

GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS: INTEGRAÇÃO DA ABORDAGEM GEOGRÁFICA E ECOLÓGICA AO CERRADO¹

LANDSCAPE GEOECOLOGY: INTEGRATION OF THE GEOGRAPHICAL AND
ECOLOGICAL APPROACH TO THE CERRADO

GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE: INTEGRACIÓN DEL ENFOQUE GEOGRÁFICO Y
ECOLÓGICO AL CERRADO

Karla Maria Silva de Faria²

Resumo: A Geoecologia das Paisagens Brasileira apresenta uma diversidade de pesquisas entre as regiões brasileiras, com influência na integração com outras disciplinas e ciências a fim de atender sua proposição final, vinculada ao ordenamento e zoneamento ambiental. A partir de 2011 na região Centro-Oeste, a fundamentação teórica e metodológica passou a ser adotada com conexão direta com a Ecologia da Paisagem. O objetivo do artigo é apresentar como as abordagens geográficas e ecológicas para análise da paisagem estão sendo integradas e aplicadas ao cerrado no estado de Goiás, pelo Grupo de Pesquisa Geoecologia das Paisagens do Cerrado. Os resultados obtidos pelas pesquisas já finalizadas indicam fácil integração teórica e metodológica entre as abordagens geográficas e ecológicas, contribuindo para compreensão das funções e da estrutura da paisagem, permitindo estabelecimento de ordenamentos territoriais e ambientais em unidades de planejamento definidas pela legislação, como as unidades de conservação e bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Análise integrada; Análise geocológica; Bacias hidrográficas; Unidades de Conservação.

Abstract: The Geoecology of Brazilian Landscapes presents a diversity of studies among Brazilian regions, with influence on the integration with other disciplines and sciences in order to meet its final proposition linked to environmental planning and zoning. As of 2011 in the Midwest region, the theoretical and methodological foundation is adopted in direct connection with Landscape Ecology. The objective of this article is to present how geographical and ecological approaches to landscape analysis are being integrated and applied to the Cerrado in the state of Goiás by the Geoecology Research Group of the Cerrado Landscapes. The results obtained by the completed research indicate easy theoretical and methodological integration between geographical and ecological approaches, contributing to understand the landscape

¹ Este artigo se constitui a partir da parceria entre a Revista Geofronter e Laboratório de Geoecologia da FAENG da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e destaca como resultado as discussões realizadas no I Ciclo de Estudos Sobre Geoecologia de Campo Grande/MS.

²Doutora em Geografia. Professora da Universidade Federal de Goiás. Goiânia/Goiás. Professora do Curso de Geografia e Ciências Ambientais e dos Programas de Pós-Graduação em Geografia e em Ciências Ambientais. E-mail: karla_faria@ufg.br Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/2186337194534589> Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0001-9381-932X>

functions and structure, thereby enabling to establish territorial and environmental regulations in planning units defined by legislation, such as conservation units and drainage basins.

Keywords: Integrated analysis, Geoecological analysis, Drainage basins; Conservation Units.

Resumen: La Geoecología de los Paisajes Brasileños presenta una diversidad de investigaciones entre las regiones brasileñas, con influencia en la integración con otras disciplinas y ciencias para cumplir con su propuesta final, vinculada a la planificación y zonificación ambiental. A partir de 2011 en la región del Medio Oeste, la base teórica y metodológica se adopta en conexión directa con la Ecología del Paisaje. El objetivo del artículo es presentar cómo los enfoques geográficos y ecológicos del análisis del paisaje se están integrando y aplicando al cerrado en el estado de Goiás, por parte del Grupo de Investigación en Geoecología de los Paisajes del Cerrado. Los resultados obtenidos de la investigación completada indican una fácil integración teórico-metodológica entre enfoques geográficos y ecológicos, contribuyendo al entendimiento de las funciones y estructura del paisaje, permitiendo la creación de normativas territoriales y ambientales en unidades de planificación definidas por la legislación, tales como unidades de conservación de áreas y cuencas hidrográficas.

Palabras clave: Análisis integrado, Análisis geoecológico, Cuencas hidrográficas; Unidades de conservación.

Introdução

A paisagem constitui-se como uma importante categoria de análise para diferentes ciências e disciplinas. Na geografia já foi apresentada como uma categoria integradora em parte por ser fruto da inter-relação entre a sociedade humana e seu espaço de vida. Mas, mesmo sendo apresentada como categoria estruturante e integradora ela é percebida, estudada e avaliada com diferenças teóricas e metodológicas a sua aplicabilidade, pois diferentes correntes epistemológicas estão associadas a construção da Ciência da Paisagem.

No processo histórico da construção da ciência da paisagem, Carl Troll na década de 1930, apresentou as bases da chamada Geoecologia das Paisagens como uma disciplina integradora e holística capaz de auxiliar no planejamento econômico e territorial. A estruturação teórica e metodológica dessa disciplina é reconhecida como a abordagem geográfica para análise da paisagem. No mesmo fluxo do processo histórico no final da década de 1960, com ampliação das discussões sobre os efeitos dos processos de desmatamentos a biodiversidade, o estudo da paisagem passa a direcionar as avaliações da estrutura da paisagem dentro da chamada abordagem ecológica (METZGER, 2001).

A paisagem, para Geografia, é passível de delimitação e na qual se processam inter-relações tridimensionais dos elementos físicos e bióticos da natureza e da sociedade em contínua mudança (CHRISTOFOLETTI, 1999). Já para a abordagem ecológica da paisagem,

ela é compreendida como áreas heterogêneas, diferenciando-se em termos de composição e configuração de manchas e matriz, conseqüentemente, elas terão funcionalidades diferentes no tocante ao fluxo de espécies, energia e materiais entre seus elementos (METZGER, 2001).

