

DINÂMICA HISTÓRICA DO USO DA TERRA NO BIOMA CERRADO: IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS NA SUB-BACIA DO RIO CAIAPÓ (GO)

Giovanna Silva Canedo¹

Hellbia Samara Moreira de Carvalho Rodrigues²

Karla Maria Silva de Faria³

RESUMO

A ocupação do bioma Cerrado foi influenciada por incentivos fiscais de planos desenvolvimentistas governamentais, governo que tinham como objetivos a expansão das atividades agropecuárias que deram destaque econômico ao cerrado, mas também resultaram em impactos ambientais. O objetivo da pesquisa foi o de avaliar as implicações ambientais da dinâmica histórica de ocupação da paisagem na sub-bacia do rio Caiapó, situada na porção central do estado de Goiás. Esta área integra a área core do bioma e foi alvo de intenso processo de conversão e ocupação estimulado por políticas públicas da década de 1970. Sob uma abordagem geocológica a partir da análise integrada, os procedimentos metodológicos envolveram a classificação supervisionada a partir de imagens LANDSAT com recorte temporal entre 1985 a 2016; análise da dinâmica de ocupação com índices descritores da estrutura da paisagem e avaliação da suscetibilidade à processos erosivos. Os resultados indicam que na área de estudo a cobertura vegetal se encontra bastante fragmentada com crescente aumento da atividade agropecuária, principalmente em áreas consideradas de muito a extremamente suscetíveis à erosão laminar tanto para os fragmentos de vegetação como para as atividades agrosilvopastoris.

Palavras-chave: Ocupação do Cerrado. Degradação. Métricas descritoras da Paisagem. Processos erosivos.

¹ Graduada em Ecologia e Análise Ambiental e em Ciências Biológicas. Mestre em Ciências Ambientais. Universidade Federal de Goiás. Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais. E-mail: giovanna.canedoo@gmail.com

² Licenciada e Bacharel em Geografia. Mestre em Geografia. Doutoranda em Geografia na Universidade Federal de Goiás. E-mail: hellbiageografia1@hotmail.com

³ Docente da Universidade Federal de Goiás no Instituto de Estudos Sócio Ambientais. E-mail: karla_faria@ufg.br

HISTORICAL DYNAMIC OF LAND USE IN THE CERRADO BIOME: ENVIRONMENTAL IMPLICATIONS IN THE CAIAPÓ RIVER SUB-BASIN (GO)

ABSTRACT

The occupation of the cerrado biome was influenced by tax incentives from governmental development plans, which were aimed at expanding agricultural activities that gave the cerrado economic prominence, but also resulted in environmental impacts. This paper aims to evaluate the historical dynamics environmental implications of landscape occupation in the Caiapó River sub-basin, located in the central portion on Goiás State. This area is part of the core area of the biome and was the target of an intense process of conversion and occupation stimulated by public policies of the 1970s. Under a geocological approach based on integrated analysis, the methodological procedures involved the supervised classification based on LANDSAT images with a time frame between 1985 at 2016; analysis of the occupation dynamics with indexes describing the landscape structure and susceptibility evaluation to erosive processes. The results indicate that in the study approach the vegetation cover is quite fragmented with a growing increase in agricultural activity, especially in areas considered very susceptible to laminar erosion for both vegetation fragments and for "agrosilvopastoral" activities.

Keywords: Cerrado Occupation. Degradation. Metrics Describing the Landscape. Erosive Processes.



1 INTRODUÇÃO

As constantes mudanças no uso e ocupação das terras, decorrentes das ações antrópicas, tornam-se alvo de constantes discussões na análise ambiental. Analisar essas mudanças implica em avaliar também as influências e atores políticos, públicos e privados empenhados no processo de ocupação de determinada região. Portanto, os mapeamentos dessas alterações possibilitam inferir em planejamento e planos na finalidade de diminuir seus impactos (RODRIGUEZ; SILVA, 2013), sendo que, avaliar o processo histórico de fragmentação das paisagens, destacando o comportamento da vegetação, pode ser considerado um indicador do processo de conversão e mudança na cobertura do solo.

Miziara (2006) afirma que as terras mais caras representam uma maior lucratividade, principalmente por estarem próximas a grandes mercados consumidores,

influenciadas também pela posição geográfica, tipo de solo e hidrografia. Dessa forma, o conhecimento integrado dos fatores físicos (solo, relevo, cobertura vegetal) e fatores econômicos (dados censitários) são imprescindíveis para o entendimento da ocupação e mudança no uso da terra. Lambin et al., (2001), acrescenta a esta discussão que as análises e avaliações das causas e respostas das mudanças do uso da terra podem ser usadas de forma preditiva para ações futuras. Essa tipologia de análise é multidisciplinar, devendo ser abordada e analisada de forma integrada.

O tratamento de tais temáticas vem sendo favorecido por discussões teórico-metodológicas que tratam por uma perspectiva integradora e holística as alterações na configuração e estrutura da paisagem e suscetibilidades ambientais, aproximando-se da linha de pesquisa denominada de Geoecologia das Paisagens, que visa à compreensão da paisagem analisada de forma holística, integrando aspectos ambientais (bióticos e abióticos), sociais e culturais (SILVA et al., 2010; RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Embora as análises que priorizam os mapeamentos realizados para o monitoramento das mudanças no uso das terras (BRASIL, 2015; FARIA; CASTRO, 2013, entre outros) estejam apontando as atividades de agropecuária como responsáveis pela fragmentação da vegetação nativa, impactos ambientais negativos associados à análise particularizada do processo de conversão e uso da cobertura terrestre para regiões específicas ainda carecem de ser realizados para fins de planejamento estratégico.

Faria (2011) considera que o estudo acerca da configuração da paisagem é uma prioridade no contexto sobre a evolução da ocupação no Cerrado, avaliando ainda que os processos de fragmentação acerca deste bioma acabam prejudicando a preservação e manutenção dele.

O processo de ocupação deste bioma foi financiado nos últimos cinquenta anos por políticas públicas que promoveram com incentivos fiscais, crédito rural e financiamento do governo rápido processo de conversão das fitofisionomias de Cerrado por extensas monoculturas, especialmente de grãos e pastagens (DUARTE; THEODORO, et al., 2002).

De acordo com dados do TerraClass Cerrado (Brasil, 2015), o bioma, em 2013, já havia acumulado perda de cerca de 45% em sua cobertura original. E o processo de conversão ainda é contínuo, pois segundo dados do Prodes Cerrado, entre 2016 e 2017

houve aumento de 9,3% de áreas desmatadas, e se projeta até 2030 a conversão legal de 3,1 milhões de hectares para acomodar o crescimento da agropecuária no Brasil (HARFUCH et al. 2016).

