

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE À PERDA DE SOLOS DA RESERVA DA BIOSFERA DO CERRADO EM GOIÁS E DISTRITO FEDERAL

*Analysis of vulnerability to soil loss in Cerrado Biosphere Reserve in Goiás and
Federal District*

*Análisis de vulnerabilidad a la pérdida de suelo en la Reserva de la Biosfera Cerrado
en Goiás y el Distrito Federal*

Karla Maria Silva de Faria¹
Ana Caroline Rodrigues Cassiano de Sousa²
Jaqueline Gomes Batista³

RESUMO

A grande preocupação global com os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas incentivou a proposição de um modelo de gestão internacional denominado Reserva da Biosfera (RB), que foi implementado no Cerrado brasileiro na década de 1990. A área, no entanto, é alvo de pressões antrópicas impostas pela urbanização e agropecuária que podem tornar a região mais vulnerável à ocorrência de erosões. Portanto, o objetivo do trabalho foi analisar a vulnerabilidade à perda de solos da RB Cerrado em Goiás e no Distrito Federal, sendo considerados os aspectos climáticos, geológicos, pedológicos, geomorfológicos e de uso e cobertura do solo; foram atribuídos valores de vulnerabilidade a cada parâmetro, o que possibilitou a álgebra de mapas, a geração do mapa de vulnerabilidade e sua posterior categorização em cinco classes. Os resultados indicaram a predominância de áreas classificadas como de vulnerabilidade média (76,27%) e a ausência de vulnerabilidades muito altas, e reforçaram a importância das zonas núcleos da RB Cerrado de GO e DF para o disciplinamento do uso do solo e a conservação de áreas frágeis.

Palavras-chave: Erosões. Vulnerabilidade erosiva. Áreas protegidas.

ABSTRACT

Due to the global concerns about human activities' environmental impacts, the international model of management named Biosphere Reserve (RB) was implemented in Brazilian Cerrado in the 1990s. Nevertheless, this area is a target of anthropized areas, urbanization, agriculture and pasture, since those can make this RB more vulnerable to erosions. Therefore, the aim of this work is to analyze the vulnerability to soil loss in RB Cerrado, in Goiás and Federal District, considering the aspects of climate, geology, pedology, geomorphology and of land use and land cover; values of vulnerability was given to each parameter and then was proceeded the algebra of maps, the development of vulnerability map and its categorization in five classes. The results indicate the predominance of areas classified as average vulnerability (76,27%) and the absence of very high vulnerabilities, and emphasize the relevance of the nuclear zones of RB Cerrado in GO and DF to discipline the land use and the conservation of fragile areas.

Keywords: Erosions. Erosive vulnerability. Protected areas.

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG); E-mail: karla_faria@ufg.br

² Universidade Federal de Goiás (UFG); E-mail: caroline.r.c@hotmail.com

³ Universidade Federal de Goiás (UFG); E-mail: jaquelinegmsb@gmail.com

RESUMEN

La gran preocupación mundial por los impactos ambientales derivados de las actividades humanas impulsó la propuesta de un modelo de gestión internacional denominado Reserva de la Biosfera (RB), que se implementó en el Cerrado brasileño en la década de 1990. Sin embargo, la zona está sujeta a presiones de impactos antropogénicos impuestos por la urbanización y la agricultura que pueden hacer que la región sea más vulnerable a la erosión. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue analizar la vulnerabilidad a la pérdida de suelo en el RB Cerrado en Goiás y Distrito Federal, aspectos relacionados con aspectos climáticos, geológicos, edafológicos, geomorfológicos y de uso y cobertura del suelo; A cada parámetro se le asignaron valores de vulnerabilidad, lo que permitió el álgebra de mapas, la generación del mapa de vulnerabilidad y su posterior categorización en cinco clases. Los resultados indicaron el predominio de áreas clasificadas como vulnerabilidad media (76,27%) y la ausencia de vulnerabilidades muy altas, y reforzaron la importancia de las áreas núcleo del RB Cerrado de GO y DF para disciplinar el uso del suelo y la conservación de áreas frágiles.

Palabras clave: Erosiones. Vulnerabilidad erosiva. Áreas protegidas.

1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais antrópicos sobre a superfície da terra são preocupações de caráter global. Por esse motivo, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) estabeleceu um modelo de gestão internacional denominado Reserva da Biosfera (RB), visando à preservação da biodiversidade, a pesquisa, o monitoramento e educação ambiental, sustentabilidade e qualidade de vida.