Na ciência brasileira as duas abordagens estão bem estabelecidas, vinculadas a grupos de pesquisa, com inserção nos programas de pós-graduação que atendem as pesquisas geográficas, ecológicas e pela natureza da paisagem, programas de cunho interdisciplinar. No entanto, há uma nítida diferença quanto a inserção internacional.

Faria, Pessoa e Silva (2021), avaliando o desenvolvimento da Geoecologia das Paisagens, constaram que a distribuição das pesquisas por regiões e centros de pesquisa tem influência dos grupos de pesquisa, mas que é tímida ou quase nula a inserção internacional de pesquisas brasileiras, sustentadas nos princípios teóricos e metodológicos de análise sistêmica da paisagem, proposto pela abordagem geográfica. O contrário acontece nas publicações da abordagem ecológica brasileira.

Mas, é importante destacar que Faria, Pessoa e Silva (2021), constataram que as publicações da Geoecologia das Paisagens Brasileira apresentam uma diversidade de pesquisas entre as regiões brasileiras, sendo aplicadas em bacias hidrográficas, unidades de conservação, áreas municipais e marcadas em dois recortes temporais (antes e depois de 2010), o que influencia na integração da geoecologia com outras disciplinas, como a biogeografia e a própria ecologia, mas mantendo a proposição para ordenamento territorial e ambiental.

Dentro do recorte temporal avaliado pelos autores constatou-se que a abordagem geográfica da Geoecologia das Paisagens passou a ser adotada com maior ênfase a partir de 2011 na região Centro-Oeste, em pesquisas nas paisagens do Cerrado. No entanto, o direcionamento das pesquisas iniciais já apontavam a conexão com pressupostos teóricos e metodológicos da abordagem ecológica para avaliação e interpretação da estrutura da paisagem antes da proposição de ordenamentos territoriais.

Nesse sentido, o objetivo desse artigo é apresentar como as abordagens geográficas e ecológicas para análise da paisagem estão sendo integradas e aplicadas ao cerrado no estado de Goiás, pelo Grupo de Pesquisa Geoecologia das Paisagens do Cerrado.

Geoecologia das Paisagens: A construção de uma disciplina integradora

A materialização das integrações entre as variáveis do meio biótico, abiótico e cultural ocorre na paisagem, que é contemplada inicialmente em seu princípio estético, artístico e

romântico, mas que apresenta sentido territorial ao lugar em sua referência terminológica: *paisaje* (espanhol), *paysage* (francês) e *paesaggio* (italiano), *landschaft* (alemão), *landscape*, (inglês) e *landscap* (holandês).

As contribuições no século XIX por Humboldt, Lomonosov e Dokuchaev, permitem a organização da sistematização de conhecimentos científicos da paisagem e a particularização dela como uma disciplina científica, que historicamente com a contribuição dos embasamentos teóricos e metodológicos de pesquisadores, como Passarge, Berg Sauer, La Blache, Naveh, entre outros foram sistematicamente construindo a Ciência da Paisagem.

É importante destacar que a participação de pesquisadores de diferentes escolas científicas (Alemã, Russo-Soviética, Anglo-Saxã, Francesa, Americana) não divergem que paisagem corresponde a uma totalidade, modelada por fatores naturais e humanos e, que a contribuição de conceitos de outras ciências contribui para o desenvolvimento da Ciência da Paisagem, assim como o momento histórico que cada pesquisador estava sujeito em seus territórios nacionais.

Vasiliy Vasilievich Dokuchaev, por exemplo, no final do século XIX, foi convocado para avaliar efeitos de seca em parte do território soviético e anos depois avaliação em ambiente florestal. As observações e avaliações permitiram avanço na explicação dos padrões geográficos resultantes do controle latitudinal (zonas horizontais) e altitudinal (zonas verticais) sobre os climas, formas de relevo, drenagem, solos, seres vivos, que permitissem a compreensão dos potenciais de uso da terra (CAVALCANTI, 2013).

Durante o pós- II Grande Guerra, o alemão Carl Troll na década de 1930, fundamentando-se nos princípios desenvolvidos por Passarge em 1913 para estudo da *Landschaftskunde* (Ciência da Paisagem) e nos conceitos de ecossistema proposto por Tansley, ao definir a paisagem como a entidade visual e espacial total do espaço vivido pelo homem, articulando, portanto, a paisagem natural com a paisagem cultural através das inter-relações dos sistemas naturais e os sistemas culturais e sociais em uma dimensão sócio-ecológica propôs uma nova via metodológica para o estudo da paisagem chamada inicialmente de Ecologia da Paisagem (CHRISTOFOLETTI, 1999; TROPMAIR, 2000; RODRIGUES; SILVA, 2002; VILA-SUBIRÓS et al., 2006).

Para Troll, tratava-se de uma disciplina de natureza e prática interdisciplinar, portanto capaz de conduzir a um inter-relacionamento entre a sociedade humana e seu espaço (ou meio ambiente) de vida, auxiliando, portanto, no planejamento e reconstrução de uma dada área

(CHRISTOFOLETTI, 1999; TROPMAIR, 2000). E a reconstrução racional e planejada baseada em integração entre as paisagens naturais e culturais era uma demanda real da Europa pós-guerra.

As condições históricas vinculadas a Dokuchaev e Troll indicam que as vivências sociais dos pesquisadores contribuíram para definição de conceitos, avanços científicos na Ciência da Paisagem.

Para Metzger (2001) Troll destacava a observação das inter-relações da biota com seu ambiente com foco na espacialidade e na heterogeneidade do espaço onde o homem habita e, talvez sob a influência da teoria geossistêmica (proposta por Victor Sotchava), em 1966, renomeia a Ecologia da Paisagem para Geocologia das Paisagens, como uma disciplina de caráter multidisciplinar em busca da compreensão da paisagem e conclamando geógrafos e ecólogos a trabalharem em colaboração em busca de soluções para problemas ambientais relacionados ao ordenamento territorial (SIQUEIRA; CASTRO e FARIA, 2013).

