

**FRAGILIDADE AMBIENTAL E A DINÂMICA DA PAISAGEM DO
MUNICÍPIO DE GOIÁS (GO)¹****ENVIRONMENTAL FRAGILITY AND LANDSCAPE DYNAMICS IN THE
MUNICIPALITY OF GOIÁS (GO)****FRAGILIDAD AMBIENTAL Y DINÁMICA DEL PAISAJE EN EL MUNICIPIO
DE GOIÁS (GO)****José Carlos de Souza**

Professor da Universidade Estadual de Goiás. Unidade Universitária de Anápolis -
CSEH - Nelson De Abreu Júnior
jose.souza@ueg.br

Ykaro Felipe Sousa Silva

Mestrando em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de
Estudos Socioambientais, da Universidade Federal de Goiás (PPGeo/IESA/UFG).
Professor da Secretaria Estadual de Educação de Goiás (SEDUC-GO).
ykarofelipe@gmail.com

Jocy Ana Paixão de Sousa

Dra. Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência
e Tecnologia, Campus de Sorocaba.
jocy_belem@hotmail.com

Patrícia Dias Tavares

Professora do Instituto Federal de Goiás – Campus Cidade de Goiás.
patricia.tavares@ifg.edu.br

RESUMO

O cerrado brasileiro é um dos biomas mais importantes dado sua biodiversidade, porém é um dos mais ameaçados devido as atividades antropogênicas, o que contribui para sua fragilidade ambiental e transformação da paisagem. Portanto, o objetivou-se com este estudo avaliar a fragilidade ambiental e a dinâmica da paisagem do município de Goiás, estado de Goiás. Para obter a fragilidade ambiental utilizou-se quatro variáveis (declividade, tipo de solo, uso e cobertura do solo e precipitação), as quais foram classificadas em grau de fragilidade que variou de muito baixa a muita alta, onde todo processamento e integração dos dados se deu em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). A dinâmica da paisagem foi obtida mediante matriz de transição considerando o período de 1990 a 2020. Constatou-se que a maior parte do município de Goiás classifica-se com fragilidade média (41,43%) e as classes alta e muito alta, que são as que requerem mais atenção, quando somadas correspondem a 12,97%. Quanto a transição da paisagem a maior perda de área ocorreu para a classe cerrado, principalmente para atender as pastagens e agriculturas (760,13 km²). A metodologia de

¹ Artigo resultado da disciplina Morfopedologia e Biogeografia do Cerrado no programa de Mestrado em Geografia da Universidade Estadual de Goiás.

fragilidade ambiental se mostrou viável e adequada, em que seu resultado juntamente com a dinâmica de paisagem mostraram a necessidade de se atentar para as atividades antrópicas que comprometem o cerrado, e assim, propor e implantar políticas de gestão que visem amenizar a degradação desse bioma.

Palavras-chave: Cerrado; Matriz de transição; SIG; Atividades agropecuárias.

ABSTRACT

THE Brazilian cerrado is one of the most important biomes given its biodiversity, however it is one of the most threatened due to anthropogenic activities, which contributes to its environmental fragility and landscape transformation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the environmental fragility and the dynamics of the landscape in the municipality of Goiás, Goiás State. To obtain the environmental fragility four variables were used (slope, soil type, land use and land cover, and precipitation), which were classified in a fragility degree that ranged from very low to very high, where all data processing and integration took place in a Geographic Information System (GIS) environment. The dynamics of the landscape was obtained through a transition matrix considering the period from 1990 to 2020. It was found that most of the municipality of Goiás is classified with medium fragility (41.43%) and the high and very high classes, which are the ones that require more attention, when added together correspond to 12.97%. As for the landscape transition, the biggest area loss occurred for the cerrado class, mainly to attend the pastures and agriculture (760.13 km²). The methodology of environmental fragility proved to be viable and appropriate, in that its result together with the landscape dynamics showed the need to pay attention to the anthropic activities that compromise the cerrado, and therefore propose and implement management policies aimed at mitigating the degradation of this biome.

Keywords: Cerrado; Transition matrix; GIS; Agricultural activities.

RESUMEN

El cerrado brasileño es uno de los biomas más importantes dada su biodiversidad, pero es uno de los más amenazados debido a las actividades antropogénicas, lo que contribuye a su fragilidad ambiental y transformación del paisaje. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la fragilidad ambiental y la dinámica del paisaje en el municipio de Goiás, estado de Goiás. Para obtener la fragilidad ambiental se utilizaron cuatro variables (pendiente, tipo de suelo, uso y cobertura del suelo y precipitación), las cuales se clasificaron en grado de fragilidad que varió de muy bajo a muy alto, donde todo el procesamiento e integración de datos se realizó en un entorno de Sistemas de Información Geográfica (SIG). La dinámica del paisaje se obtuvo a través de una matriz de transición considerando el período de 1990 a 2020. Se constató que la mayor parte del municipio de Goiás se clasifica en mediana fragilidad (41,43%) y las clases alta y muy alta, que son las que requieren mayor atención, sumados corresponden al 12,97%. En cuanto a la transición del paisaje, la mayor pérdida de área ocurrió para la clase cerrado, principalmente para atender pastos y agricultura (760,13 km²). La metodología de la fragilidad ambiental demostró ser viable y adecuada, cuyo resultado junto con la dinámica del paisaje mostró la necesidad de prestar atención a las actividades antrópicas que comprometen el cerrado, y así, proponer e implementar políticas de gestión que apunten a paliar la degradación del cerrado. este bioma.

