alta resolução.

Em função da realização de trabalhos de campo, no nível de detalhe das imagens inspeção visual e definição de chave de classificação que inclui as características tonais, texturais, geométricas de classes de usos (Quadro 1), foram identificadas as classes de pastagem, agricultura, silvicultura, cana de açúcar, solo exposto (áreas sem cobertura vegetal) e, dentre os remanescentes, as fitofisionomias do Bioma Cerrado, utilizando-se a proposta de Ribeiro e Walter (1998; 2008), sendo elas: Mata Ciliar/Galeria (vegetação de porte arbóreo, identificada nas proximidades

Quadro 1 - Chave de interpretação

Classes de uso	Características			
	Textura	Tonalidade	Porte	Aspectos Associados
Mata Ciliar/ Galeria	Homogêneo	Verde escuro	Alto	Fundos de Vale; cursos d'água
Cerrado Sentido Restrito	Homogêneo	Verde médio	Médio/ Alto	Formas irregulares
Campo Limpo Úmido	Lisa, homogênea	Arroxeadado/ preto	Baixo	Fundos de Vale; cursos d'água
Agricultura	Fina e aveludada	Rosa/ verde claro	Rasteiro	Formas geométricas; carreadores/pivôs.
Pastagens	Granular	Clara com algumas variações	Baixo	Formas geométricas, trilhas/árvores isoladas.
Cana de açúcar	Lisa	Verde claro/ marrom	Baixo	Formas geométricas/ talhões
Silvicultura	Grossa	Arroxeadado/preto	Alto	Formas geométricas/ alinhamentos
Corpos d' água	Lisa	Cinza escuro a negro	-	Áreas rebaixadas e fundos de vale
Solo exposto	Lisa	Rosa	Baixo	Formas geométricas

Fonte: Ponciano et al. (2015).

Nota: Org. Faria (2013).

dos canais de drenagem), Cerrado Sentido Restrito (vegetação de porte arbóreo-arbustiva representativa da Formação Savânica), Campo Limpo Úmido (vegetação campestre, situada em áreas de fundo de vale com ocorrência de afloramentos de lençol freático) e Cerrado em Regeneração/Campo Sujo (vegetação de porte campestre-graminoso com espécies isoladas).

As atividades de campo realizadas na área foram fundamentais para a validação dessas classes de usos e remanescentes. O recente processo de conversão na matriz de uso econômico da região conduziu durante o processo de classificação da imagem na especificação da classe de cana de açúcar a fim de avaliar a distribuição e situação dos remanescentes nas áreas vizinhas a essa classe.

Para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP's) utilizou-se a definição legal e jurídica para estas áreas, contida na Lei Nº 12.651/2012, Art. 3º inciso II:

“área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.”

A delimitação espacial das faixas marginais de proteção varia conforme a largura do canal de drenagem (de 30 a 500 metros) e ainda conforme o tamanho da propriedade - Módulo fiscal (de 5 a 15 metros), quando atividades antrópicas presentes na APP tenham se instalado anteriormente a 2008 (exceção permitida pela atual legislação ambiental).

Em relação à análise da paisagem, há uma variedade de softwares desenvolvidos, a fim de quantificar as características da estrutura da

paisagem, sendo o Fragstat (MCGARIGAL; MARKS, 1995), o mais utilizado para análise de fragmentação florestal. Desse modo, a avaliação da fragmentação foi realizada com métricas que analisam o grau de ruptura de uma unidade na paisagem (METZGER, 2003), selecionando-se as métricas disponibilizadas pelo *software* FRAGSTATS como: CA (Área Total da Classe), CPLAND (Porcentagem de Área Central na Paisagem), NP (Número de Fragmentos), NP/Área (Número de Fragmentos/Área), TE (Total de Bordas) e TCA (Total de Áreas Centrais) (MACGARIAL e MARKS, 1995), que foram calculadas para o Município e para as áreas de APP.