A Geocologia da Paisagem, portanto, passa a se sustentar em três pontos fundamentais: (1) planejamento da ocupação territorial através de conhecimentos dos limites e potencialidades de uso econômico de cada unidade da paisagem; (2) o estudo de paisagens predominantemente modificadas pelo homem (paisagens culturais) e (3) a análise das amplas áreas espaciais (macro-escalas, tanto espaciais quanto temporais). Para tanto, ela se sustenta em postulados teóricos e metodológicos sistêmicos, hierarquizados e temporais (RODRIGUES, SILVA e CALVALCANTI, 2007). Metzger (2003), aponta que essas características marcam a chamada **abordagem geográfica** da paisagem.

No mesmo período em que a paisagem se transforma em uma forte categoria para reestruturação da Europa pós Guerra, nos Estados Unidos, pesquisadores, como Jonh Curtis, baseando em análise de fotografias aéreas e mapas antigos passam a destacar as implicações ambientais do rápido processo de redução das florestas temperadas americanas.

A Teoria de Biogeografia de ilhas de MacArthur e Wilson de 1967 e a de Metapopulações contribuem para construção teórica e metodológica disciplina Ecologia de Paisagem, proposta por pesquisadores como Naveh e Lieberman (1984) e Risser, Karl e Forman (1983).

Para Metzger (2003), a abordagem e direcionamento da Ecologia da Paisagem ao enfatizar a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos e a seriedade destas

relações em termos de conservação biológica marca a característica da **abordagem ecológica** da paisagem.

Dentro da abordagem ecológica a paisagem passa a ser avaliada como um mosaico, composto de manchas, corredores e matriz de diferentes ecossistemas ou uso da terra, em um padrão que se repete na superfície terrestre e que são determinantes dos fluxos funcionais e movimentos através da paisagem e das mudanças no seu padrão e processo ao longo do tempo (FORMAN, 1995).

Na abordagem ecológica, a paisagem, apresenta três aspectos primordiais para a sua análise: estrutura (relações entre os distintos ecossistemas ou elementos presentes em relação ao tamanho, forma, número, tipo e configuração), função (fluxos de energia, matéria e espécies dentro da paisagem) e mudança (observadas na estrutura e fluxos do mosaico ecológico) (FORMAN; GODRON, 1986).

Mas, na abordagem geográfica a análise da paisagem é sustentada em cinco princípios: estrutura (vertical e horizontal), função (fluxos de energia, interação entre os componentes), dinâmico-evolutiva (dinâmica temporal, evolução e desenvolvimento), histórico antropogênico (modificações da paisagem) e integrativo (sustentabilidade das paisagens) (RODRIGUES, SILVA; CAVALVCANTI, 2007).

O reconhecimento das mudanças temporais na paisagem permite compreender o relacionamento dos padrões aos processos naturais e antropogênicos que os originaram ou para fins de prognóstico ambiental. A análise da dinâmica temporal torna-se um ponto convergente das duas abordagens.

A interpretação da paisagem por essas abordagens, tem portanto, pontos convergentes pois, se baseiam na análise das características estruturais e morfológicas que compõem um território durante um período temporal, que podem ser observados através de interpretações de fotografias aéreas e imagens de satélites em distintas escalas que vão representar como os elementos da natureza e da sociedade estão atuando no espaço (TURNER, 1989) e como eles estarão vinculadas aos objetivos do planejamento: ordenamento territorial ou planejamento das paisagens naturais.

Motivações para análise do Cerrado por meio da Geocologia das Paisagens

O território brasileiro apresenta uma vasta diversidade de ecossistemas, riquezas biogeográficas, físicas e culturais que compõem, segundo o IBGE/MMA (2004), seis biomas³: Floresta Amazônica, Caatinga, Cerrado, Floresta Atlântica, Campos e Pantanal. Para Ribeiro e Walter (2008) a localização geográfica desses biomas é condicionada principalmente por fatores climáticos (temperatura, pluviosidade e a umidade relativa), em menor escala, pelo tipo de substrato. Barbosa (1996), aponta que na maior parte dos casos os fatores climáticos formam sistemas ecológicos interdependentes.

Mas, o substrato é o “sujeito passivo” dos processos de intemperismo promovidos pelos fatores climáticos e temporalmente torna-se também o “sujeito ativo” das integrações entre as variáveis bióticas e abióticas desenvolvendo distintas paisagens.

Situado na porção central do território brasileiro, o Cerrado é o segundo maior bioma do país em termos de dimensão, perdendo apenas para a Amazônia. Sua área inicial era de 2 (dois) milhões de km² ou aproximadamente 23% do território brasileiro, abrangendo como área contínua Goiás, Tocantins, Distrito Federal, e parte de outros estados como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Maranhão, Piauí, Bahia, Minas Gerais, São Paulo e Rondônia.

Diversos fatores ambientais como clima, solo, hidrologia, geomorfologia, solo e o fogo são apontados como responsáveis pela diversidade de paisagens, o alto nível de biodiversidade e oferta de serviços ambientais importantes para a regulação hídrica e do clima (COLE, 1986; MISTRY, 2000; FELFILLI; SILVA JÚNIOR, 2005; MACHADO et al., 2008; SIMON et al., 2009). Trata-se de um importante centro de endemismo mundial, caracterizado como um dos *hotspot* global de biodiversidade e, portanto, é prioritário para a conservação da natureza no mundo (STRASSBURG et al., 2017).

As paisagens do cerrado são marcadas por chapadas que apresentam topografia plana a levemente ondulada, áreas serranas, depressões periféricas e interplanálticas e vales fluviais alongados cuja composição pedológica e vegetacional apresentam intrínseca inter-relação e induziram os processos de ocupação principalmente a partir da década de 1960.