Além das alterações na paisagem, que resultam em comprometimento da biodiversidade e re-funcionalidades dos aspectos da estrutura da paisagem, o processo de conversão e mudança de uso da terra, a ocupação inadequada e desenfreada tem sido apontada como principais causas que acarretam o surgimento de processos erosivos (SALOMÃO, 2005; FAO,2019). A representação da dinâmica de ocupação da terra e das suscetibilidades ambientais produz instrumentos preciosos para proposições promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento socioeconômico, pois é aventada a constituição de indicadores ambientais e a avaliação da capacidade de suporte ambiental.

Guerra e Jorge (2014) consideram que o surgimento desse processo está ligado ao desmatamento, atividades mineradoras e agropecuárias principalmente em áreas declivosas e aberturas de novas trilhas e rodovias. Segundo Castro (2017) na avaliação dos processos erosivos na Alta bacia do Araguaia, o processo de desmatamento em região de solos frágeis e manejo inadequado foi fator preponderante para a instalação de processos erosivos, comprometimento da qualidade agrícola e manutenção dos recursos hídricos.

A Alta Bacia do rio Araguaia, situada na porção sudoeste do Bioma, é representativa do processo histórico de ocupação do Bioma Cerrado, e por isso tem sido alvo de notáveis pesquisas (CASTRO et.al., 2004; FARIA e CASTRO, 2007; SIQUEIRA et al., 2017, entre outras) que correlacionaram os impactos ambientais à expansão de atividades agrícolas nas últimas quatro décadas. Faria e Castro (2007), por exemplo, constataram que os processos de degradação e conseqüentemente fragmentação da vegetação especializaram-se de forma distinta entre as Sub-Bacias que compõem a área (Cachoeira Grande, Rio dos Peixes, Rio das Garças, Rio Caiapó e Rio Claro), relacionando essas diferenças às limitações físicas e ao desenvolvimento econômico, em especial à aptidão agrícola.

A sub-bacia do rio Caiapó destaca-se nesse cenário, e em comparação com as demais, por apresentar municípios que foram selecionados na década de 1940 e 1960

como “áreas alvos” para implantação das políticas desenvolvimentistas para o Cerrado. Portanto, o objetivo desse artigo foi o de avaliar como as implicações ambientais às variáveis bióticas (vegetação) e pedológicas (erosão laminar) da dinâmica histórica de ocupação da paisagem influenciam a sub-bacia do rio Caiapó.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

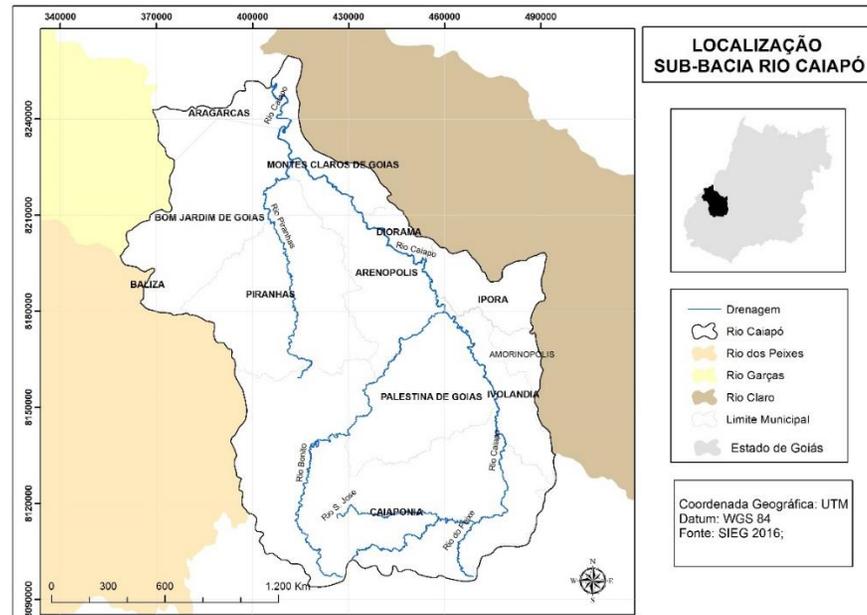
A ocupação agrícola do cerrado brasileiro, que resulta a ele o título de “celeiro brasileiro” (DUARTE; THEODORO, et al., 2002), foi estimulada, desde a década de 1930, por planos e projetos governamentais.

No entanto, o maior processo e aporte financeiro (incentivos fiscais, crédito rural e financiamento do governo) para ocupação do centro-oeste brasileiro desenvolveu-se na década de 1970, vinculada ao Programa de Desenvolvimento do Cerrado (POLOCENTRO), que teve como objetivo de promover a utilização e desenvolvimento da agropecuária em áreas de cerrado que detinham infraestrutura básica (rodovias, áreas com jazidas de calcário). Dentre as doze áreas selecionadas a sub-bacia hidrográfica do rio Caiapó detinha dois municípios e se conecta por rodovias com outras áreas selecionadas.

A bacia hidrográfica do rio Caiapó localizada na região oeste do Estado de Goiás (Figura 1) tem extensão de aproximadamente de 12.000 km² e abrangem no todo ou em parte 12 municípios que foram alvo de políticas públicas do governo federal da década de 1940 (Aragarças, como uma das sedes da Fundação Brasil Central) e na década de 1970 (Piranhas, como um dos polos do POLOCENTRO).



Figura 1: Mapa de localização da Sub-Bacia do Rio Caiapó



Fonte: SIEG, 2016. Org. dos Autores
Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental ISSN 22

Afluente do rio Araguaia, o rio Caiapó é importante para a manutenção da biodiversidade local, ao ser composta por aspectos geoambientais (geologia, relevo e solos) diversificados que contribuem para paisagens heterogêneas, representadas por relevo classificado como plano, onde predominam as classes de Neossolos Quartazarênicos (22,3% da área) e dos Latossolos Vermelhos (29,2% da área), mas com ocorrências de relevo ondulado e forte-ondulado, em regiões de morros e colinas, com associação aos Argissolos (28,1% da área) e aos Cambissolos (20,1% da área).