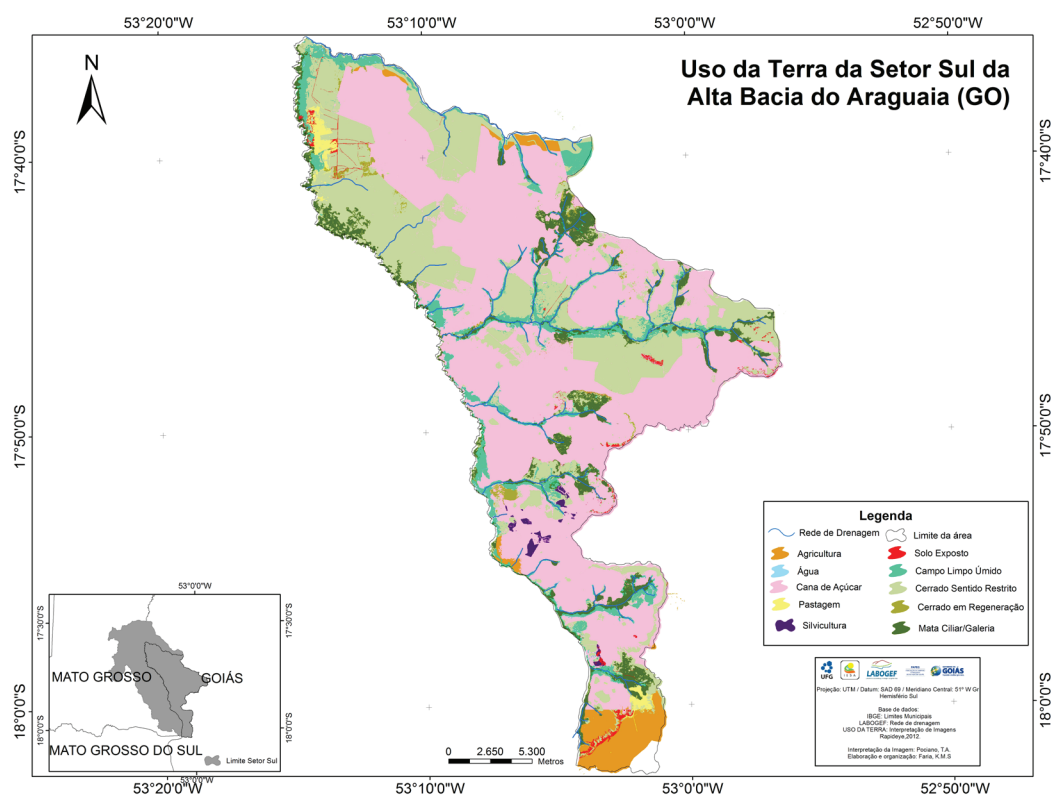
Resultados e Discussão

O mapa de uso do solo da área de pesquisa com imagem alta resolução, pós-validado em campo, possibilitou a identificação das fisionomias do Bioma Cerrado (*e.g.* Mata Ciliar e de Galeria; Cerrado sentido restrito; Campo Limpo úmido), porém permitiu constatar o predomínio do cultivo da cana de açúcar na região cobrindo mais de 53% da área total (Figura 2).

A tabela 1 apresenta as categorias de uso do solo, indicando que os usos antrópicos representam, aproximadamente, 58,7% da área total (dos quais 53,3% cana-de-açúcar), enquanto os remanescentes da vegetação natural (fisionomias de Mata Ciliar/Galeria, Campo Limpo Úmido Cerrado Sentido Restrito e Campo Sujo - Cerrado em Regeneração) correspondem juntos, a 41,2 % da área (Tabela 1).

A cana de açúcar cobre 31.475,56 ha (53,3% da área), e se estende pelos Latossolos Vermelhos argilosos e inclusive os Neossolos Quartzarênicos; as áreas de agricultura correspondem a 2.160,36 ha (3,7% da

Figura 2 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra



Fonte: Faria (2012).

Nota: Interpretação de imagens Rapideye, 2012 e validação em campo.

Tabela 1 - Métricas da paisagem: Área total da classe (CA) e Porcentagem na paisagem (CPLAND), da área total

	Classe de Uso	CA	CPLAND
Vegetação Remanescente	Mata Ciliar	3.927,96	6,7
	Campo Limpo úmido	3.742,73	6,3
	Cerrado sentido restrito	16.343,20	27,7
	Cerrado em Regeneração	304,98	0,5
	Subtotal 1	24.318,87	41,2
Áreas Antrópicas	Solo Exposto	357,59	0,6
	Agricultura	2.160,36	3,7
	Cana de Açúcar	31.475,56	53,3
	Pastagem	449,15	0,8
	Silvicultura	218,01	0,4
	Subtotal 2	34.660,67	58,8
Outro Uso	Água	34,20	0,1
	Total (Subtotal 1 + Subtotal 2 + Água)	59.013,74	100

Fonte: Mapa de uso da terra. Organização: Faria (2013).