As chapadas ocupadas por vegetação com árvores (com cascas grossas e corticentas) e arbustos de aspectos xeromórfico espalhados sobre um estrato gramíneo foram substituídas

³ Os órgãos de gestão territorial e ambiental no território brasileiro, seguem a proposição de Odum (1988) de que o bioma se refere “um grande biossistema regional ou subcontinental, caracterizado por um tipo principal de vegetação ou outro aspecto identificador da paisagem, integrando portanto, fauna e flora sob um tipo climático dominante”.

por produções agrícolas do tipo *comodities*, que se beneficiaram do baixo valor da terra, agregado a precária infraestrutura e a baixa fertilidade natural dos solos altamente lixiviados presentes nas áreas de chapadas. A condição de baixa fertilidade, no entanto, foi minimamente corrigida com apoio de insumos agrícolas e a precária infraestrutura foi readequada com apoio financeiro do estado na implantação dos Planos Nacionais de Desenvolvimento - os PNDs, como o Programa de Desenvolvimento das áreas de Cerrado - POLOCENTRO e Programa de Cooperação Nipo - Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados - PRODECER (THEODORO; LEONARDOS e DUARTE, 2002).

O modelo de desenvolvimento imposto ao cerrado foi apoiado em um tripé: alta concentração de renda e fundiária, alta dependência tecnológica e econômica para a adequação dos solos às culturas importadas (como é o caso da soja) e a produção cumulativa de impactos ambientais.

Este tripé, no entanto, é insustentável, pois as rápidas taxas de conversão da vegetação nativa em áreas agrícolas realizada por práticas de queimadas e desmatamentos, uso intensivo de fertilizantes, pesticidas e excesso de irrigação tem comprometido a oferta de serviços ambientais por esse bioma. Pesquisadores vem constatando impactos relativos à perda de solos agricultáveis (ASSAD, et al., 2020), processos erosivos (CASTRO, 2011), crises hídricas (PAVÃO, 2020), desmatamentos em unidades de conservação, terras indígenas, áreas de preservação permanente, e de nascentes (MAPBIOMAS, 2020), entre outros.

A compreensão dos impactos ambientais ao cerrado deve ser avaliada dentro de uma perspectiva sistêmica, pois desmatamentos expressivos em áreas de solos frágeis podem resultar em elevadas taxas de perda de solos, de assoreamento e ampliação dos conflitos pelo acesso a água que impactará de forma imediata (ambiental e economicamente) a população rural ou urbana. Portanto, as análises desse bioma, quando avaliados sob a ótica da geoeologia das paisagens, pode ser potencializada permitindo a integração de variadas metodologias que contribuam para análise de tendências, vulnerabilidades e direcionamentos para ordenamento territorial e ambiental.

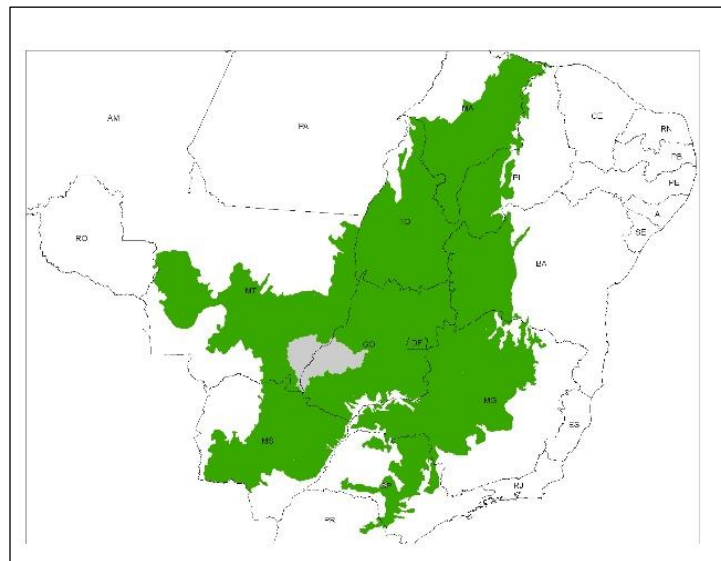
O estudo da estrutura da paisagem ao procurar identificar padrões e processos ocorrentes, os quais são utilizados para o planejamento ecológico da paisagem em diferentes escalas e que devem colaborar com planejamento territorial considerando as condições de resiliência do ambiente natural e possibilitar aplicações com a preservação da natureza (KLINK, 1981).

Geoecologia das Paisagens no Cerrado: a integração entre as abordagens geográficas e ecológicas

Seja para a abordagem geográfica ou a ecológica, a paisagem destaca-se como um mosaico de elementos naturais e antrópicos, seja preocupando-se com o planejamento da ocupação territorial, planejamento ambiental ou com ênfase nos processos ecológicos. Reconhecer, portanto, a forma de organização dos elementos que compõem a paisagem constitui condição essencial para compreender seu comportamento funcional e seus constantes processos de mudança como suporte a propostas de planejamento e estudos ambientais.

Situado na área core do Bioma Cerrado, a Alta Bacia do rio Araguaia (Figura 01), foi selecionada no final da década de 1990 para análises diagnósticas e prognósticas vinculadas ao Programa Ambiental de Desenvolvimento Integrado da Bacia do Rio Araguaia (PAMIRA) coordenado pela Professora Selma Simões de Castro, no Laboratório de Geomorfologia, Pedologia e Geografia Física (LABOGEF) do Instituto de Estudos Socioambientais (IESA).

Figura 1 – Localização da Bacia do Araguaia



Fonte: Faria (2019).