No Brasil, as RBs são abrangidas na Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), considerando que elas podem ser ou não integradas por Unidades de Conservação (UCs) (BRASIL, 2000). Dentre os objetivos das RBs para o período de 2015-2025 estão a conservação da biodiversidade, a restauração e intensificação dos serviços ecossistêmicos e o incentivo ao uso sustentável dos recursos naturais (UNESCO, 2017).

Reconhecendo a necessidade de conservação dos aspectos ambientais do Cerrado brasileiro, a RB Cerrado foi estabelecida em três fases distintas, sendo a primeira aprovada em 1993, apenas com áreas no Distrito Federal. Em 2000 e 2001 ocorreram a segunda e terceira fases da RBC, aumentando sua abrangência para os estados de Goiás, Tocantins, Maranhão e Piauí (MMA, 2016a). Brito e Silva (2019) afirmam que as principais pressões sobre a RB Cerrado são relacionadas a expansão urbana, atividades agropastoris e expansão agrícola.

As RBs foram idealizadas para alcançarem seus objetivos por meio da categorização de sua área em três tipos de zonas distintas, com funções específicas: as

áreas centrais, também chamadas de zonas núcleo (ZN); as zonas de amortecimento, ou *buffer zones* (ZAs), e as zonas de transição (ZTs) (UNESCO, 2008). No território brasileiro, o SNUC especifica os usos permitidos para estas áreas, onde as ZNs devem ser utilizadas para fins de preservação integral do ambiente natural, as ZAs para atividades pouco ou nada impactantes às ZNs, e as ZTs podem ser utilizadas sem restrições rígidas para sua ocupação (BRASIL, 2000).

No cenário da RB Cerrado, o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016b) reconhece que as ZNs possuem as maiores porções de vegetação íntegra e contínua, enquanto as ZAs são caracterizadas por pressões antrópicas. Portanto, é importante levantar os impactos dessas pressões sobre os solos, decorrentes principalmente do desenvolvimento de atividades antrópicas inadequadas como a agricultura extensiva, a pastagem intensiva e o desmatamento, que podem comprometer o equilíbrio ecológico dessa região (DALMOLIN; CATEN, 2012).

Sabe-se que uma das principais consequências da degradação causada pela intervenção antrópica são as erosões hídricas que, de forma geral, são intensificadas pelo plantio e manejo inapropriados do solo, que induzem o desenvolvimento de feições erosivas, tornam o solo mais vulnerável e promovem sua perda (CAMAPUM DE CARVALHO et al., 2006).

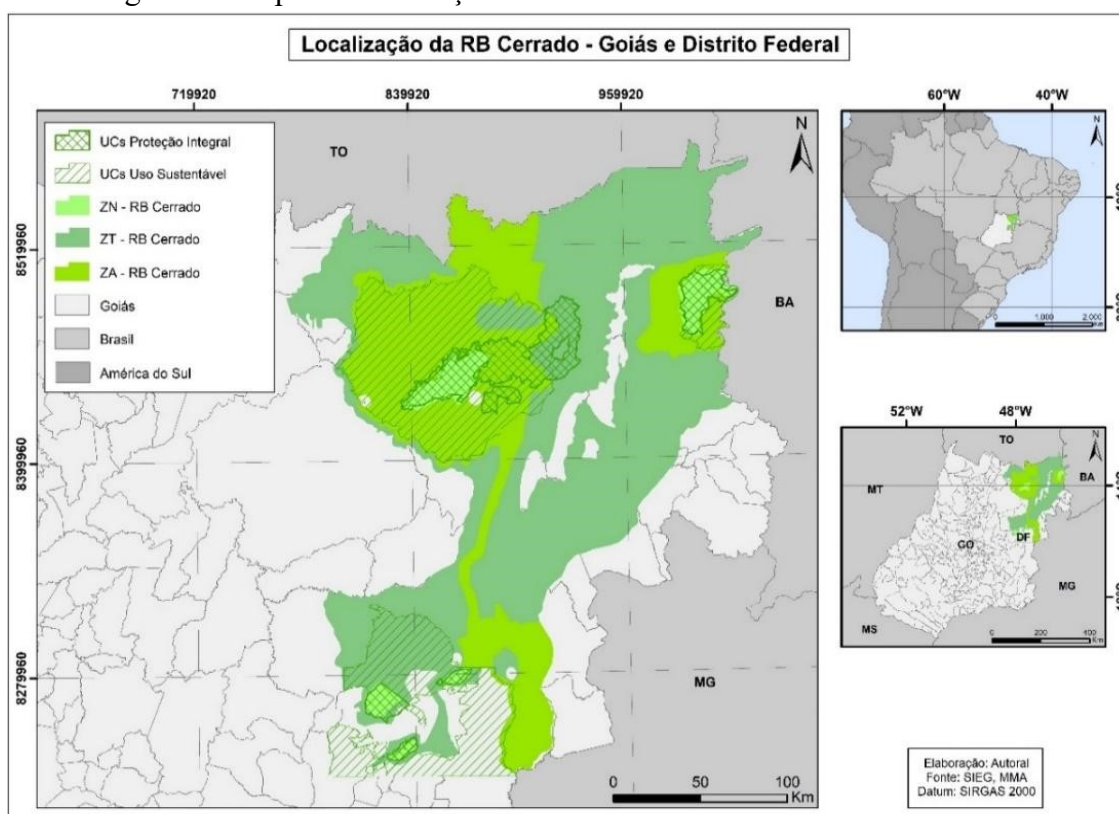
Portanto, o objetivo principal deste trabalho é analisar a vulnerabilidade à perda de solo nas áreas da RB Cerrado situadas em Goiás e no Distrito Federal, a fim de identificar as regiões mais vulneráveis e comparar os resultados nas distintas zonas desta RB.