Nota: Unidade métrica: CA: Hectare - CPLAND: %.

área), sendo que as maiores extensões estão localizadas principalmente nos topos das chapadas na porção sul, onde ainda se desenvolvem cultivos de algodão e soja. As áreas de pastagem representam apenas 449,15 ha (0,8% da área), sendo que as áreas mais contínuas são identificadas na porção norte, próximas ao município de Santa Rita do Araguaia (no limite da área de pesquisa), onde também predominam os Neossolos Quartzarênicos. Outros usos foram ainda identificados, como a Silvicultura (Eucalipto) na porção sul (próximo à região das nascentes) sob o domínio dos Neossolos Quartzarênicos, ocupando 218,01 ha (0,4% da área); e também áreas de solo exposto (geralmente áreas degradadas pelas atividades agrícolas que se encontram abandonadas ou ainda as áreas erodidas) correspondentes a 357,59 ha (0,6 da área). A classe água corresponde a 34,20 ha (0,1) e representam barramentos/reservatórios artificiais e ainda cursos d' água em seu canal natural.

Para Spera et al. (1999), quando os Neossolos Quartzarênicos são ocupados por lavouras perenes (ex. Cana-de-açúcar), requerem manejo adequado, cuidados intensivos em termos de adubação e correção, principalmente em relação aos nutrientes facilmente lixiviáveis como nitrogênio, potássio e enxofre, além de medidas visando ao controle de erosão hídrica e eólica e medidas de economia de água. Tais solos são classificados por Lepsch (1991) como terras que tem riscos ou limitações muito severas para culturas anuais e que também não são adequados para cultivos intensivos e contínuos, devido à baixa capacidade de retenção de água aliada a problemas de fertilidade. Portanto, não se trata da aptidão agrícola elevada a variável explicativa desses cultivos.

Ao avaliar a cobertura vegetal original, destaca-se a participação da classe da fitofisionomia de Cerrado Sentido Restrito, ainda com 27,7% da área, que é identificada em grandes manchas localizadas em maior parte na região norte da área e nas APP's do Ribeirão Queixada e encostas das escarpas e na porção noroeste, próximo ao rio Araguaia. Associada aos canais de drenagem e às áreas de preservação permanente (APP's) identificaram-se as fisionomias de Mata Ciliar e Campo Limpo Úmido que as cobrem, respectivamente, 3.927,96 ha (6,7 % da área) e 3.742,73 ha (6,3% da área) apresentando forma linear e estreita. A classe Cerrado em Regeneração corresponde a 304,98 ha (0,5 % da área) e foi identificada em pequenas manchas na porção norte da área. Em campo, constatou-se que tal classe corresponde a locais onde houve o desmatamento do Cerrado, mas não houve incorporação dos terrenos ao processo produtivo (seja por pasto ou agricultura), reestabelecendo a revegetação natural.

A análise comparada das métricas Total de bordas (TE) e área central total (TCA) permite constatar que a métrica TCA correlaciona-se às métricas de TE e de área das classes (CA), sendo observado que o aumento da área das classes (CA) leva, conseqüentemente, ao aumento de total de bordas (TE) e de área central total (TCA). A avaliação dessas métricas indica que os maiores índices correspondem à classe de Cerrado Sentido Restrito, pois essa fisionomia apresenta também a maior área em relação aos demais remanescentes da vegetação nativa (Tabela 2).

Aquino e Miranda (2008) relatam que as distintas fitofisionomias do Cerrado respondem de maneiras diferentes ao efeito de borda, e Harper et al. (2005)

Tabela 2 - Métricas da paisagem no Município de Mineiros (GO): Total de Bordas (TE) e Total de Área Central (TCA)

Vegetação Remanescente	TE (m)	TCA (ha)
Mata Ciliar	1.294.580,0	3.476,6
Campo Limpo úmido	1.474.140,0	2.953,4
Cerrado sentido restrito	2.930.620,0	13.928,6
Campo Sujo	191.740,0	159,8
Total	5.891.080,0	20.518,4

Fonte: Mapa de uso da terra (2013).