Palabras clave: Cerrado; matriz de transición; SIG; Actividades agrícolas.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui rica diversidade de paisagens e de tipologias vegetais, além de amplo potencial agrícola. Devido ao crescimento populacional e às pressões por aumento na produção de alimentos, fibras e energia, um dos maiores desafios da humanidade é conciliar a disponibilidade de recursos naturais com a qualidade dos ecossistemas. A necessidade de produzir mais alimentos versus a necessidade de conservar os recursos naturais pode ter apoio na ciência, na medida em que novos conhecimentos sejam aplicados de modo a satisfazer um dos principais anseios do século XXI, que consiste na adequação da produção de alimentos à qualidade ambiental, sobretudo água, solos e biodiversidade (TURETTA et al., 2010; TSCHARNTKE et al., 2012).

O cerrado brasileiro é reconhecido como um *hotspot* de biodiversidade, pela riqueza de espécies e endemismos (MYERS et al, 2000), e possui importante papel para a regulação hídrica (LIMA e SILVA, 2008). Apesar da relevância ecológica e prestação de serviços, esse bioma enfrenta ameaças cada vez maiores devido ao desmatamento (OLIVEIRA, 2021). Essa dicotomia é resultado, principalmente, da conversão de terras para as atividades agropecuárias. Muitas estratégias de aumento da produção, seja através da intensificação ou da expansão das terras agrícolas, são reconhecidas por degradarem os ecossistemas, impactando negativamente a biodiversidade (MATSON et al., 1997; TILMAN, 1999; POWER, 2010).

Como resultado do aumento da produtividade, em muitas paisagens do cerrado brasileiro, a rápida expansão das atividades agropecuárias tem conduzido a uma rápida conversão de terras (SILVA et al., 2021), como também a homogeneização das paisagens e a consequente perda de biodiversidade (KLINK e MACHADO, 2005).

Diante do cenário de preocupações mundiais com a conservação ambiental e manutenção da biodiversidade e ainda sob a perspectiva das mudanças climáticas muitos estudos tentam mensurar o impacto da devastação de morfoambientes. Nesse sentido, o acesso às informações científicas de qualidade sobre os recursos naturais e opções ecologicamente corretas de uso e manejo da terra podem influenciar nas tomadas

de decisões plausíveis, corroborando para melhorias ambientais e para o desenvolvimento da agricultura sustentável.

Diferentes abordagens de análise da paisagem podem contribuir para esse planejamento e gestão ambiental, destacando o conhecimento da fragilidade ambiental (ROSS, 2011; DE SOUZA et al, 2020; PEREIRA; CRISTO, 2021). Essa avaliação pode ser realizada para ambientes naturais e antropizados por meio da análise integrada e sistêmica, permitindo avaliar as potencialidades e suscetibilidades das diferentes unidades que compõem a paisagem. Aspectos genéticos da paisagem podem definir os diferentes níveis de fragilidade dos ambientes naturais associados às atividades antrópicas (ROSS, 2012). Portanto, a elaboração de mapas de fragilidades ambientais pode se constituir como ferramenta para órgãos públicos e estudos de planejamento territorial em diferentes escalas (VALLE, FRANCELINO e PINHEIRO, 2016). Nesse tipo de estudo além dos elementos naturais inerentes à fragilidade potencial (rocha, relevo, solo e clima) também é necessário considerar as intervenções antrópicas no meio natural.

Neste estudo, o objetivo foi avaliar a fragilidade ambiental e a dinâmica da paisagem do município de Goiás, estado de Goiás, utilizando técnicas de processamento de dados e modelagem matemática ambiental em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Metodologia

Área de estudo

O município de Goiás localiza-se na porção centro-leste do estado de Goiás, entre as coordenadas geográficas 16°6'00"/16°33'00" de latitude sul e 49°48'00"/50°39'00" de longitude oeste e possui uma área territorial de aproximadamente 3.108 Km² (Figura 1). O município sedia a antiga capital do estado de Goiás, que se tornou patrimônio da humanidade pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) nos anos 2000 devido sua importância histórica, ambiental e arquitetônica.

Figura 1 - Localização do município de Goiás (GO).

Para o mapa de solos foi obtido a partir da base cartográfica elaborada pela Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (EMATER-GO) disponível na plataforma digital (<http://www.sieg.go.gov.br/siegdownloads/>). Os tipos de solos foram agrupados em classes de fragilidade que variaram de muito fraca e muito forte com base nas definições de Ross (2011), Amaral e Ross (2009) e Salomão (2010) também utilizando o *software* QGIS, no qual o resultado foi um mapa de fragilidade dos solos.

Para o mapeamento do uso e cobertura do solo para 2020 foi utilizada a coleção 6 do Projeto MapBiomass (PROJETO MAPBIOMASS, 2021). As bases foram adquiridas na plataforma do *Google Earth Engine*, disponível no endereço <https://code.earthengine.google.com/>.

O mapa de totais de chuva foi elaborado a partir das médias mensais de precipitação do período de 1970 a 2000. Os dados de precipitação são obtidos em formato raster, disponibilizados pelo World Clim (<https://www.worldclim.org/data/index.html>) (FICK; HIJMANS, 2017). As bases de cada mês foram obtidas para o limite do município e posteriormente extraídos o valor de cada pixel, que foram interpolados pelo método do inverso do quadrado da distância (IDW).

À todas as variáveis (declividade, tipo de solo, Uso e cobertura do solo e precipitação) foram atribuídos valores de 1 a 5, que correspondem a fragilidade desde muito baixa a muito alta, respectivamente. Para integração das variáveis, que resultou no mapa de fragilidade ambiental, realizou-se um procedimento de mapa de álgebra com o auxílio da ferramenta calculadora *raster* do *software* QGIS.