2. METODOLOGIA

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo corresponde às Fases II e III da RB Cerrado situadas em GO e DF. Ocupa um total de 44.575,07 km² e possui três zonas bem definidas, sendo 4,16% do total ocupado por ZN, 61,89% por ZT e 33,95% por ZA (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da RB Cerrado em Goiás e Distrito Federal



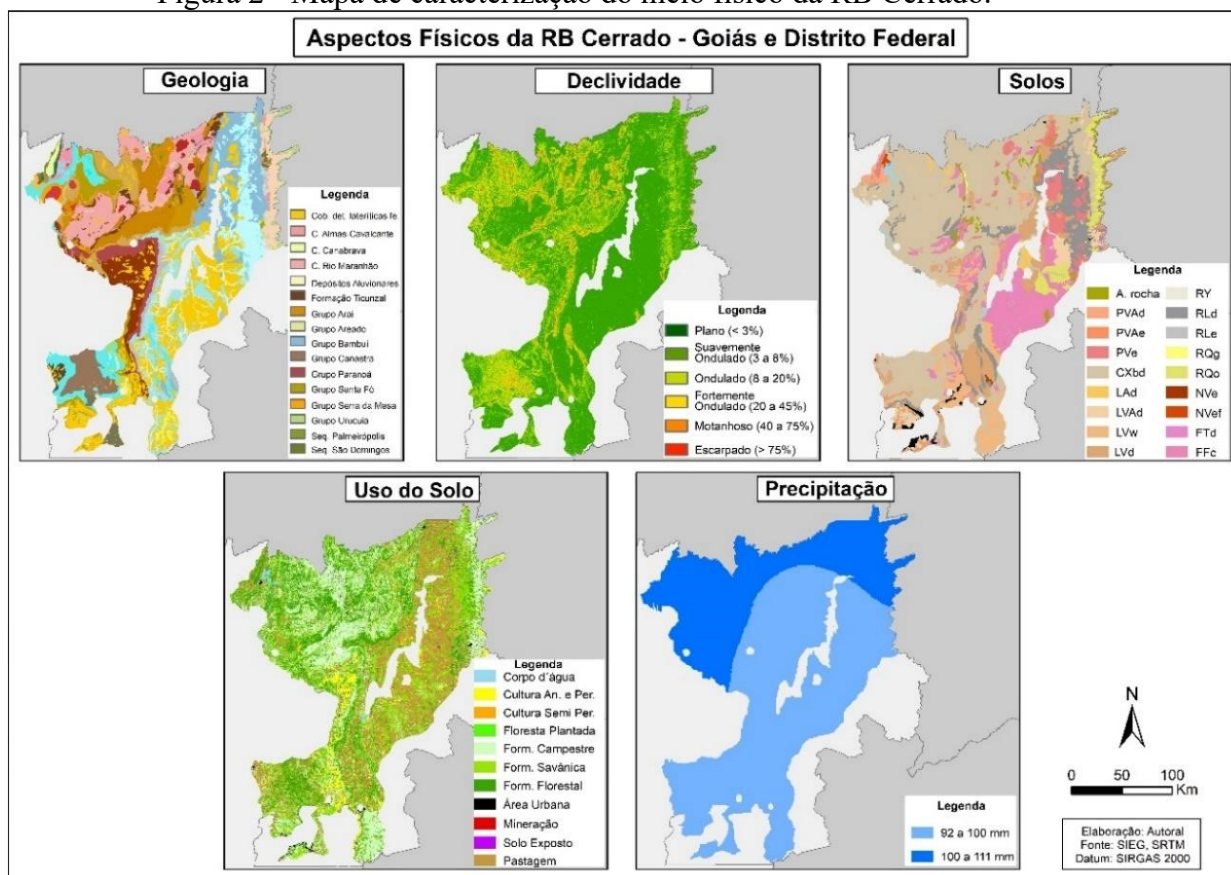
Fonte: Autorial (2021).