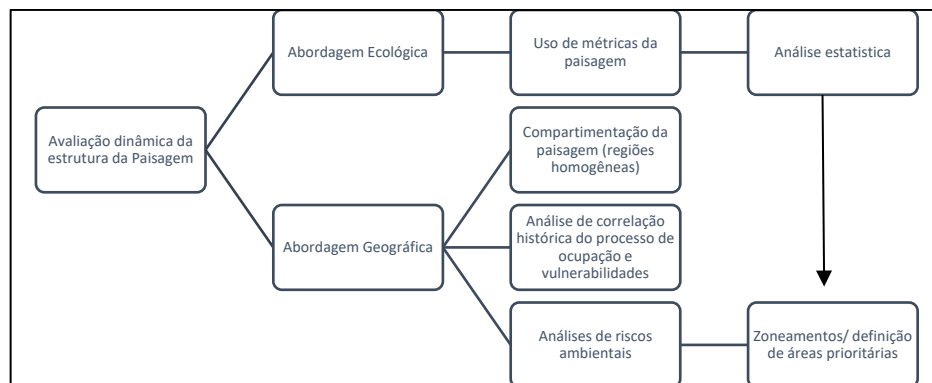
Ao longo dos anos a bacia foi diagnosticada quanto às suas suscetibilidades e impactos especialmente relacionados ao desenvolvimento de processos erosivos laminares e lineares, assoreamentos e arenização (FARIA 2001; BARBALHO, 2002; MARINHO, 2003; CASTRO et al., 2004; SILVA, 2006; FARIA; CASTRO, 2007; dentre outros). Cabacinha e Castro (2009) constataram, no setor sul da Alta Bacia do Rio Araguaia, notável conversão das taxas de

vegetação original em favor de usos para pastagens e agricultura, e que os fragmentos remanescentes, mesmo sob forte ameaça ainda eram passíveis de recuperação, devido ao seu grau de conservação e a proximidade com o Parque Nacional das Emas.

Faria (2006), ao avaliar a dinâmica de uso e cobertura da terra para a alta bacia, constatou que o processo de fragmentação da vegetação de toda a Alta Bacia do Rio Araguaia no ano de 2003, não era homogêneo e com vistas a fornecer maior detalhe sobre a distribuição espacial e da fragmentação dos remanescentes, a área foi subdividida em cinco sub-bacias: Cachoeira Grande, Rio Peixes, Rio Garças, Rio Caiapó e Rio Claro, as quais englobaram pequenas bacias ao longo da margem do rio Araguaia. Tais sub-bacias apresentavam índices variáveis de degradação, fragmentação, de conservação e de conectividade de remanescentes.

A partir de 2009, iniciaram estudos detalhados da configuração da estrutura da paisagem das sub-bacias do rio Claro (FARIA, 2011), Peixes (CARNEIRO, 2012) e Garças (SIQUEIRA, 2012). A avaliação da estrutura da paisagem das sub-bacias considerou os três aspectos primordiais da abordagem ecológica: Estrutura, Função e Dinâmica, acrescentando dois princípios da abordagem geográfica: histórico antropogênico e integrativo. Houve, portanto, a integração entre procedimentos metodológicos das duas abordagens (ecológica e a geográfica), como apresentado na figura 2.

Figura 2 – Desenho metodológico de integração entre as abordagens ecológicas e geográficas nas pesquisas na Alta Bacia do Rio Araguaia



Fonte: Faria, 2021

Os autores Faria (2011); Carneiro (2012) e Nascimento (2012) adotaram como recorte temporal para análise da dinâmica da paisagem o período entre as décadas de 1980 e 2010, sendo que para cada sub-bacia avaliada constatou-se, com uso de índices descritores da

paisagem, que o processo de fragmentação da vegetação nativa foi estabelecido após a década de 1990, mas os índices que comprovam a degradação da qualidade ambiental da vegetação, como número de fragmentos, tamanho das manchas remanescentes, área core, conexão, foram distintos entre as sub-bacias avaliadas.

A fim de interpretar os motivos das diferenças, cada autor recorreu a uma metodologia da abordagem geográfica para avaliar como as inter-relações tridimensionais dos elementos físicos e bióticos da natureza e da sociedade resultou em paisagens distintas.

Faria (2011), avaliando a sub-bacia do Rio Claro constatou que a conversão da vegetação nativa ocorreu em áreas onde as atividades agrícolas tinham maiores possibilidades de se tornarem atividades economicamente lucrativas em “efeito cascata” da atuação das políticas do POLOCENTRO nos municípios vizinhos à área da bacia. Portanto, a vegetação presente em áreas de solos classificados como Latossolos em áreas com declive até 8%, foram incorporadas ao sistema produtivo e a vegetação remanescente, em especial pertencentes as formações campestres e savânicas, restritas as áreas com declive superior a 12% e solos Litólicos ou Cambissolicos (Figura 3).

Figura 3 – Vegetação remanescente restrita a área com declive acima de 8% e pastagem em área com declividade de 0 a 3%. – Sub-bacia do Rio Claro