Dinâmica da paisagem

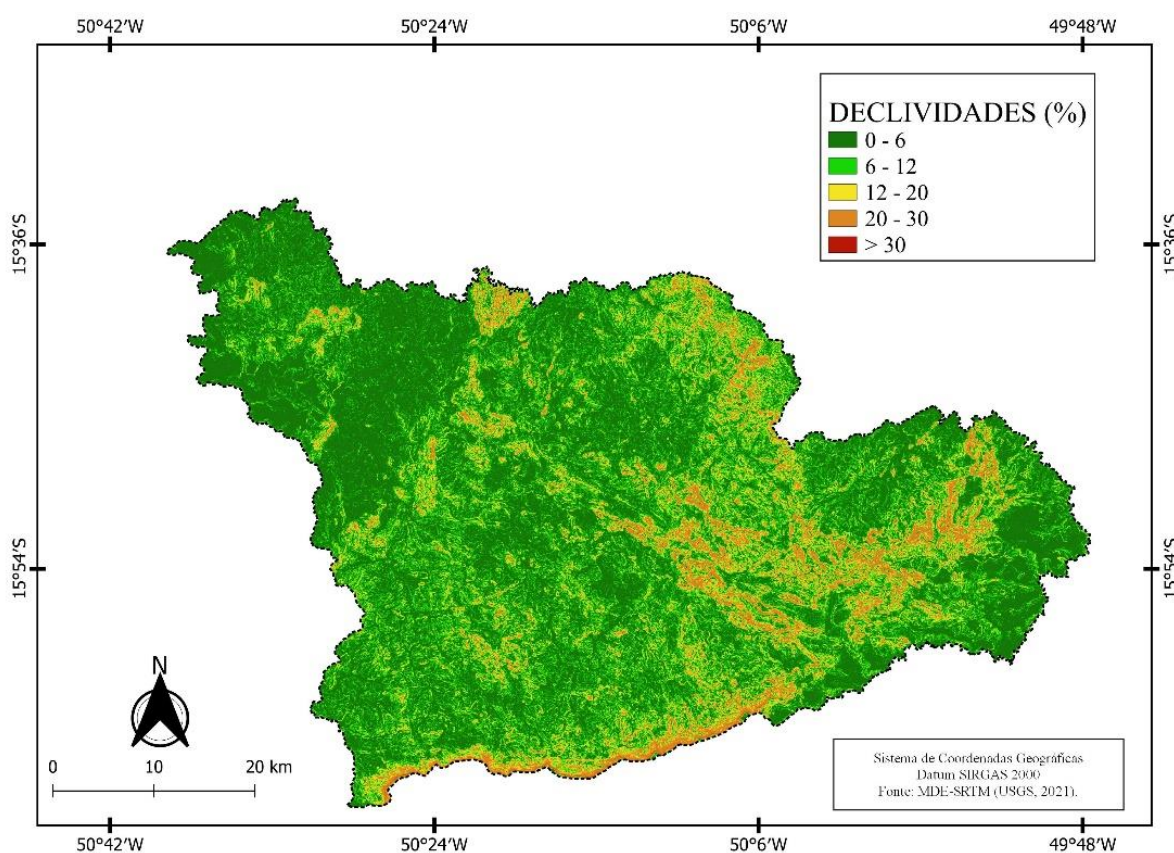
Para analisar a dinâmica da paisagem elaborou-se uma matriz de transição referente ao período de 1990 a 2020, em que foi utilizada a coleção 6 do Projeto MapBiomass (PROJETO MAPBIOMASS, 2021). A matriz de transição refere-se as mudanças no uso e cobertura do solo que ocorreram em um determinado período, neste caso de 1990-2020. Os dados foram quantificados e espacializados por meio *software* QGIS.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fragilidade ambiental

Na Figura 2 são apresentadas as declividades do município de Goiás, onde se pode observar que variam de 0% a maior que 30%. As maiores declividades estão associadas a escarpa formada pela Serra Dourada, feição linear a sul, e relevos dobrados no sentido centro-leste da área. Ocorre também uma grande superfície de aplainamento, do médio curso da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, a noroeste do município.

Figura 2 - Declividades do município de Goiás/GO.



A declividade do terreno é considerada uma importante variável na avaliação da fragilidade ambiental, pois pode indicar áreas mais ou menos suscetíveis a remoção e transporte de sedimentos por erosão hídrica (OLIVEIRA; KLINKE NETO; PEREIRA, 2016), além de contribuir para a perda de nutrientes do solo, quando são áreas mais íngremes (WU et al., 2018) e a ocorrência de movimentos de massa (IBGE, 2009).

Na Tabela 1 são apresentadas as classes de fragilidade em relação às declividades e suas respectivas áreas. Os dados indicam uma predominância de relevos com baixa a muito baixa fragilidade, que somados totalizam 68,91% da área de estudo, com declividades iguais ou inferiores a 12%.