2.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A crescente preocupação relacionada aos impactos associados ao processo de fragmentação e suscetibilidades erosivas induzem pesquisas acadêmicas que avaliem e testem em escalas locais a identificação de áreas prioritárias a recuperação e restauração. Dessa forma, associações entre os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) e o uso de índices de fragmentação (métricas) vêm possibilitando a integração

de dados, modelagens temporais e espaciais; fornecendo, assim, suporte para análise da complexidade das relações ecológicas e apoio a propostas de planejamentos e principalmente avaliação da conservação ambiental em diferentes escalas, mas principalmente nas de detalhe (FARIA, et. al., 2012).

O estudo da superfície terrestre a partir de imagens de satélite, assim como a quantificação dos dados espaciais permitem avaliar as mudanças do uso da terra em determinado espaço de tempo, bem como a possibilidade de avaliar quais regiões onde o uso da terra historicamente é inadequado resulta em impactos ambientais (ARAUJO FILHO; MENESES, SANO, 2007).

Brown et al. (2000) avaliam que a escolha da imagem e do sensor é uma etapa essencial, pois índices descritores de paisagem são sensíveis às características da imagem. Sano et al., (2008) indica as imagens Landsat como favoráveis aos mapeamentos de uso e cobertura da terra, pois além de serem distribuídas gratuitamente, apresentam sistemas sensores favoráveis à classificação. Portanto, para avaliar a estrutura da paisagem foi realizada a elaboração de mapas de uso e cobertura vegetal, através de imagens *Landsat* (resolução 30 metros), disponíveis para download pela *USGS Earth Explorer*.



Foram analisadas imagens do ano de 1985, 1995, 2005, 2011 e 2016 das cenas/órbitas 223_71, 223_72, 224_71 e 224_72, todas referentes ao mês de agosto (estação seca) para a avaliação histórica de uso da terra. As imagens foram classificadas considerando coleta de dados em campo (estação seca e chuvosa) e duas chaves de classificação: (01) proposta pelo Manual do Uso da Terra (IBGE, 2003), para as tipologias de uso da terra; (02) proposta por Ribeiro e Walter (2008) para as tipologias de cobertura vegetal remanescente, que correspondem a fitofisionomias do Cerrado.

Ribeiro e Walter (1998) caracterizam o cerrado em Formações Florestais (composto por espécies arbóreas de dossel contínuos), Campestres (espécies herbáceas, não formam dossel e às vezes apresentam afloramentos rochosos) e Savânicas (espécies arbóreo-arbustivas em meio as gramíneas sem formação de dossel contínuo).

O Quadro 01 apresenta a chave de classificação aplicada na classificação das imagens Landsat.

Quadro 1: Chave de classificação quanto ao uso e cobertura vegetal

CLASSE	COR	TEXTURA NA IMAGEM LANDSAT
Florestal	Verde escuro	Rugoso/homogêneo
Savânica	Rosa claro	Liso
Campestre	Rosa escuro/Roxo	Rugoso
Agricultura	Azul/rosa	Áreas delimitadas/lisa
Pastagem	Rosa claro/Verde claro	Rugoso/homogêneo
Solo exposto	Branco	Liso
Urbano	Rosa/azul	Granulosa
Água	Azul/cinza escuro	Lisa

Fonte: IBGE, 2003. Organização: os Autores

As imagens foram classificadas no *software* Spring, apresentando índice de Kappa de acurácia de 85%.



Para avaliação das métricas descritoras da paisagem os mapeamentos, dos anos avaliados, foram submetidos ao *software* Fragstast, que trata-se de um programa de estatísticas espaciais com distribuição gratuita, desenvolvido por Mcgarigal e Marks em 1995, que calcula um conjunto de mais de 50 métricas, e que também foi o adotado nas pesquisas realizadas nas bacias vizinhas por Faria (2011), Tenaglia (2012) e Siqueira (2012).

A estrutura da paisagem pode ser avaliada por meio das métricas descritoras em três níveis categóricos: (1) relativa as manchas, (2) relativa as classes e (3) relativa a paisagem (LANG; BLASCHKE, 2009). Neste estudo foram analisadas as métricas referentes às classes que inferem no agregado de manchas de uma determinada classe de uso, sendo selecionadas as classes CA e PLAND. Os dados resultantes da análise da estrutura da paisagem foram utilizados para avaliação dos impactos relativos ao desmatamento e foram ainda correlacionados comparativamente com os dados dos censos agrícolas das décadas associadas.

Para elaboração do mapa de suscetibilidade à erosão laminar foram interpolados dados de erodibilidade, elaborado segundo metodologia de Salomão (1999), com dados do Modelo Digital de Elevação (MDE), com resolução de 30 metros adquirido da USGS, para gerar o mapa de declividade. Essa interpolação foi realizada conforme quadro 2.

Quadro 2: Classes de suscetibilidade à erosão laminar.

		Declividade			
		I(>20)	II(12-20)	III(6-12)	IV(<6)
Erodibilidade	1	I	I	II	II
	2	I	II	II	III
	3	II	III	III	IV
	4	III	IV	IV	V
	5	Não existe	Não existe	Não existe	V

Fonte: IPT (1990). Org. dos Autores

Onde:

- I- Extremamente suscetível, correspondente a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, indicados para App's ou reflorestamento;
- II- Muito suscetível, correspondente a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis a ocupação por pastagens;
- III- Moderadamente suscetível, correspondente a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados para pastagens e culturas perenes;
- IV- Pouco Suscetível, correspondente a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação, indicado para pastagens, culturas perenes ou eventualmente permanentes, porém exige técnicas de mecanização avançadas e controle de erosões;
- V- Pouco ou não suscetível, correspondente a terrenos com ou sem problemas simples de conservação, podendo ser utilizado para qualquer tipo de cultura.

Suscetibilidade a erosão está relacionada a predisposição de determinada área em receber modificações ou influências ocasionadas por processos erosivos; sendo estes de caráter natural ou de intervenção antrópica. Guerra (1999) e Bonna (2011) descrevem que uma área se torna mais suscetível a processos erosivos a partir da influência de alguns fatores, tais como clima, cobertura vegetal, topografia, manejo e natureza do solo. Neste sentido, a suscetibilidade à erosão laminar reflete as características naturais do terreno, em face do desenvolvimento dos processos erosivos, sendo assim determinada com base na análise dos fatores naturais influentes no desenvolvimento dos processos erosivos bem como a capacidade de uso das terras proporcionada pela expansão das atividades antrópicas.

Após a elaboração dos mapeamentos, procedeu-se com a análise integrada e interpretativa da correlação dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal, com o mapa de suscetibilidade erosiva de forma a obter análise indutiva quanto ao processo e impactos da ocupação da área de estudo.