Na RB Cerrado, as ZNs são representadas pelas unidades de conservação (UCs) de proteção integral: Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Parque Estadual de Terra Ronca, Parque Nacional de Brasília, Estação Ecológica de Águas Emendadas, Reserva Ecológica do IBGE, Jardim Botânico de Brasília e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Já as ZAs, que correspondem ao entorno das ZNs e podem ser compostas por UCs de uso sustentável são, principalmente, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) do Planalto Central, do Pouso Alto e da Serra Geral de Goiás.

As ZTs não representam um limite específico de UCs, sendo destinadas principalmente para o monitoramento e aplicação de metodologias mais amplas de educação ambiental e desenvolvimento socioeconômico sustentável. Devem formar corredores ecológicos a partir de áreas de preservação permanente de cursos hídricos, por exemplo (UNESCO, 2020).

Alguns aspectos considerados relevantes para a caracterização da RB Cerrado são o clima, a geologia, a declividade, os solos e o uso do solo (Figura 2).

Figura 2 - Mapa de caracterização do meio físico da RB Cerrado.



Fonte: Autoral (2021).

Os principais tipos de clima da região, segundo a classificação de Köppen, são o Tropical com inverno seco (Aw), o Subtropical de altitude com inverno seco e verão ameno (Cwb) e o Subtropical de inverno seco e verão quente (Cwa). O clima predominante é o Aw e os demais estão presentes apenas nas proximidades do Distrito Federal, incluindo a região do Parque Nacional de Brasília, e entre os municípios de Cavalcante e Alto Paraíso de Goiás, que abrigam o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e a Área de Proteção Ambiental do Planalto Central. Conforme representado no mapa, a média de pluviosidade da região varia entre 91,53 e 110,71 mm/mês, sendo que as regiões com maiores índices estão na porção Norte.

A geologia do Grupo Bambuí predomina, ocupando cerca de 23,5% da RB Cerrado, sendo de especial relevância por ser um grupo relacionado a ambientes Cársticos (ICMBIO, 2019), e é seguido pelos grupos de Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (16,9%), Paranoá (16,8%) e Arai (15,2%). Os demais grupos ocupam áreas que equivalem

a menos de 10%, porém, cabe ressaltar a variedade de grupos geológicos na região e que as Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas ocupam principalmente a região mais plana.

Devido ao fato de a RB Cerrado se localizar sobre Planalto Central do Brasil, o relevo dessa região é predominantemente plano, com algumas áreas de relevo ondulado e fortemente ondulado e pequenas porções de relevo montanhoso e escarpado na região noroeste e sul. Já na porção nordeste, verifica-se a presença de um seguimento linear com relevo fortemente ondulado entre duas zonas de relevo plano, o que indica uma cadeia de montes, e na extremidade Leste há maior dissecação devido à presença da Serra Geral de Goiás.

Em relação aos solos, os principais tipos existentes na região são os Cambissolos Háplicos distróficos (47,7%), os Latossolos Vermelhos (14,9%), os Plintossolos Pétricos concrecionários (12,5%) e os Neossolos Litólicos distróficos (9,4%). Cerca de metade dos solos presentes na RB Cerrado são Cambissolos, que possuem alta vulnerabilidade natural a erosões, até mesmo por se encontrarem comumente nas regiões com relevo mais movimentado.

O uso do solo na região é diversificado. No ano de 2018, segundo dados do MapBiomas 4.0, são evidentes as classes de uso: formações florestais, savânicas e campestres; pastagem, floresta plantada, cultura anual e perene e cultura semi-perene; área urbana, mineração, solo exposto e corpo d'água.

Em Goiás, a classe de pastagem se distribui amplamente em grandes manchas que dividem espaço principalmente com a formação campestre, em especial nas porções mais centrais; já no DF, há um mosaico mais diversificado entre várias classes de uso.

Na ZA entre os Parques Nacionais (PARNAs) da região, há um padrão de uso mais voltado para a agricultura, e em várias porções da RB Cerrado há presença de corpos d'água, sendo o mais expressivo deles correspondente ao Lago da Serra da Mesa, a Sudoeste. Nas regiões das UCs nota-se maior presença de vegetação nativa florestal, savânica e campestre.