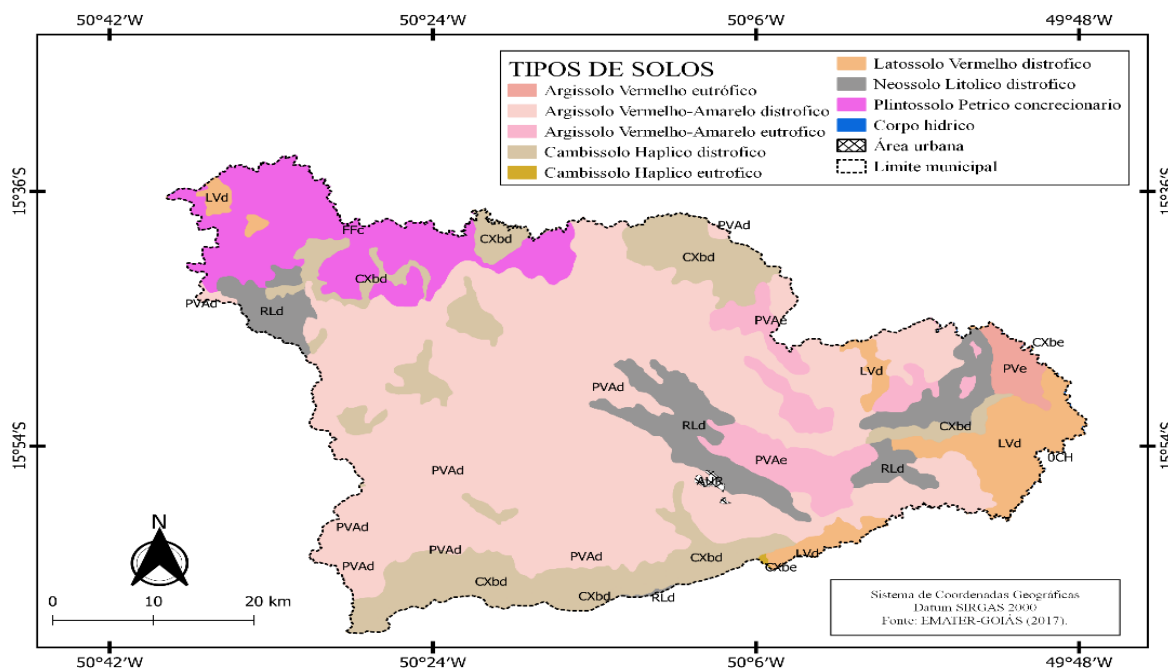
Tabela 1 - Classes de fragilidade em relação às declividades e suas respectivas áreas.

Atributo	Classe de fragilidade	Intervalo (%)	Área (Km ²)	Área (%)
1	Muito baixa	< 6	1.016,32	32,70
2	Baixa	6 – 12	1.125,40	36,21
3	Média	12 – 20	606,06	19,50
4	Alta	20 – 30	245,22	7,89
5	Muito alta	> 30	115,00	3,70
Total	-	-	3108	100

Fonte: Adaptado de Amaral e Ross (2009) e Ross (2011).

Foram identificados no município cinco grupos de solos: Latossolos, Argissolos, Cambissolos, Neossolos Litólicos e Plintossolos (Figura 3). Segundo RUHOFF, et al., 2006 a classificação dos tipos de solos está relacionada ao grau de erodibilidade, ou seja, a suscetibilidade natural dos solos a processos erosivos.

Figura 3 - Tipos de solos do município de Goiás/GO.



Na Tabela 2 estão os grupos de solos classificados de acordo com as fragilidades apresentadas, a textura e as suas respectivas áreas.

Tabela 2 - Classes de fragilidade em relação aos tipos de solos, descrições e respectivas áreas.

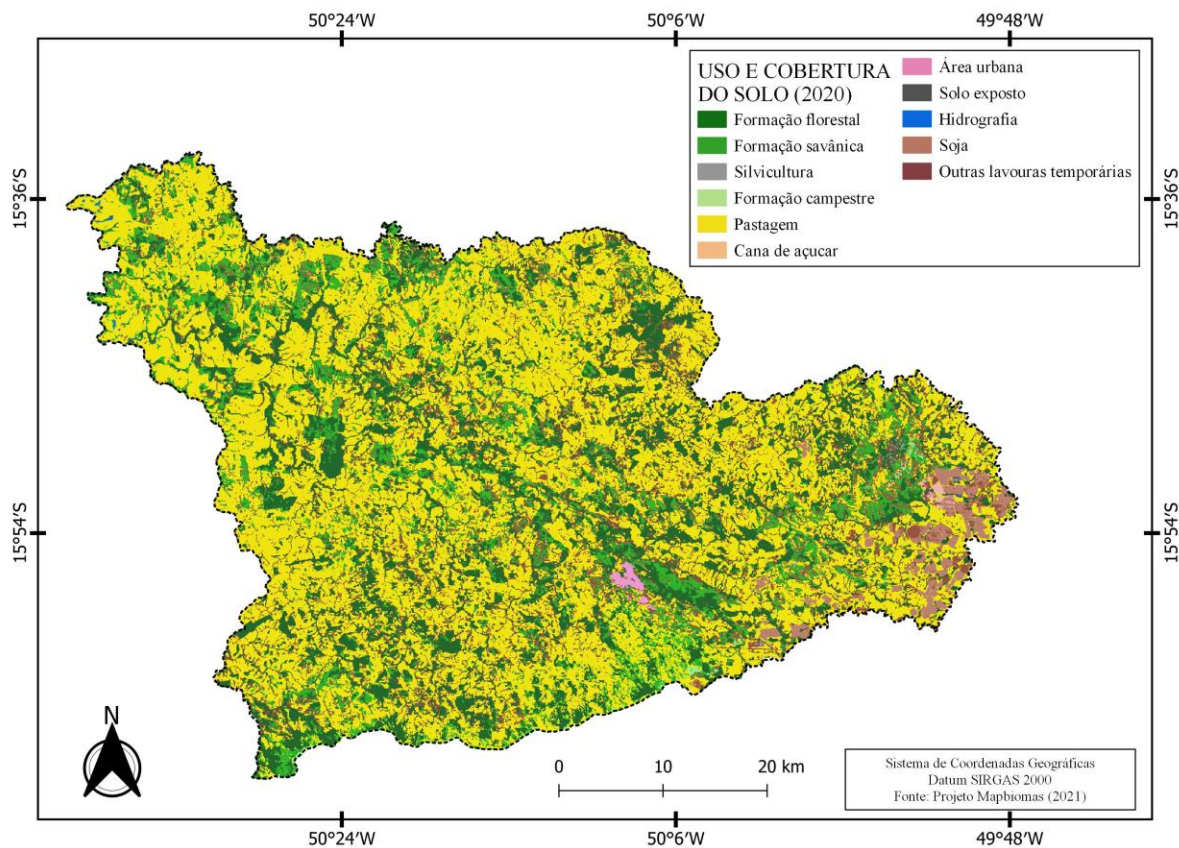
Atributo	Classe de fragilidade	Grupo de solos	Textura	Área (Km ²)	Área (%)
1	Muito baixa	-	-	-	-
2	Baixa	Latossolos	média a argilosa	187,75	6,04
3	Média	Argissolos	argilosa	1853,32	59,61
4	Alta	Cambissolos	média a arenosa	505,50	16,26
5	Muito alta	Neossolos Litólicos	arenosa	562,15	18,09
		Plintossolos	argilosa		