Nota: Organização: Siqueira (2013).

complementam, expondo que a vegetação com dossel mais aberto e diversificado apresentam menos influências de borda, e que esses efeitos são mais difíceis de detectar e com menor importância ecológica.

A avaliação dos índices selecionados (CA, PLAND, TE e TCA) indica que essa área apresenta uma proteção parcial de sua vegetação nuclear, o que, para fins de conservação, é de suma importância, pois quanto maior a área central menor o efeito de borda nas manchas de remanescentes, especialmente para as formações florestais, que sofrem mais esses efeitos (HARPER

et al., 2005; LAURANCE et al., 2007; CAYUELA et al., 2009).

É notável a concentração de fragmentos de remanescentes com área menor que 10 hectares para todas as fisionomias. O destaque também é para a classe de Cerrado Sentido Restrito, com maior presença tanto de fragmentos com área menor que 10 hectares, mas também por apresentar maior concentração de fragmentos com área superior a 50 hectares (Tabela 3).

No entanto, o número de fragmentos não deve ser analisado isoladamente, pois quando se avalia a área que os fragmentos inferiores a 10 hectares representam, verifica-se que são consideravelmente menores do que as áreas dos fragmentos maiores que 10 hectares (Tabela 4).

Cullen et al. (2005), considerando mamíferos de grande porte, constatou que, para que um fragmento seja considerado sustentável, é necessário que o mesmo apresente uma área superior a 100 hectares, a fim de manter o efeito positivo da relação existente entre efeito de tamanho do fragmento e efeito de borda e interior. A área estudada em Mineiros apresenta fragmentos que comportam desde grupos de organismos menos exigentes até os animais de topo de cadeia.

Tabela 3 - Métricas da paisagem: Número de fragmentos por classe de uso e classe de tamanho

Tamanho-Área (ha)	Número de fragmentos por classe de uso			
	Cerrado Sentido Restrito	Campo em Regeneração	Mata Ciliar/Galeria	Campo Limpo Úmido
< 1ha	4.798	290	919	1.751
1 - 10 ha	246	28	88	117
10.01 - 50 ha	40	3	39	30
50.01 - 100 ha	12	1	7	7
> 100 ha	18	0	9	8
Total	5114	322	1062	1913

Fonte: Mapa de uso da terra. Organização: Siqueira (2013).

Tabela 4 - Métricas da paisagem: Área dos fragmentos (ha) por classe de uso e classe de tamanho

Área dos fragmentos (ha) por classe de uso				
Tamanho-Área (ha)	Cerrado Sentido Restrito	Campo em Regeneração	Mata Ciliar/Galeria	Campo Limpo Úmido
< 1ha	505	31,73	124,86	209,11
1 - 10 ha	737,42	98,97	226,51	357,57
10.01 - 50 ha	752,05	76,89	837,69	754,94
50.01 - 100 ha	749,56	97,39	497,53	470,27
> 100 ha	13599,57	0	2241,37	1950,84
Total	16.343,20	304,98	3927,96	3742,73

Fonte: Mapa de uso da terra. Organização: Siqueira (2013).

A análise da métrica de isolamento pela Distância Euclidiana média do vizinho mais próximo (ENN_MN), que indica a capacidade que a paisagem apresenta em facilitar fluxos biológicos, aponta que a dentro as fitofisionomias remanescentes, na área de estudo, a distância média entre as manchas é de 50 metros, considerada baixa. Entretanto, as distâncias muito baixas, identificadas entre fragmentos da mesma classe, especialmente para os remanescentes de vegetação nativa, somado à análise do mapa de uso e remanescentes da região, indicam uma conectividade muito elevada das classes de vegetação como um todo e que, apesar de muitos fragmentos de vegetação ocorrerem na área, eles estão conectados acompanhando as redes de drenagem nas áreas de preservação permanente (APP's). Essa conectividade corrobora a qualidade ambiental da área estudada e exclui uma das principais causas da perda de biodiversidade decorrentes da fragmentação que, de acordo com diversos autores (*e.g.* FARIHG, 2003; PIRES et al., 2006; SCARIOT et al., 2005; AQUINO; MIRANDA, 2008) trata-se do isolamento dos remanescentes de vegetação. Adicionalmente, entende-se que a conectividade é o oposto da fragmentação, determinando o grau que uma paisagem permite ou restringe o movimento

de organismos ao longo dos fragmentos (FORERO-MEDINA; VIEIRA, 2007).