Fonte: Faria, 2010

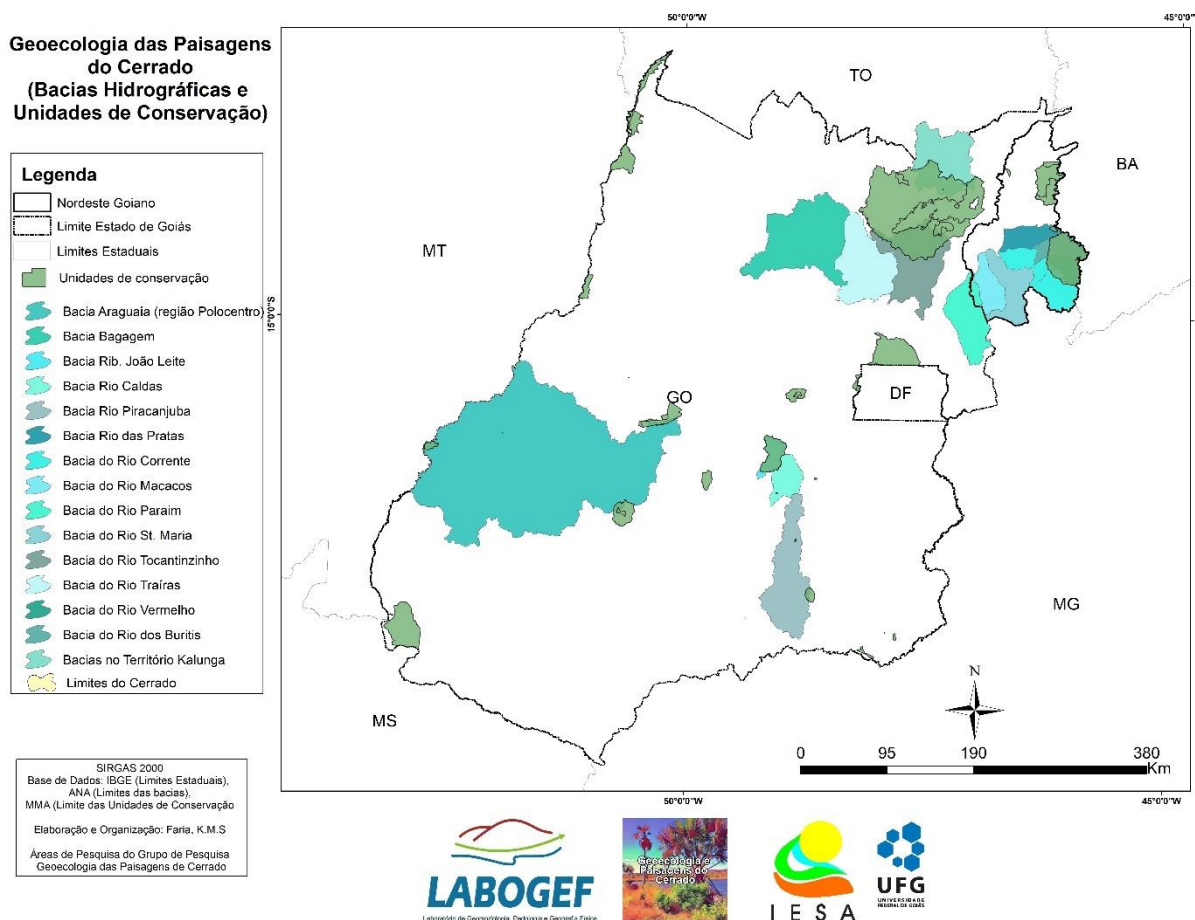
Carneiro (2012), adotou avaliação estatística com Análise dos Componentes Principais, que evidenciou forte relação entre os tipos de solos (em especial os Argissolos) e os usos da

terra (Pastagem), sendo que a relação entre Argissolos e a Pastagem de 80% no fator 1 e da Mata Ciliar com o Argissolo Amarelo distrófico com 50% no fator 2. Siqueira (2012) para a bacia do rio das Garças, constatou que mesmo se tratando de uma bacia com maiores índices de vegetação, quando comparadas as outras, que o processo de antropização degradação da vegetação natural era crescente, inclusive em áreas legalmente protegidas e que o aumento da fragmentação evidenciava homogeneidade da paisagem e dos remanescentes, assim como impactos relativos aos efeitos de borda.

Essas três pesquisas integraram, portanto, fundamentações teóricas e metodológicas das abordagens geográficas e ecológicas que permitiram avaliar características estruturais e morfológicas da paisagem situada na área core do cerrado. Considerando que as representações cartográficas da estrutura da paisagem, podem ser obtidas por meio de “mapas de uso e vegetação”, que representam as “manchas da paisagem” análise da estabilidade da paisagem pode adotar um conjunto de parâmetros ou descritores que incluem, dentre outros: o tamanho, a forma, número, conectividade e distância entre as manchas, e podem ainda ser utilizados tanto na avaliação da biodiversidade de uma região como também para fins de planejamento ambiental (FARINA, 1998; METZGER, 2009).

Os resultados obtidos permitiram, portanto, a seleção de distintas áreas no estado de Goiás para serem avaliadas (Figura 4) em uma análise integradora, que contemplasse limites territoriais legalmente definidos como áreas de gestão. Nesse sentido, selecionou-se bacias hidrográficas e microrregiões que contemplam ainda unidades de conservação sobre a responsabilidade administrativa do estado (federal, estadual ou municipal).

Figura 4 – Localização das áreas de estudo do Grupo de Pesquisa Geocologia das Paisagens do Cerrado



Fonte: Faria, 2021.

A microrregião do Vão do Paranã, situada no nordeste do estado de Goiás foi a primeira área selecionada para integração das duas abordagens com o direcionamento para análise do processo histórico de ocupação e as mudanças da estrutura da paisagem dentro do recorte temporal de 1984 e 2015. A dinâmica do processo de ocupação foi avaliado considerando os compartimentos morfopedológicos como unidades de análise. Ponciano (2017) constatou que as características evidenciadas em cada compartimento evidenciam a dinâmica histórica de ocupação da paisagem e evidenciou unidades de paisagem que necessitam de maior atenção na ocupação por seus aspectos físicos, e ambientes que estão preservados por serem de solos e relevo não propício à agricultura ou pastagem.

A pesquisa de Ponciano (2017), indicou particularidades que conduziram pesquisas com detalhamento escalar, mantendo a abordagem holística e integradora da geocologia e da

ecologia das paisagens em nível municipal (MASCARENHAS; FARIA, 2018); em nível de bacias hidrográficas (CARNEIRO, 2019) e para unidades de conservação (FREITAS; FARIA, 2021).