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CONFIGURAÇÕES HISTÓRICAS DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS

Segundo Jansen et al. (2004), a compreensão das interações entre cobertura terrestre e uso da terra em seus espaços avaliados sob aspectos históricos são fundamentais para avaliar e gerenciar as alterações das atividades humanas, que afetam significativamente a biodiversidade, alteram serviços ecossistêmicos contribuem para mudanças climáticas em nível local ou regional, entre outros impactos.

A partir da análise do mapa de uso da cobertura da terra e dos dados de métricas de classe pode-se constatar que houve na área de estudo mudanças significativas ao longo dos anos, principalmente ao que se refere ao desenvolvimento das atividades antrópicas (Figura 2 e tabela 01).

Figura 2. Mapa de uso da terra e cobertura vegetal da sub-bacia do rio Caiapó.

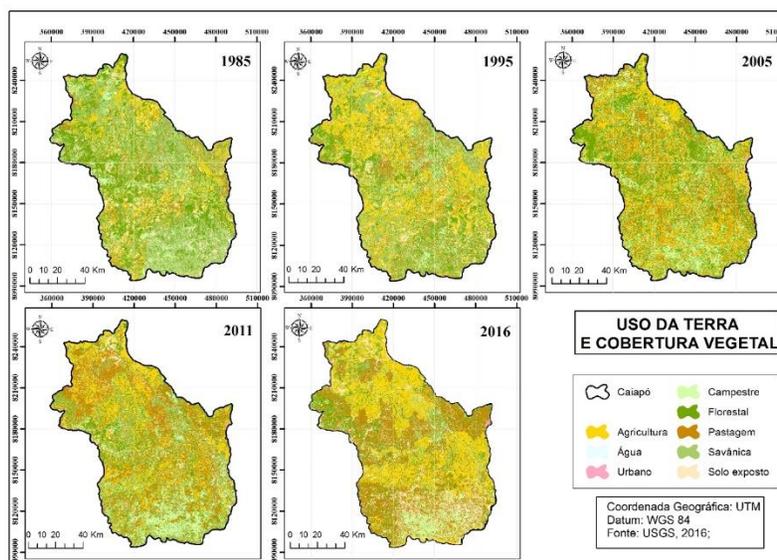


Tabela 1: Métricas da área total de cada classe (CA, medida em ha) e porcentagem representativa na paisagem (PLAND, em %) na sub-bacia do rio Caiapó, nos anos 1985 a 2016.

	1985		1995		2005		2011		2016	
	CA	PLAND								
Florestal	346.110	26,7	261.090	20,1	388.080	29,9	215.140	16,6	195.980	15,1
Savânica	472.320	36,4	306.040	23,6	158.700	12,2	220.940	17,0	101.290	7,8
Campestr e	119.050	9,1	111.780	8,6	149.800	11,6	176.590	13,6	151.860	11,7
Subtotal	938.080	72,2	678.910	52,4	707.400	54,6	623.050	48,1	449.130	34,7
Agricultur a	154.990	11,9	375.710	29,0	261.310	20,2	249.480	19,2	328.830	25,4
Pastage m	72.900	5,9	107.680	8,3	276.820	21,4	343.910	26,5	362.390	28,0
Solo exposto	124.560	9,6	126.750	9,8	3.310	0,3	62.270	4,8	147.420	11,4
Subtotal	352.450	27,4	610.140	47,1	571.270	44,1	655.660	50,6	842.990	65,0
Urbano	900	0,1	1.530	0,1	1.710	0,1	2.130	0,2	2.280	0,2
Água	4.740	0,4	5.560	0,4	4.940	0,4	4.820	0,4	6.090	0,5
Subtotal	5.520	0,5	7.090	0,5	6.650	0,5	6.950	0,5	8.370	0,6

TOTAL	1.296.140	100	1.296.140	100	1.296.140	100	1.296.140	100	1.296.140	100,0
--------------	------------------	------------	------------------	------------	------------------	------------	------------------	------------	------------------	--------------

Elaboração: Autores,2017.

Os dados indicam aumento de áreas de pastagens, principalmente entre os anos 1985 e 2011, perdurando até 2016; as maiores conversões ocorreram na região centro-noroeste da sub-bacia e o crescimento contínuo dessa classe recebeu contribuição, inclusive, dos processos de desmatamento que ocorrem em áreas de relevo mais acentuado e onde a mecanização se torna mais difícil.

A conversão de áreas de vegetação para agricultura concentrou-se na porção noroeste e permaneceram ao longo da sucessão histórica do mapeamento realizado para a área de estudo. Esta região destacada corresponde a área dos municípios de Arenópolis e Piranhas. Deve ser destacado que Piranhas foi um dos municípios integrantes da política do POLOCENTRO. Além desse fato, as porções norte e sul da área de estudo também apresentaram aumento de áreas agrícolas, principalmente por estarem inseridos em regiões em que o relevo é mais plano, o que favorece a implantação de plantios de monoculturas, como soja e cana-de-açúcar.

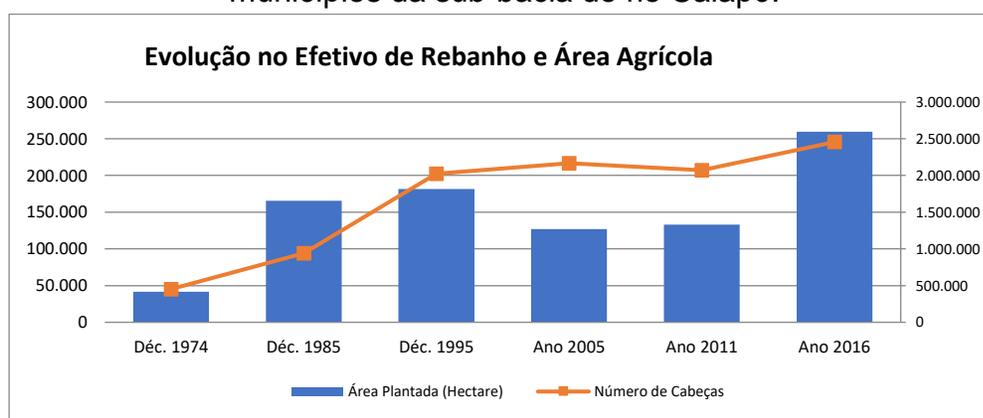
Embora a matriz predominante corresponda a pastagem dentre os usos antrópicos, o maior aumento foi para agricultura, 13,3%, seguida da pastagem com 10,8% e solo exposto com 2%. O acréscimo das classes de agricultura e pecuária pode estar relacionado ao aumento de investimentos fiscais e financiamentos bancários, bem como melhorias no sistema de produção. O aumento da classe de solo exposto pode estar relacionado a abertura de novas área destinadas a agricultura e pecuária ou outros usos antrópicos, como a implementação de novas estradas e atividades mineradoras.