Já em relação à avaliação das APP's, estas não são compostas apenas por fisionomias pertencentes às Formações Florestais, como as Matas Ciliares/Galeria, mas também por fisionomias das Formações Savânicas e Campestres (Tabela 5), o que se considerou como uma fragmentação natural

Tabela 5 - Métricas da Paisagem para as APP's: Área total da classe (CA) e porcentagem da área central na paisagem (CPLAND)

Classes de uso	Geral	
	CA	CPLAND
Mata Ciliar/Galeria	1071,5	51,1
Campo Limpo Úmido	522,9	24,9
Cerrado Sentido Restrito	331,5	15,8
Campo Sujo/Regeneração	13,9	0,7
Pastagem	3,6	0,2
Solo Exposto	16,3	0,8
Agricultura	5,3	0,3
Água	11,9	0,6
Total	2.097,00	100

Fonte: Mapa de uso da terra. Organização: Ponciano (2013).

Nota: Unidade métrica: CA: Hectare/ CPLAND: %.

de cada fitofisionomia pela presença de outra, o que é característica do Bioma Cerrado.

Esse mosaico heterogêneo de fisionomias é favorável à biodiversidade (DEVELEY; PONGILUPPI, 2010). Contudo, em menor frequência, é possível verificar atividades agropecuárias fragmentando a vegetação que acompanha as redes de drenagem. A avaliação da métrica NP, para as áreas de APP, indicou 36.709 fragmentos, sendo que a maior densidade de fragmentos por hectare ocorreu para a classe de Mata Ciliar/Galeria, com 26.268 fragmentos, sendo seguido pelas classes de Campo Limpo Úmido, Cerrado Sentido Restrito e Cerrado em Regeneração.

Destaca-se, no entanto, que a legislação atual permite a manutenção dos usos antrópicos identificados nas áreas de APP, se já estavam presentes em 28 de julho de 2008. Por outro lado, embora estejam em conformidade com a legislação atual, os fragmentos encontram-se envolvidos por entorno antrópico, o que significa riscos à integridade dos mesmos, pois Silva Júnior (2001) já alertava que mesmo o antigo Código Florestal (mais restritivo) era ineficiente na proteção da vegetação e diversidade arbórea de matas de galeria.

Contrariando os resultados obtidos anteriormente por Rodrigues (2010), para a região, e por Mascarenhas et al. (2009) utilizando imagens de média resolução, nesta avaliação, apesar da alta densidade de fragmentos (NP), as APP's se encontram conservadas e em conformidade com a atual legislação. Essa diferença pode ser decorrente dos detalhes fornecidos por uma imagem de alta resolução, como a *RapidEye* e, também, pela mudança de matriz circundante para cana de açúcar, evidenciando maior preocupação com as APP's por parte do setor sucroalcooleiro, que, por sua vez, é alvo

de fiscalização constante, diferentemente de outros setores, como soja e pastagem.

Deve-se ressaltar que a área, apesar de representativa quanto à fragmentação do Cerrado, quanto às APP's de drenagem, principalmente as Matas Ciliares/ Galerias, não se apresentam com um número significativo de uso antrópico. A continuidade dessa fisionomia está sendo interrompida por outras classes de remanescentes, resultantes de fragmentação natural e da composição natural do Cerrado, através de mosaicos de fitofisionomias. Rodrigues (2010), ao analisar a área, indicou que a pastagem dominava as culturas anuais, sobretudo soja. Onde na presente pesquisa se constatou predomínio de cana-de-açúcar e essa substituição necessita de estudos mais aprofundados em termos de impactos diretos e indiretos da expansão canavieira, assim como seus efeitos na vegetação remanescente.