Ainda no Nordeste Goiano, Oliveira (2019), avaliou a dinâmica de ocupação da bacia do Rio Tocantinzinho, cuja unidades de conservação parque Nacional Chapada dos Veadeiros e Área de Proteção Ambiental Pouso Alto se localizam e a pesquisa desenvolvida pela autora direcionou as pesquisas com integração entre as abordagens às pesquisas conduzidas no Grupo de Pesquisa Geocologia das Paisagens do Cerrado.

Oliveira (2019) ao contrário de adotar a compartimentação morfopedológica como metodologia para cartografia de síntese da paisagem, seguiu a proposta metodologia de Rodrigues, Silva e Cavalcanti (2007) e considerando que a revisão sistemática dos métodos para caracterização do mapeamento da paisagem apresentado por Simensen, Halvorsen e Erilkstad (2018) definiu unidades geocológicas que foram agrupadas, de acordo com condições geomorfológicas predominantes. A escolha considerou ainda a afirmação de Swanson et al. (1988) que padrões de estrutura, composição e função dos ecossistemas são controlados por formas de relevo e por processos geomorfológicos.

Foi definido ainda nessa pesquisa as chamadas unidades geocossistêmicas, que particularizam a estrutura ecológica da área com base nos índices descritores da paisagem. A integração entre as unidades geocológicas e geocossistêmicas permitiu avaliar os padrões e processos paisagísticos e apontar direcionamento para gestão das paisagens ao revelar áreas com potencial de expansão antrópica e áreas que devido a elevada tendência a instabilidade devem se manter com predomínio de vegetação nativa, sendo estimulado a sua preservação.

Oliveira (2019) definiu, portanto, melhor direcionamento metodológico que passou a ser testado em outras bacias hidrográficas do Cerrado, como bacia do Rio Araguaia, Bacias de abastecimento público como a João Leite e Rio Caldas, bacia do rio Piracanjuba. As pesquisas nessas bacias estão incluído robustas análises estatísticas para análise do processo de fragmentação e correlação com os atributos físicos, propostas ativas de zoneamento ambiental e territorial e estabelecendo vínculo com as comunidades locais para apoio na implantação das propostas pelos gestores.

Em ambientes urbanos a metodologia também vem sendo adotada com refinamento cartográfico necessário e com as adaptações necessárias para avaliação dos efeitos da dinâmica histórico evolutiva da paisagem urbana. Nesse sentido destaca-se a pesquisa de Nicolau (2020),

que integra ainda a metodologia instrumentação da datação cronológica (dendrocronologia) dos impactos ambientais na estrutura vegetacional de indivíduos arbóreos.

Considerações Finais

Diante da integração entre as duas abordagens, as pesquisas conduzidas no cerrado, constata-se que:

- Interdisciplinaridade da ciência, com teste de metodologia, novas abordagens e novos olhares, permite a aproximação de modelos e adaptações metodológicas para compreender a estrutural-funcional direcionada à otimização das paisagens no cerrado, sendo possível aplicar em diferentes escalas e áreas (rurais, urbanas).
- Análise de planejamento e proteção das paisagens deve considerar a função social das propriedades, as condições socioeconômicas dos municípios abrangidos pelas bacias hidrográficas;
- Seleção de bacias que apresentam unidades de conservação aproxima os pesquisadores da gestão das Unidades de Conservação e possibilita a contribuição direta em estratégias para a gestão territorial e a segurança hídrica, sendo possível ainda estreitamento de relações com os atores locais em ações de sensibilização ambiental, para apoio a gestão.

Considera-se a emergência das pesquisas e do grupo a partir de 2011 como impulsionador da divulgação da abordagem a outros pesquisadores que também se dedicam a avaliar impactos ambientais, modelagens e proposições de ordenamento territorial e ambiental nas paisagens de cerrado.

Referências

ASSAD, E.D.; VICTORIA, D. DE C.; CUADRA S. V.; PUGLIERO, V. S.; ZANETTI M. R. Efeito das mudanças climáticas na agricultura do Cerrado. In: BOLFE, E.L.; SANO, E.E.; CAMPOS, S.K. **Dinâmica agrícola no cerrado: análises e projeções**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. p. 213-228.

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. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

BARBOSA, A. S. Bioma Cerrado. **Revista Colliribuições**. Editora da Universidade Católica de Goiás. Goiânia. 1996.

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**. 257: 2157-2165. 2009.

CARNEIRO, G.T. **Processo de Fragmentação e Caracterização dos Remanescentes de Cerrado: Análise Ecológica da Paisagem da Bacia do Rio dos Peixes (GO)**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

CASTRO S.S.; XAVIER, L S.; BARBALHO, M.S. G. **Atlas Geoambiental das nascentes dos rios Araguaia e Araguainha: condicionantes dos processos erosivos lineares**. Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, SEMARH-GO, 2004. 76p.

CASTRO, S. S. Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e Dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, v.17, p.38-60, 2011.

CASTRO, S. S. Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e Dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 38-60, 2011. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47274>. Acesso em: 15 nov. 2018.

CAVALCANTI, L. C. de S. Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2013

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 1999. 236 p.

COLE M. M. The savannas: biogeography and geobotany. **Academic Press**, London. 438 pages 1986

FARIA A.R.de. **Uso do solo na bacia do Alto Araguaia Estados de Goiás de Mato Grosso: Revisão sobre a importância do mapeamento atual**. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2001.

FARIA, K. M. S. de; 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)** 32, 657-668. 2007.

FARIA, K. M. S. de; PESSOA, M. A.; SILVA, E. V. da. Geoecologia das Paisagens: uma análise cienciométrica da sua produção científica no Brasil (1990 - 2019). **Revista do Departamento de Geografia**, v. 41, n. 1, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/178138>. Acesso em: 01 out. 2021.

FARIA, K. M.S. de. **Caracterização dos Remanescentes de Cerrado e suas relações com o Uso e Ocupação das Terras da Alta Bacia do Rio Araguaia**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FARIA, K.M.S.de. **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.