Fonte: Adaptado de Amaral e Ross (2009), Salomão (2010), Ross (2011) e Ferreira (2021).

Observa-se que no município há um predomínio dos Argissolos, que ocorrem predominantemente em relevos com declividades superiores a 6%, totalizam 59,61% do território e que apresentam média fragilidade. Nas áreas mais planas ocorrem os Latossolos e Plintossolos, nos relevos dobrados e escarpados, ocorrem os solos menos profundos e mais arenosos, já em relevos mais declivosos, como os Neossolos Litólicos e os Cambissolos, observam-se solos com a textura mais arenosa e média a arenosa que apresentam fragilidade muito alta e alta, respectivamente.

Apresenta-se na Figura 4 o uso e cobertura do solo, onde ocorrem 11 tipos de classes, sendo estas: formação florestal, formação savânica, silvicultura, formação campestre, pastagem, cana de açúcar, área urbana, solo exposto, corpos d'água, soja, outras lavouras temporárias.

Figura 4 - Uso e cobertura do solo do município de Goiás/GO.



Na Tabela 3 tem-se as classes de grau de proteção em relação ao uso e cobertura do solo. No entanto, os cultivos de cana, soja e outras lavouras temporárias foram agrupados em apenas uma classe de uso e cobertura do solo, lavouras temporárias.

Tabela 3 - Classes de grau de proteção em relação ao uso e cobertura do solo.

Atributo	Classe de fragilidade	Grau de proteção	Uso e cobertura do solo	Área (Km ²)	Área (%)
1	Muito baixa	Muito alto	Formação florestal	618,40	19,89
			Hidrografia	3,66	0,12
2	Baixa	Alto	Formação savânica	553,22	17,80
3	Média	Médio	Formação campestre	11,44	0,37
			Silvicultura	1,16	0,04
4	Alta	Baixo	Pastagens	1485,02	47,78
			Lavouras temporárias	430,40	13,85
5	Muito alta	Muito baixo	Solo exposto	1,95	0,06
			Área urbana	3,11	0,10

Total	-	-	-	3108	100,00
--------------	---	---	---	------	--------

Fonte: Adaptado de Amaral e Ross (2009) e Ross (2011).

Como nota-se na Figura 4 e Tabela 3, as pastagens plantadas são predominantes na paisagem do município de Goiás, correspondem a cerca de 47,78%. Estes tipos de lavouras estão relacionados a vocação do município para as atividades de pecuária, sendo que essas pastagens são desenvolvidas sem muitas estratégias de manejo, que acabam se tornando áreas degradadas. Sousa et al. (2021) sugerem que uma das formas de recuperar essas áreas é adotando, por exemplo, plano de recuperação de área degradada (PRAD).

Outra cobertura predominante é a ocorrência de Cerrado, principalmente as formações florestais e savânicas, que totalizam 37,69% da área do município. Essas formações são variações de vegetação em que predominam espécies arbóreas, com a formação de dossel contínuo ou descontínuo (formação florestal) e coberturas mais abertas, predominando espécies arbóreo-arbustivas, com menor estatura e com ocorrência mais espaçada (formações savânicas) (RIBEIRO; WALTER, 1998).

Há um predomínio da alta de fragilidade com grau de proteção baixa, que é caracterizada pelas pastagens e lavouras temporárias, em que correm em 61,63% do município. Segundo Amaral e Ross (2009), o grau de proteção é um fator que se encontra em posição oposta à fragilidade.

A precipitação média anual do município de Goiás é apresentada na Figura 5 e na Tabela 4 tem-se as classes de fragilidade em relação ao total de precipitação. A variação da precipitação média anual é relativamente pequena, pois as áreas mais chuvosas registraram 1694 mm, enquanto àquelas como a menor precipitação 1628 mm. Considerando a classificação proposta por Ross (2012), o município se enquadra na fragilidade alta.

Figura 5 - Precipitação média anual do município de Goiás/GO (período de 1970 a 2000).