Baldi et. al., (2006) e Carvalho et al., (2009) indicam que os processos de desmatamentos e fragmentação da vegetação ocorre em áreas de maior lucratividade econômica, pois as condições ambientais (solos, declives) e socioeconômicas (infraestrutura) influenciam diretamente no processo de ocupação. Tal situação, com base nos dados obtidos, não se difere da constatada para a sub-bacia em estudo, nem nas sub-bacias vizinhas (FARIA, 2011; TENAGLIA,2012; SIQUEIRA, 2012).

Esse processo de conversão também pode ser comprovado a partir da análise dos censos agropecuários obtidos para a sub-bacia no mesmo intervalo de tempo. Os

incentivos dos planos de desenvolvimento e integração nacional promovido pelo Governo Federal, especialmente na década de 1980, estimularam o desenvolvimento econômico dos municípios inseridos nos limites da sub-bacia do Caiapó, fundamentado principalmente na atividade de pecuária. Os dados apresentados pelos censos agrícolas corroboram essa afirmação, pois ao avaliar a evolução no número de efetivo bovino (nº de cabeças) (Figura 3), constata-se que houve um processo de estabilização entre 1995 a 2016 em mais de 800%.

Figura 3: Evolução do Efetivo de Rebanho (cabeças) e Área Agrícola (em ha) dos municípios da sub-bacia do rio Caiapó.



Fonte: Adaptado IBGE/SIDRA. / Elaboração: Autores.

A predominância de pastagens nessa bacia condiz com a aptidão das classes de solos predominantes: Latossolo e Neossolos, que apresentam baixa capacidade de retenção de nutrientes e alto processo de intemperização, sendo bastante utilizados para pecuária bovina. Reflete-se na sub bacia o padrão predominante com a realidade da matriz agropecuária da região dos Cerrados, que ainda é um reflexo da produção agrícola estimulada em áreas de fronteira agrícola no Brasil (DIAS-FILHO, 2013).

O avanço das tecnologias e busca por novas terras para implantação da atividade agropecuária acabou diminuindo gradativamente as áreas de vegetação de modo geral na sub-bacia (Tabela 01). Em 1985, os fragmentos representavam o total de 72,2 % da área. chegando em 2016 com apenas 34,7 % do total de área da sub-bacia.

Dentre os fragmentos de vegetação, a que mais sofreu modificação corresponde a formação savânica, com porcentual decrescente de 28,7%, seguida da formação

florestal com 11,7 %. Esta diminuição pode estar ligada a intensificação das atividades de pecuária principalmente na porção sul da sub-bacia, onde estão situados municípios com alto destaque na criação bovina do Estado.

A formação campestre teve um aumento de 2,5% em área considerando o mesmo período, podendo estar correlacionado a revegetação de fisionomias de cerrado, como constatado por Faria (2011) na sub-bacia do rio Claro, visto que na área de estudo se faz presente grandes áreas de pasto abandonadas. Boni (2017) considera que a revegetação acelera o processo de reabilitação de determinada área degradada, proporcionando, assim, a melhoria do solo e condições climáticas locais, além de diminuir a ocorrência de processos erosivos, fatores estes que resultam no aumento da biodiversidade da área. Durigan e Ratter (2016) consideram que o regime de fogo natural recorrente em áreas de Cerrado também proporciona a regeneração dessas fitofisionomias, assim bem como a falta dele proporciona o estabelecimento de vegetação secundária.

As métricas de área avaliam a composição da paisagem, sendo que qualquer mínima mudança no tamanho de cada fragmento e diminuição deles refletem negativamente na biodiversidade tanto vegetal como animal presente na paisagem podendo, portanto, comprometer a sustentabilidade do ecossistema em questão.



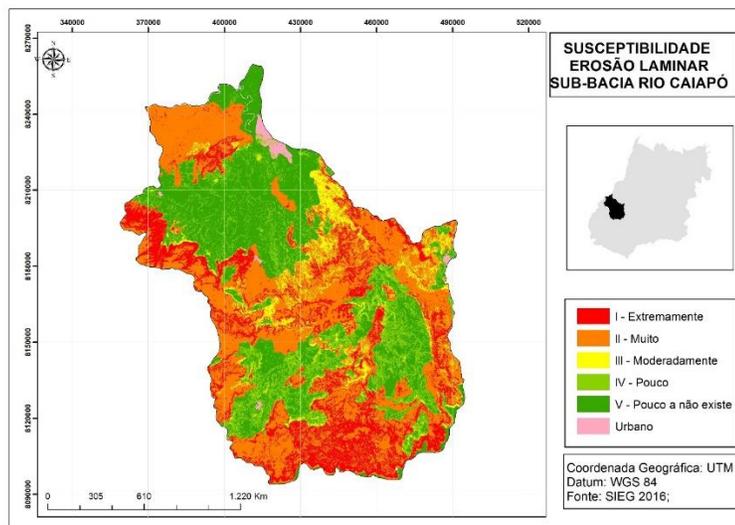
3.2 CONFIGURAÇÕES DAS SUSCETIBILIDADES EROSIVAS

Boin (2000) relata que as erosões laminares podem, em muitos casos, serem consideradas as mais danosas, pois estão associadas a um processo relativamente lento de escoamento, carregando consigo a camada mais superficial do solo que é considerada a de maior fertilidade. Para Mafra (1999) a erosão laminar é considerada uma das manifestações mais importantes e menos perceptíveis do processo erosivo. Sendo assim, Souza (2010) afirma que a análise da suscetibilidade à erosão laminar se torna imprescindível no entendimento dos impactos ambientais ocasionados pelo uso e manejo inadequado do solo em determinada região.

A análise a susceptibilidade a erosão laminar (Figura 4 e tabela 3) indica que a sub-bacia é considerada tendenciosa à processos erosivo, visto que 37,8% do total de área é classificada como muito susceptível; 27,2 % pouco a não susceptível; 15,9 % como

extremamente susceptível; 12,5 % pouco susceptível e 5,9 % moderadamente susceptível.

Figura 3: Mapa de suscetibilidade à erosão laminar na sub-bacia do rio Caiapó.