FARINA, A. **Principles and methods in landscape ecology**. London: Chapman and Hall, 1998.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Diversidade alfa e beta no cerrado strictu senso, Distrito Federal, Goiás, Minas Gerais e Bahia. In: SCARIOT, A.; SOUZA SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Orgs.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/17_Cap%207.pdf>. Acesso em: 01 out. 2019.

FORMAN, R.T.T. **Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions**. Cambridge University Press, Cambridge. 1995.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons New York, 1986.

FREITAS, K.C.A.; FARIA, K.M.S.de. Produção de cartilhas ambientais para apoio a gestão de Unidades de Conservação da Microrregião do Vão do Paranã (GO). In: SOEIRO, J.E.de M. et al. **Educação ambiental no contexto curricular e interdisciplinar**. São Luís: EDUFMA, 2021. pp.389 -399.

KLINK, H.J. **Geoecologia e Regionalização Natural**. São Paulo, Ed. IG-USP, 1981.

MACHADO RB, AGUIAR LMS, CASTRO AAJF, NOGUEIRA CC, RAMOS-NETO MB. Caracterização da fauna e flora do Cerrado. In: FALEIRO FG, FARIAS-NETO AL. (eds.) **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Brasília, Embrapa. p. 284-300. 2008.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2020** - São Paulo, Brasil - MapBiomas, 2021 - 93 p. Disponível em: <http://alerta.mapbiomas.org>. Acesso em 20 de set de 2021

MARINHO, G. V. M. **Caracterização Físico-Hídrica e Suscetibilidade Erosiva Linear na Sub-Bacia do Córrego Queixada, na Alta Bacia do Rio Araguaia-GO**. (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2003.

MASCARENHAS, H. G. B.; FARIA, K. M. de. Dinâmica da paisagem e relações com o uso do solo e fragmentação da cobertura vegetal no município de Flores de Goiás (GO) entre 1985 e 2017. **Élisée, Rev. Geo. UEG**, Porangatu, v.7, n.2, jul. / dez. 2018.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: JUNIOR, L. C., PÁDUA, C. V.; RUDRAN, R. **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, PR. Ed. da UFPR. Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. 667p

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**. v1.n.12. 2001. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>. Acesso em 22 de ago de 2021

MISTRY, J. World savannas: ecology and human us. **Progress in Physical Geography**. Prentice Hall, London. 25. p. 299-300. 2000

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A.S. **Landscape ecology: theory and application**. New York / Berlin / Heidelberg / Tokyo: Springer Series on Environmental Management, 1984.

NICOLAU, R.F. **Dendrogeomorfologia, Erosão Hídrica E Uso Do Solo Em Uma Área Urbana Do Município De Goiânia, Goiás, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade Federal de Goiás. 2020.

OLIVEIRA, R.B. **Geocologia Das Paisagens Do Cerrado: Análise Das Relações Socioambientais Na Bacia Hidrográfica Do Rio Tocantinzinho – GO**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Estudos Socioambientais. 2019

PAVÃO, B.B.M. **As Águas e suas Correntezas: Regulação e Crises Hídricas no Brasil**. Tese (Doutorado) Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília, Brasília. 2020. 279.

PONCIANO, A. T. **Dinâmica da estrutura da paisagem na microrregião do vão do Paranã (GO)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2017.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P de; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 153-212.

RISSER, P.G. KARR, J. R.; FORMAN, R.T.T. Landscape Ecology. Directions and Approaches. **Illinois Natural History Survey Special Publication** Number 2. 1983. Disponível em: http://www.edc.uri.edu/nrs/classes/nrs534/nrs_534_readings/RISSER.pdf. Acesso em 03 de set de 2021

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Revista Mercator**. ano 1, n. 1, 2, Fortaleza, p. 95-112, 2002.

RODRIGUEZ, J. M.M; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia de Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2007.

SILVA, R.A.A. **Arenização/Desertificação no Setor Sul da Alta Bacia do Rio Araguaia (GO/MT): distribuição e fatores condicionantes de formação dos areais**. Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

SIMENSEN, T. HALVORSEN, R. ERIKSTAD, L. Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. **Land Use Policy**, 75:557-569. 2018.

SIMON, M.F.; GREYER, R.; QUEIROZ, L.P.; SKEMA, C.; PENNINGTON, R.T.; HUGHES, C.E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a Neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. **Proceedings of the National Academy of Science USA**, 106(48): 20359- 20364. 2009.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S. de; FARIA, K. M. S de. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, set/dez 2013.

SIQUEIRA, M.N. **Caracterização Dos Remanescentes De Cerrado Da Sub-Bacia Do Rio Garças (MT): Conservação, Degradação e Conectividade**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; FELTRAN-BARBIERI, R.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B; BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology & Evolution**. v. 1, n. 2, p. 1-3, 2017. Disponível em: <www.nature.com/natecolevol>. Acesso em: 20 jan. 2018.

SWANSON, F.J.; KRATZ, T.K.; CAINE, N.; WOODMANSEE, R. G. Landform effects on ecosystem patterns and processes. **BioScience**, v. 38, n. 2, p. 92-98, 1988.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; DUARTE, L. M. G. Cerrado: o celeiro saqueado. In: DUARTE, L. M. G.; THEODORO, S. H. (orgs). **Dilemas do cerrado: entre o ecologicamente (in) correto e o socialmente (in) justo**. Rio de Janeiro, Garamond, 2002. p. 145-175

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e geossistemas paulistas**. Rio Claro: UNESP, 2000.

VILA-SUBIRÓS, J., VARGA, L. D., LLAUSÀS, P. A. Y RIBAS P. A. Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. **Documents d'Anàlisi Geogràfic**, 48, 151-166. 2006.

Recebido em 10 de agosto de 2021.

Aceito em 30 de setembro de 2021.

Publicado em 05 de novembro de 2021.