Considerações Finais

A partir da caracterização das tipologias remanescentes de Cerrado e da análise de fragmentação dos remanescentes, os resultados obtidos nesta pesquisa levam à compreensão de que os níveis de fragmentação da paisagem são elevados e com predomínio de número de fragmentos pequenos envolvidos por uma matriz antrópica. Essa situação remete esses fragmentos a maiores efeitos bióticos e abióticos advindos do processo de fragmentação da paisagem. Por outro lado, há uma área superior de fragmentos grandes, apesar de estes serem em menor número, amenizando o equilíbrio das relações ecológicas de organismos do topo da cadeia.

Na matriz, destaca-se o predomínio de atividades agrícolas, como a cana-de-açúcar, inclusive em áreas de domínio dos Neossolos

Quartzarênicos, considerados solos frágeis e de baixa aptidão agrícola, geralmente indicados para pastagens e culturas perenes, sobretudo arbóreas e com um manejo adequado.

Apesar de a área ser representativa quanto à fragmentação, as APP's de drenagem, principalmente nas Matas Ciliares/ Galerias, não se apresentam com número significativo de uso antrópico, pois a continuidade dessa fisionomia está sendo interrompida por outras classes de remanescentes, resultantes de fragmentação natural e da composição natural do Cerrado através de mosaicos de fitofisionomias.

Os remanescentes do Cerrado necessitam de mecanismos de planejamento, envolvendo manutenção, fiscalização e recuperação/recomposição de fragmentos degradados para fins de conservação. Apesar de estarem de acordo com a lei atual, esses

remanescentes mostram uma expressiva fragmentação natural e suas possíveis consequências ecológicas merecem destaque, pois há uma proximidade da área estudada com o Parque Nacional das Emas, a cerca de 2 km apenas, integrando o Corredor Ecológico Emas- Pantanal (de fluxo gênico, sobretudo de animais do topo da cadeia alimentar). Some-se a isso, que as zonas escarpadas e os solos frágeis presentes na paisagem, devem ser alvo de medidas protetoras devido às consequências deletérias que sua ocupação pode ocasionar. Nesse sentido, seria importante prosseguir com a avaliação aprofundada sobre os impactos diretos e indiretos da sucessão de usos, tendo vista que em média resolução, já foi feita e sugere que estavam em desacordo com o código florestal de então e não seriam alvo de conservação na lei atual, o que é inquietante.

Referências

AQUINO, F. G.; MIRANDA, H. B. M. Consequências ambientais da fragmentação de habitats no Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2008. p.385-398.

BARBALHO, M. G. S. **Morfopedologia aplicada ao diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT)**. 2002. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

BRASIL. Lei Nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Casa Civil, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <<http://w.w.w.planalto.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2013.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S. Relationships between floristic diversity and vegetation indices, forest structure and landscape metrics of fragments in Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, v. 257, p. 2157-2165, 2009.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, V.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object oriented data modeling. **Computers e Graphics**. v.20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CARNEIRO, G. T. **Processo de fragmentação e caracterização dos remanescentes de Cerrado**: análise ecológica da paisagem da bacia do rio dos Peixes (GO). 2012. 135 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 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.

CASTRO, S. S. et al. Condicionantes geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de uso e manejo dos solos na circulação hídrica e processos de voçorocamento na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT). In: COUTO, E. G.; BUENO, J. F. (Org.). **Os (dês) caminhos do uso na agricultura brasileira**. Cuiabá: UFMT, SBCS, 2004.

CAYUELA, L.; MURCIA, C.; HAWK, A. A.; FERNÁNDEZ-VEGA, J.; OVIEDO-BRENES, F. Tree responses to edge effects and canopy openness in a tropical montane forest fragment in southern Costa Rica. **Tropical Conservation Science**, v. 2, n. 4, p. 425-436, 2009.

CERQUEIRA, R. et.al. Fragmentação do ambiente. In: RAMBALDI, D.M.; OLIVEIRA, D.A.S. de. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeito sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. 2. ed. Brasília, DF: MMA/SBF, 2005. p. 24-40.

COLLI, G. R. et al. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. DE. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeito sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, DF: MMA/SBF, 2003. p. 24-40.

CULLEN, L. et al. As onças-pintadas como detetives da paisagem no corredor do Alto Paraná, Brasil. **Natureza & Conservação**, v.3, n.1, p 43-58, 2005.