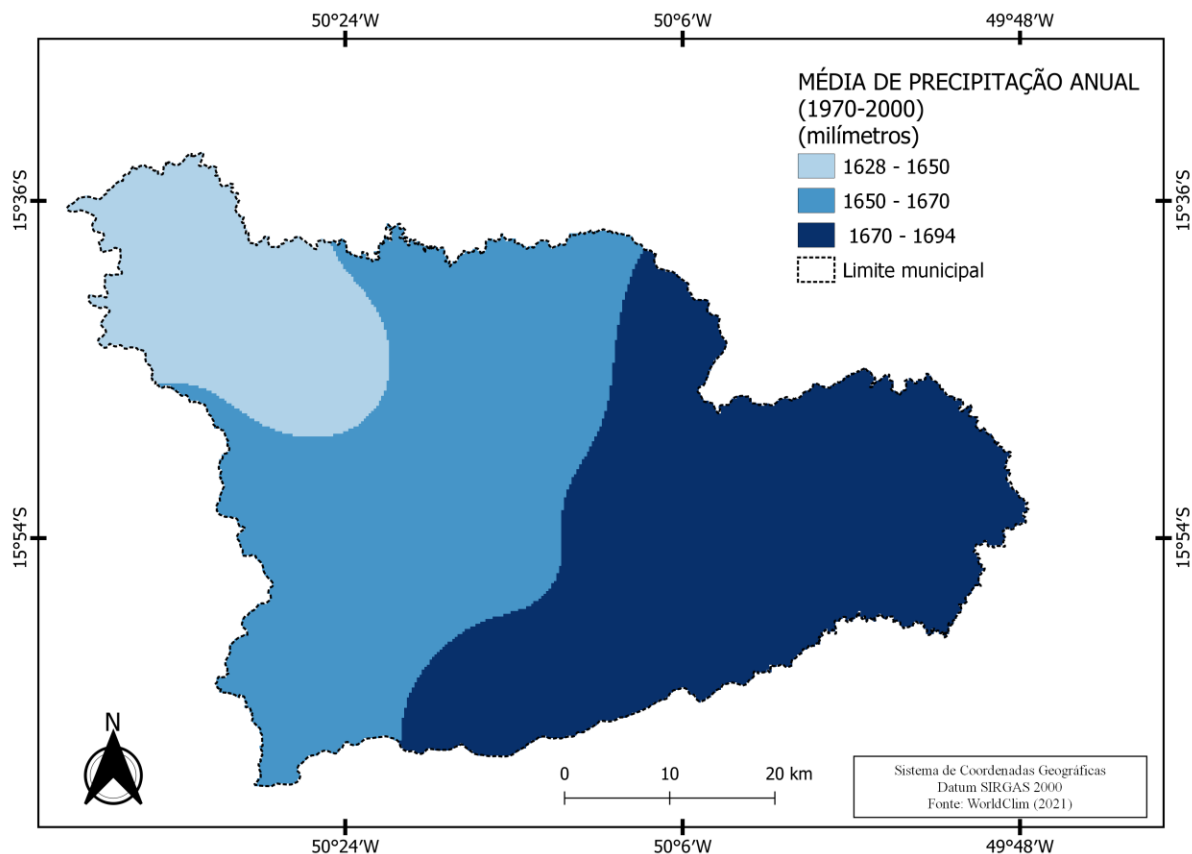


Tabela 4 - Classes de fragilidade em relação ao total de precipitação.

Atributo	Classe fragilidade	Uso e cobertura do solo
1	Muito baixa	Não ocorre
2	Baixa	Não ocorre
3	Média	Não ocorre
4	Alta	Entre 70% a 80% das chuvas ocorrem concentradas no verão, novembro e abril, e ano registre entre 3 e 6 meses de estiagem.
5	Muito alta	Não ocorre

Fonte: ROSS (2012).

Na Figura 6 tem-se o mapa final de fragilidade ambiental do município de Goiás/GO. Na Tabela 5 estão a descrição das classes de fragilidade suas respectivas áreas.

Figura 6 - Fragilidade ambiental do município de Goiás/GO.