Fonte: Sieg, 2016. Org. dos Autores

Tabela 3. Representatividade em área (ha) de cada classe de suscetibilidade à erosão laminar na sub-bacia do rio Caiapó.

CLASSE	SUSCEPTIBILIDADE	HA	%
I	Extremamente	189.170	15,9
II	Muito	445.240	37,8
III	Moderadamente	70.100	5,9
IV	Pouco	148.550	12,5
V	Pouco a não	323.620	27,2
Urbano	—	9.410	0,7

Total	1.186.020	100
--------------	------------------	------------

Elaboração: Autores

Bertoni e Lombardi Neto (2010) consideram que a retirada da cobertura vegetal, principalmente para dar espaço para agricultura e pastagem, aumenta gradativamente a formação de processos erosivos, uma vez que ela serve de proteção ao solo minimizando os impactos diretos da água das chuvas.

É possível observar que os ambientes de classe I- extremamente suscetível ocorrem nas porções Noroeste e Centro-sul da sub-bacia correspondendo a aproximadamente 15,9%. Esses ambientes correspondem a ocorrência de Argissolos e Neossolos, relevos mais pronunciados com ocorrência de Morros e Colinas, e Zonas de Erosão Recuante. Bertoni e Lombardi Neto (2010) afirmam que a intensidade da erosão pela água é afetada tanto pelo comprimento do declive como pelo gradiente, afetada principalmente em áreas de pastagem.

A classe II- muito suscetível corresponde a aproximadamente 37,8% e ocorrem em grande extensão na porção sudoeste e central sobre os arenitos, com ocorrências solos do tipo Neossolos, em ambiente onde predominam a pastagem como principal uso cobertura. Uma faixa da classe II também ocorre na porção Norte da sub-bacia onde identificam-se Superfícies Aplainamento, com ocorrência de Latossolo, Cambissolos e Gleissolos.

A classe III – moderadamente suscetível corresponde à aproximadamente 5,9%, podendo ser observada na porção Sudeste e Nordeste. Esse ambiente apresenta problemas complexos de conservação, são mais indicados a pastagens e culturas perenes.

A classe IV- pouco suscetível, correspondem à 12,5% e ocorrem de forma fragmentada ao longo da sub-bacia em Superfícies de Aplainamento, com declividades que variam de 3 a 8%, com ocorrência de Latossolos considerados de baixa erodibilidade. São ambientes mais indicados a pastagens e culturas perenes, exigindo práticas intensivas mecanizadas.

A classe V – pouco a não suscetível, corresponde a 27,2%, ocorrendo de forma concentrada na porção Centro-Norte e Centro-sul, coincidindo com Superfícies de Aplainamento, com predomínio de Latossolos e Argissolo, cujos terrenos não possuem problemas especiais de conservação.

É possível perceber que as áreas extremamente suscetíveis a erosão laminar na porção norte são também as mesmas áreas de muito alta erodibilidade, ambientes de relevos pronunciados e ocorrência de Cambissolos e Gleissolos, assim como as áreas muito suscetíveis a erosão laminar no centro-sul são as mesmas de alta erodibilidade, ambientes de ocorrência de Neossolos, padrões fisiográficos possíveis de serem levados em consideração no planejamento do uso ocupação dessas áreas para conservação dos solos.

3.3. ANÁLISE DA ESTRUTURA DA PAISAGEM

A análise integrada da paisagem permite avaliar de forma correlacionada os dados de uso da terra e suscetibilidade à erosão (Figura 5), bem como declividade e solo, permitindo inferir nas mudanças ocorridas em um determinado intervalo de tempo e nas possíveis tomadas de decisões, quanto ao manejo do solo e até mesmo na possibilidade de selecionar áreas para conservação da vegetação.

Figura 5. Correlação do uso da terra e suscetibilidade à erosão laminar na sub-bacia do rio Caiabó



Elaboração: autores

Em 1985 as áreas de agricultura coincidiam principalmente com solos do tipo Argissolos e Latossolos, em áreas de relevo mais plano a suave-ondulado e, dessa forma, ocupavam áreas com baixa ou quase nenhuma suscetibilidade a erosão laminar (72,7% da área). No entanto, em 1995 a expansão da agricultura foi crescente em áreas

de relevo ondulado, e plano sob o domínio dos Argissolos, Cambissolos e Latossolo em áreas consideradas muito suscetíveis a processos erosivos (44,6% da área), tal comportamento perdura nos anos subsequentes (em 2016 com 58,4% da área).

Neste contexto de ocupação as áreas de pastagem passaram a ocupar predominantemente áreas classificadas como muito suscetíveis a processos erosivos laminares. Em 1985 e 2011 ocupavam áreas de relevo ondulado à suave-ondulado em Argissolos, Latossolos e Cambissolos. Contudo em 2011 (60% da área) houve um aumento considerável de pastagens nessas áreas mais suscetíveis, principalmente em relevo classificado como forte-ondulado em áreas de Neossolos, que são consideráveis solos frágeis devido a sua alta capacidade de infiltração o que dificulta a retenção de nutrientes tornando-os mais susceptíveis a processos erosivos; bem como a deposição de sedimentos e conseqüentemente assoreamento dos canais de drenagem influenciados diretamente pelo impacto das gotas da chuva no solo e aumento da velocidade de escoamento em áreas mais íngremes.

Os fragmentos de vegetação de modo geral encontram-se principalmente em áreas consideradas de muito a extremamente suscetíveis a processos erosivos. Os fragmentos da formação Florestal e Savânica apresentam o mesmo comportamento no período avaliado localizando-se em áreas de Neossolos e Argissolos sob influência de relevo ondulado à forte-ondulado.

Convém destacar que, embora os fragmentos da formação campestre também estejam em áreas consideradas de muito a extremamente suscetíveis a processos erosivos, esses fragmentos estão associados na sucessão histórica ao relevo forte-ondulado a ondulado associados a solos do tipo Argissolos e principalmente Neossolos. Como esta formação é caracterizada por estratos arbustivos espaçados, existe naturalmente um processo de exposição do solo. Portanto, a associação desse tipo de vegetação com Neossolos, ou ainda relevo movimentado, acaba tornando-o mais propício a erosões.