DEVELEY, P.F.; PONGILUPPI, T. Impactos potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v.10, n. 4, p. 43-45, 2010.

DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. (Org.). **Dilemas do Cerrado**. Entre o ecologicamente (in)correto e o socialmente (in) justo. Rio de Janeiro: Garamound, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 34, p. 487-515, 2003.

FARIA, K. M. S. et al. 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.

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.

FORERO-MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. Conectividade funcional e a importância da interação organismo – paisagem. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, n. 4, p. 493-502, 2007.

FRANCO, S. M. **O grande vale do oeste**: transformações da Bacia do Araguaia em Goiás. 2003. 382 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Sócio Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

HARPER, K. A.; MACDONALD, S. E.; BURTON, P. J.; CHEN, J.; BROSOFSKE, K. D.; SAUNDERS, S. C.; EUSKIRCHEN, E. S.; ROBERTS, D.; JAITEH, M. S.; ESSEEN, P. Edge influence in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v.19, n. 3, p. 768-782, 2005.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LATRUBESSE, M. E.; CARVALHO, M. T. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal**. Goiânia: Secretaria da Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração, 2006. 128 p.:il. (Série Geologia e Mineração, n. 2).

LAURANCE, W. F.; NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, S. G.; ANDRADE, A.; EWERS, R. M.; HARMS, K. E.; LUIZÃO, R. C. C.; RIBEIRO, J. E. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. **PLoS ONE**, v.2, n. 10, e1017, 2007.

LEPSCH, I. F. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira Ciência do Solo, 1991. 175 p.

MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, E. M. **Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro**. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004. Relatório técnico não publicado.

MASCARENHAS, L. M. DE A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento Remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do rio Araguaia. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.21, n.1, p. 5-18, 2009.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS**: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: Gen. Tech. Rep. PNW_GTR_ PNW-GTR-351, OR: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122 p.

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

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Relatório de atividades PROBIO 2002-2004**. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, 2004.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p.853-858, 2000.

PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S.; BARROS, C. S. Vivendo em um mundo em pedaços: efeitos da fragmentação florestal sobre comunidades e populações animais. In: ROCHA, C. F. C.; BERGALHO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (Ed.). **Biologia da conservação: essências**. São Carlos: Rima, 2006. p. 231-260.

PIVELLO, V. R. Manejo de fragmentos de Cerrado: princípios para a conservação da biodiversidade. In: SCARIOT, A.; SOUZA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Ed.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: MMA/SBF, 2005.

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, DF: Embrapa - Cerrados. 2008. Cap. 6, p. 151-212.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, CPAC, 1998. cap.3, p. 88-166.

RODRIGUES, H. S. M. C. de. **Uso do solo nas Áreas de Preservação Permanente do setor Sul da alta bacia do rio Araguaia – GO/MT**. 2010. [s. p.]. Monografia (Bacharel em Análise Ambiental- Geografia) – Instituto de Estudos Sócio Ambientais. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, Embrapa Informação Tecnológica, 2008. v. 1.

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

SCARIOT, A.; FREITAS, S. R.; MARIANO NETO, E.; NASCIMENTO, M. T.; OLIVEIRA, L. C.; SANAIOTTI, T.; SEVILHA, A. C.; VILLELA, D. M. Vegetação e flora. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a diversidade e recomendações de políticas públicas**. 2. ed. Brasília, DF: MMA/SBF, 2005. p:103-123.

SILVA JÚNIOR, M. C. Comparação entre matas de galeria no distrito federal e a efetividade do código florestal na proteção de sua diversidade arbórea. **Acta botanica Brasílica**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 139-146, 2001.

SIQUEIRA, M. N. **Caracterização dos remanescentes de cerrado da sub-bacia do rio Garças (MT): conservação, degradação e conectividade**. 2012. 135 f. :il., fig, tabs. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SPERA, S. T. et al. Relação entre as características dos solos e a distribuição das fitofisionomias em uma bacia hidrográfica - II. Características físico-hídricas. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO, 14., 1999, Temuco. **CLACS 99 – Suelo-Ambiente-Vida**. Temuco: Sociedad Latinoamericana de la Ciencia de Suelo, 1999. 14 p. 1 CD-ROM.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p.181-188, 2005.