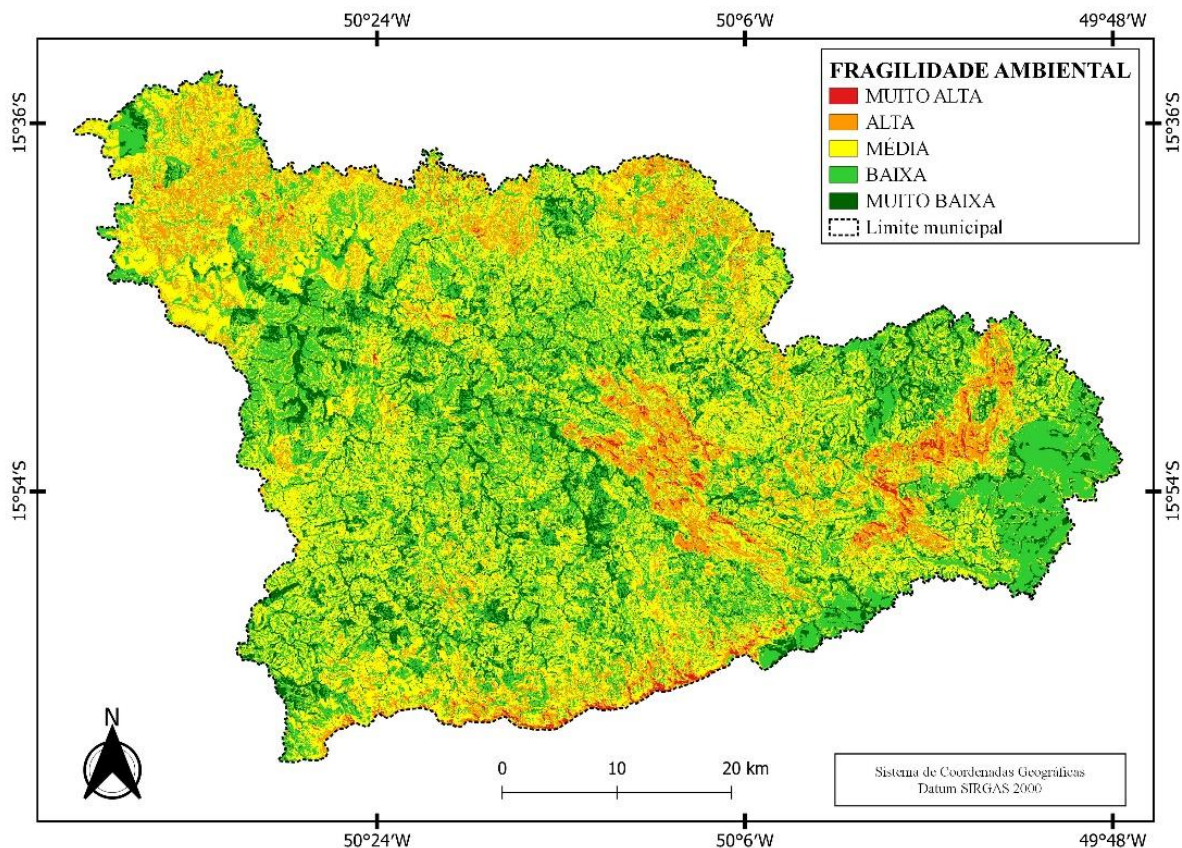


Tabela 5 - Classes de fragilidade ambiental do município de Goiás/GO.

Classe de fragilidade	Área (Km ²)	Área (%)
Muito baixa	356,18	11,46
Baixa	1061,07	34,14
Média	1287,64	41,43
Alta	365,81	11,77
Muito alta	37,30	1,20
Total	3108	100

Fonte: Elaborado pelos autores.

A maior porção do município classifica-se com fragilidade média, o que corresponde a 41,43%. São áreas que requerem atenção quanto as formas de manejo do solo, pois ocorrerem, predominantemente, em solos com alta a muito alta fragilidades (Neossolos Litólicos, Cambissolos e Plitossolos) com predomínio de pastagens.

As áreas com fragilidade muito baixa, compreende 11,46% da área do município e ocorrem em relevos com declividades inferiores a 6%, em terrenos com ondulações suaves ou em planícies de fundo de vale. Nestas áreas ocorrem Argissolos e a cobertura é de vegetação florestal de cerrado, como matas de galeria, matas ciliares e cerradão. A

ocorrência de baixa fragilidade, que ocupa 34,14% da área, se dá, predominantemente, em declividades inferiores a 6%, em Latossolos e Argissolos com atividades agrícolas e pastagens.

As classes de fragilidade alta e muito alta, quando somadas, correspondem a 12,97%. Estas condições de fragilidade ambiental são as mais preocupantes e requerem práticas conservacionistas e/ou definição de áreas de preservação. Ross (2011) destaca que as práticas conservacionistas como àquelas relacionadas ao manejo do solo contribuem para amenizar os processos erosivos.

Dinâmica da paisagem

Na Tabela 6 é apresentada a matriz de transição da área de do município de 1990 para 2020. As células em azul na diagonal referem-se as áreas que não sofreram mudanças no período de análise, os demais valores são as áreas que apresentaram mudanças nas formas de uso e cobertura do solo. A coluna transição representa o total de área que sofreu mudança de classe no período. As linhas da matriz compreendem os dados de 1990 e as colunas ao ano de 2020. As classes Formação florestal, savânica e campestre, que são coberturas naturais de Cerrado foram agrupadas e nomeadas como Cerrado e solo exposto foi agrupado as áreas de lavouras temporárias, por serem áreas sendo preparadas para cultivo.

Tabela 6 - Matriz de transição (1990-2020) do município de Goiás (em Km²).

Classes	Cerrado	Silvicultur a	Pastage m	Área urbana	Lavouras temporária s	Hidrografi a	Transiçã o
Cerrado	972,87	0,33	646,02	0,23	113,15	0,40	760,13
Silvicultur a	-	-	-	-	-	-	-
Pastagem	116,79	0,80	647,12	0,17	214,29	0,35	333,35
Área urbana	-	-	-	2,52	-	-	-
Lavouras temporária s	88,01	0,03	191,74	0,19	104,56	0,06	280,03
Hidrografi a	5,39	-	0,14	-	0,35	2,85	5,88
Total	1183,0 6	1,16	1485,02	3,11	432,35	3,66	1379,39

Fonte: Projeto MapBiomass (2021).

Nota-se na Tabela 6 que em um período de 30 anos a maior transição ocorrida foi para a classe de Cerrado, pois houve uma perda de 760,13 km² desse bioma. Essa perda está associada ao aumento das pastagens, já que foi para esta classe o maior valor de conversão, 646,02 km², como também para as atividades agrícolas, que representaram o segundo maior valor, 113,15 km². Segundo Souza et al. (2020), os principais responsáveis pela fragmentação da paisagem do cerrado são as pastagens plantadas e as atividades agrícolas, que ocupavam em 2018, 30,84% e 9,8% do bioma, respectivamente.

Vale ressaltar, que quando se trata da conversão de pastagem para as demais classes, apesar desta ter apresentado a segunda maior perda de área, mesmo assim a área mantida foi superior a perda, e, a maior parte da sua transição foi destinada para agricultura e não para área de cerrado. O que seria uma transição de grande valia, pois contribuiria para redução de áreas degradadas e conseqüentemente para a manutenção da biodiversidade e para a conservação/preservação dos recursos ecossistêmicos do Cerrado.

Algumas pesquisas como de Miziara (2006) e Silva (2018) destacam que o município de Goiás vem perdendo cobertura vegetal natural, bem como sua biodiversidade, de forma acelerada nos últimos cinquenta anos. Estas condições são efeito da implementação das atividades do agronegócio e a inserção do cerrado no cenário de produção de *commodities* agropecuários para o Brasil e para o mundo.