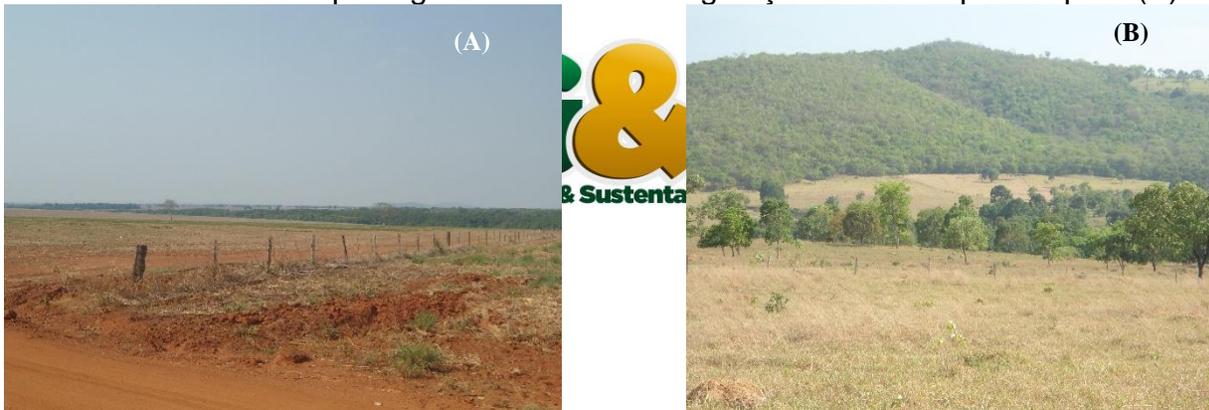
Vale ressaltar ainda que a avaliação da suscetibilidade à processos erosivos podem servir de subsídio metodológico para determinar possíveis áreas de conservação principalmente pela fragilidade do solo, visto que algumas dessas áreas previamente



selecionadas pelo MMA em 2016 estão inseridas em áreas consideradas muito a extremamente suscetíveis a processos erosivos.

Como a estrutura da paisagem é definida a partir da integração dos dados do meio físico, bem como a disposição dos fragmentos caracterizando assim a configuração da paisagem (SOARES FILHO, 1998; CASIMIRO, 2003), a avaliação das métricas de forma conjunta com a associação entre os dados de declividade e suscetibilidade à erosão laminar e a validação em campo permite inferir que a sub-bacia do rio Caiapó, além de ser considerada uma área com suscetibilidade a processos erosivos, possui grandes manchas de uso antrópico situadas em áreas de alta suscetibilidade a processos erosivos que se encontram envoltas por grandes manchas isoladas de vegetação (Figura 6A e 6B).

Figura 6: Mancha de agricultura com área de vegetação no município de Aragarças (A) e mancha de pastagem com área de vegetação no município de Iporá (B)



Fonte: Arquivo Pessoal, 2017. Org. dos Autores

Sendo assim, de acordo com os critérios descritos por Forman (1995) e Lang e Blaschke (2009), para definir a configuração de uma paisagem, a área de estudo se caracteriza como uma paisagem do tipo *Large Patch*; mesmo apresentando grandes manchas de vegetação a distância entre os fragmentos é relativamente grande. Como consequência, isso afeta diretamente nos processos ecológicos, como na dificuldade da dispersão das espécies e de fluxo gênico.

Faria e Castro (2007) constataram que dentre as sub-bacias mapeadas as que apresentavam maiores índices de atividades antrópicas eram a do rio Claro e rio Peixes,

em que a formação florestal se encontrava bastante preservada e as formações savânicas e campestres as mais conservadas, sendo a sub-bacia do rio Garças a mais preservada. As análises comparadas dos dados obtidos entre 1985 a 2016 indicam que a sub-bacia do rio Caiapó segue um padrão diferente das sub-bacias vizinhas, onde a formação florestal e savânica foram às consideradas as mais fragmentadas e a formação campestre apresentando certa regeneração.

O que se verifica nas análises históricas de processo de ocupação (FARIA; CASTRO, 2013; PONCIANO, RODRIGUES; FARIA, 2019) é que as limitações ambientais (solos, declive) não são observadas antes dos processos de remoção da cobertura original, e mesmo havendo a incorporação de pacotes tecnológicos às limitações agrícolas, as suscetibilidades e fragilidades ambientais superam os ativos econômicos inseridos no processo de ocupação.

5 CONCLUSÕES

A expansão das atividades agropecuárias impulsionadas principalmente por incentivos fiscais do governo desde a década de 1970, com a atuação do POLOCENTRO associadas aos aspectos geoambientais da área de estudo, permitiram processos de ocupação privilegiando a implantação da agricultura e pastagem em áreas setorizadas, principalmente naquelas consideradas suscetíveis a processos erosivos. Dessa forma, a metodologia abordada neste estudo que analisa os dados de forma integrada favorece no entendimento de como a área veio sendo ocupada ao longo dos anos, bem como a análise da fragmentação da vegetação.

Entretanto, o capital injetado nesses municípios não correspondeu historicamente a retorno, e destaque de polo agrícola no estado e pesquisas desenvolvidas na região e entorno apontam que os impactos oriundos do processo de ocupação se transformaram em passivos ambientais que comprometem a qualidade ambiental e agrícola dos municípios e da bacia hidrográfica.

Os resultados obtidos indicam que a área de estudo sofre uma pressão ao avanço das atividades agrosilvopastoris de modo geral, principalmente em 1995 onde houve aumento expressivo dessas atividades, mesmo em solos considerados mais frágeis e

relevo acentuado. Conseqüentemente houve redução das áreas da vegetação, especialmente das formações florestais e savânicas que se encontram fragmentadas, sendo localizadas em áreas consideradas extremamente suscetíveis ao surgimento de feições erosivas, o que indica a necessidade de intervenção de políticas públicas promovendo planos de manejo, conservação e manutenção dos serviços ecossistêmicos, a fim de minimizar os efeitos desta fragmentação e impactos correlacionados, como a perda de solo que pode comprometer a dinâmica hídrica da bacia.

AGRADECIMENTOS

A ser inserido após as avaliações.

REFERÊNCIAS

ARAUJO FILHO, M.C. da.; MESESES, P.R.; SANO, E. E. [Sistema de classificação de uso e cobertura da terra com base na análise de imagens de satélite]. Revista Brasileira de Cartografia, 2007; 59 (02): 171-179.]

BALDI, G.; GUERSCHMAN, J.P.; PARUELO, J.M. [Characterizing fragmentation in temperate South America grasslands]. Agriculture Ecosystems & Environment. 2006; 116: 197- 208. English

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 7. ed. São Paulo: Editora Ícone; 2010.

BOIN, M. N. Chuvas e erosão no Oeste Paulista: uma análise climatológica aplicada. [thesis]. Rio Claro: Instituto de Geociências/UNESP, 2000.

BONI, S.T. Vegetação espontânea e atividade microbiológica como indicadores da recuperação de uma área degradada de Cerrado. [dissertation]. Ilha Solteira: Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP; 2017.107p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. 2015b. Mapeamento do Uso e Cobertura do Cerrado: Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília: MMA, 2015. 67p. Available from:

<http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/index.php?mais=1><http://www.dpi.inpe.br/tccerrado/index.php?mais=1>>.

CARVALHO, M.V.F.; JÚNIOR, M. P.; FERREIRA, G. L. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil]. *Biological Conservation*.2009;142:1392-1403. English

CASIMIRO, P. C. [Estrutura, Composição e Configuração da Paisagem Conceitos e Princípios Para a Sua Quantificação no Âmbito da Ecologia da Paisagem]. *Estudos regionais*, 2003, (20); 75-99.

CASTRO, S.S.; BARBALHO, M.G.S.; MARINHO, G.V.; CAMPOS, A.B.; SALOMÃO, F.X.T.; VECHIATTO, A. 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. (Orgs). *Os (dês) caminhos do uso na agricultura brasileira*. Cuiabá: UFMT; 2004. p. 391-423.

DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens e segurança alimentar: uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia. Bebedouro, SP: Editora Scot Consultoria, 2013. 116 p

DUARTE, L.M.G; THEODORO, S.H. Dilemas do cerrado: entre o ecologicamente (in) correto e o socialmente (in) justo. 1st ed. Rio de Janeiro: Garamond; 2002.



DURIGAN, G.; RATTER, J.A. [The need for a consistent fire policy for Cerrado conservation]. *Journal of Applied Ecology*, 2016 53(1):11-15. English

FAO. 2019. *Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management*. Rome. 100 pp

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)*. 2007; 32:657-668.

FARIA, K.M. Paisagens Fragmentadas e Viabilidade de recuperação para a Sub-Bacia do Rio Claro (GO) [thesis]. Goiânia: Instituto de Estudos Sócio Ambientais/UFG; 2011.

FARIA, K.M.; SIQUEIRA, M. N.; TENAGLIA, 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*. 2012; 5: 1-12.

FARIA, K.M.S.de; CASTRO, S.S de. Mudanças de uso do solo na Alta Bacia do Rio Araguaia e as relações com as políticas públicas de 1975 a 2010. In: Silva, S. D. e;

822

Pietrafesa, J. P.; Franco, J. L. A.; Drummond, J. A.; Tavares, G. G. (Org.). Fronteira Cerrado: sociedade e natureza no oeste do Brasil. 1ed.Goiânia: Editora da PUC Goiás; p. 315-330. 2013.

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

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (Org.). Degradação dos solos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. 320 p.

HARFUCH, L.; NASSAR, A.M.; ZAMBIANCO, W.M.; GURGEL, A.C. [Modelling Beef and Dairy Sectors' Productivities and their Effects on Land Use Change in Brazil]. RESR, 2016; (54): 281-304.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA [Internet]. Rio de Janeiro: Manual técnico de uso da terra. 3ºed. 2013. Available from: http://ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/usodaterra/manual_usodaterra.shtm

JANSEN, L. J. M.; DI GREGORIO, A. [Obtaining land-use information from a remotely sensed land cover map: results from a case study in Lebanon]. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2004 (5):141-157. English.



KLINK, A.C.; MACHADO, B.R. [A conservação do cerrado brasileiro]. Megadiversidade, 2005, (1): 147-155.

LAMBIN E.F., TURNER B.L., GEIST H.J., AGBOLA S.B., ANGELSEN A., BRUCE J.W., COOMES O.T., (...), XU J. [The causes of land-use and land-cover change: Moving beyond the myths]. Global Environmental Change. 2001,11 (4): 261-269. English.

LANG, S.; BLASCHKE, T. Análise da paisagem com sig. São Paulo: Ed.Oficina de Textos. 2009.

MIZIARA, F. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. In: Daniel, Maria A.; Dal'ara, Lorena; Anacleto, Teresa C. S. (Org.). Natureza viva Cerrado. Goiânia: Ed. da UCG, 2006.

PONCIANO, T. A.; RODRIGUES, H. S. M. C.; FARIA, K. M. S. [Abordagem morfopedológica para avaliação histórica da estrutura da paisagem no Vão do Paranã (GO)]. Ateliê geográfico (UFG), 2019, (13):111-127.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B., T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. IN: Sano, S. M; Almeida, S. P. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA - CPAC. p.88-166. 2008.

RODRIGUEZ, M.M.J; SILVA, V.E. Planejamento e Gestão Ambiental: Subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica. Fortaleza, 2013.

SALOMAO, F.X.T. Controle e Prevenção de processos erosivos. In: Guerra, A.J.T.; Silva, A.S; Botelho, R.G.M.(org) Erosão e Conservação dos solos – Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil;1999. P. 229-267.

SILVA, E. V.; GORAYEB, A.; RODRIGUEZ, J.M.M. Geoecologia das Paisagens, Cartografia Temática e Gestão Participativa: Estratégias de Elaboração de Planos Diretores Municipais [Internet]; 2010 Maio; Coimbra, Portugal. 2010. Available from: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/edson>

SIQUEIRA, M. N. Caracterização dos remanescentes de cerrado da sub-bacia do Rio Garças (MT):conservação, degradação e conectividade. [dissertation]. Goiania: Instituto de Estudos Sócio – Ambientais/UFG; 2012.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; MORAIS, A. R.; FARIA, K. M. S. [Woody plant community structure in -Dense Cerrado- fragments in the Upper Basin of the Araguaia River (Central Brazil): relationship with habitat loss and geographical distance]. Revista Brasileira de Botânica (Impresso), 2017, (1): 1-9. English.


SIQUEIRA, M. N.; FARIA, K. M. S. [Análise da dinâmica da paisagem no município de Rio Verde, Goiás, Brasil: uma ferramenta para a escolha de áreas prioritárias para a conservação]. SOCIEDADE & NATUREZA (UFU. ONLINE), 2019, (31):1-20.

SOARES FILHO, S.B. Análise de paisagem: fragmentação e mudanças. Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto. Instituto de Geociências. Belo Horizonte: UFMG, 1998.

TENAGLIA, G.C. Processo De Fragmentação E Caracterização Dos Remanescentes De Cerrado: Análise Ecológica Da Paisagem Da Bacia Do Rio Dos Peixes (GO). [thesis]. Goiânia: Instituto de Estudos Sócio Ambientais/UFG; 2012.