Diante do exposto, considera-se que as atividades antrópicas, como, as pastagens e as agriculturas são as principais transformadoras da paisagem do município. Estas informações somadas com as informações de fragilidade ambiental oferecem um diagnóstico para que políticas urgentes e efetivas sejam adotadas para o município de Goiás.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de mapeamento da fragilidade ambiental proposto por Ross (2011), além de ser amplamente conhecida e aplicada em modelagens de sistemas ambientais no Brasil é uma proposta relativamente fácil de ser aplicada e com resultados que contribuem para o gerenciamento, planejamento e formas manejo de

áreas, com vistas à conservação e mitigação de processos de degradação ambiental nos solos, recursos hídricos e áreas com coberturas naturais.

A dinâmica da paisagem evidenciou por meio da matriz de transição que as principais atividades transformadoras da paisagem do Cerrado são as pastagens e atividades agrícolas. Ao considerar essas informações e a fragilidade ambiental de algumas regiões é possível fazer um diagnóstico mais assertivo de cada local e assim implantar políticas de conservação/preservação principalmente das áreas consideradas de alta e muita alta fragilidade ambiental.

Portanto, é necessário se atentar para as atividades antrópicas que comprometem o cerrado, com o intuito de planejar e implementar as políticas de gestão, evitando assim novos desmatamentos e consequentemente o comprometimento da biodiversidade e dos recursos ecossistêmicos desse bioma.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. As Unidades Ecodinâmicas na Análise da Fragilidade Ambiental do Parque Estadual do morro do Diabo e entorno, Teodoro Sampaio – SP. **GEOUSP**, n.26, p.59-78, 2009.

DE SOUZA, D. S. L. et al. Análise e Mapeamento da Fragilidade Ambiental no Município de Inconfidentes–MG. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 05, p. 2269-2292, 2020.

FERREIRA, F. A. O. **Avaliação geoambiental da bacia hidrográfica do Córrego Bagagem, Goiás - GO**. 2021. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Campus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2021.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 37 (12): 4302-4315, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian cerrado. **Conservation biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

LIMA, J. E. F. W; SILVA, E. M. Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: importância e situação. **Cerrado: Ecologia e Flora**, Brasília: EMBRAPA, p. 89-106, 2008.

MATSON, P. A. et al. Agricultural intensification and ecosystem properties. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 504-509, 1997.

MIZIARA, F. Expansão de fronteiras e ocupação do espaço no Cerrado: o caso de Goiás. **Natureza viva Cerrado**. Goiânia: Ed. da UCG, 2006.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

OLIVEIRA, K. R. A. Fronteira agrícola e ameaças às Unidades de Conservação no Cerrado. **Revista Campo-Território**, v. 16, n. 40 Abr., p. 389-408, 2021.

OLIVEIRA, A. H.; KLINKE NETO, G. K.; PEREIRA, S. Y. **Análise do Relevo para o mapeamento de áreas favoráveis ao processo de infiltração**. XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, Campinas-SP, 2016.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010.

PROJETO MAPBIOMAS - **Coleção 6 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. 2021. Disponível em: https://code.earthengine.google.com/?accept_repo=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit&scriptPath=users%2Fmapbiomas%2Fuser-toolkit%3Amapbiomas-user-toolkit-lulc.js. Acesso em: nov, 2021.

RIBEIRO, J. F; WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de; RIBEIRO, J. F. (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**, v. 2. Brasília: EMBRAPA-CERRADOS, 2008.

ROSS, J. L. S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. *Revista do Departamento de Geografia*, 8, 63-74, 2011. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>

ROSS, J. L. S. Landforms and environmental planning: Potentialities and Fragilities. *Revista do Departamento de Geografia*, p. 38-51, 2012.

RUHOFF, A. L. et al. Avaliação dos processos erosivos através da equação universal de perdas de solos, implementada com algoritmos em legal. **Geomática**, v. 1, n. 1, p. 12-22, 2006.

SILVA, C. M. Entre Fênix e Ceres A grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. **Varia História**, Belo Horizonte, v. 34, n. 65, p. 409-444, mai/ago 2018.

SILVA, I. S.; EVANGELISTA, J. P.; MELO, S. C. Os Impactos da Agricultura Moderna no Cerrado Mato-Grossense: Um Estudo de Caso do Município de Primavera do Leste-MT. **Revista Georaguaia**, v.11, n.2, p.235-250, 2021.

SOUSA et al. Plano de recuperação de áreas de pastagem em vias de degradação para maximizar a produção animal. **Rev. Ciênc. Agroamb.**, v.19, n.1, 2021.

SOUZA, J. C.; MARTINS, P. T. de A.; DRUCIANKI, V. P. Uso e cobertura do solo no Cerrado: panorama do período de 1985 a 2018. **Élisée, Rev. Geo. UEG**, v.9, n.2, edição especial, jul./dez. 2020.

TILMAN, D. Global environmental impacts of agricultural expansion: the need for sustainable and efficient practices. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 96, n. 11, p. 5995-6000, 1999.

TSCHARNITKE, T. et al. Landscape moderation of biodiversity patterns and processes-eight hypotheses. **Biological reviews**, v. 87, n. 3, p. 661-685, 2012.

TURETTA, A.P.D.; Prado, R.B.; Schuler, A.R. Serviços ambientais no Brasil: do conceito à prática. In Prado, Rachel Bardy. Prado, R.B.; Turetta, A.P.D. e Andrade, A.G. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010.

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Digital elevation – SRTM**. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: nov. 2021.

VALLE, I. C.; FRANCELINO, M. R.; PINHEIRO, H. S. K. Mapeamento da fragilidade ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**, v. 23, p. 295-308, 2016.

WU, L.; PENG, M.L.; QIAO, S.S.; MA, X.Y. Assessing impacts of rainfall intensity and slope on dissolved and adsorbed nitrogen loss under bare loessial soil by simulated rainfalls. **Catena**, 170, p. 51-63, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.06.007>.