Brito e Silva (2019) afirmam que entre os anos de 2001 e 2016 houve contínua e progressiva transformação da vegetação natural em áreas com usos antrópicos na RB Cerrado. Nas áreas de abrangência do Distrito Federal, as autoras justificam a pressão antrópica devido ao grande aumento populacional nesta região desde os anos 1970, e nas áreas localizadas em Goiás a pressão é marcada principalmente pelo uso agropecuário.

2.2 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, foram realizados o levantamento bibliográfico sobre a área de estudo e a aquisição e organização dos dados espaciais para análise da vulnerabilidade à perda de solos.

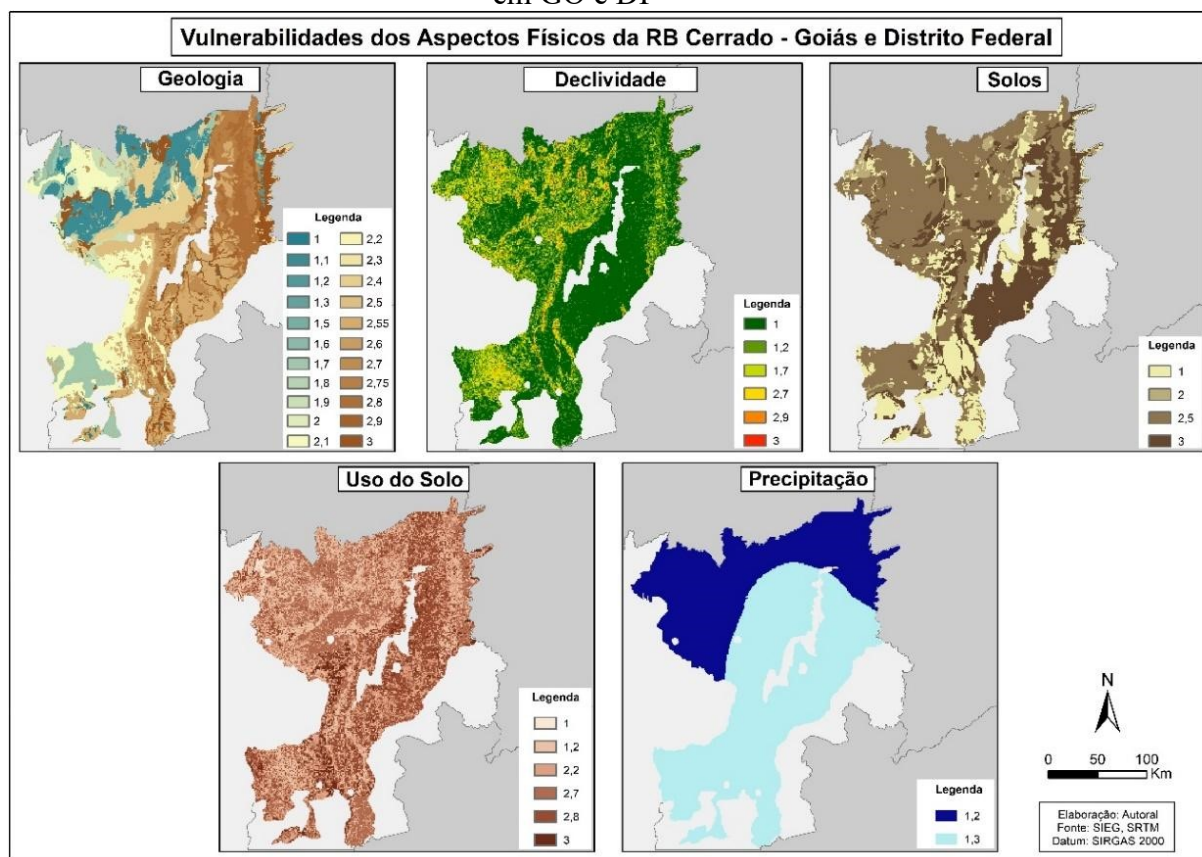
Para o processamento dos dados e elaboração dos mapas foi utilizado o *software* ArcMap 10.1. As bases de dados utilizadas foram o portal do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG), para obtenção dos dados de geologia e solos; o portal do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), para gerar a declividade; o portal do MapBiomas, para obtenção do uso do solo; e o portal do AgriTempo, para dados de precipitação.

O mapa de vulnerabilidade à perda de solo foi obtido a partir de uma adaptação da metodologia de Crepani et al. (2001), com uso da Equação 1, que estabelece como aspectos físicos influentes no desenvolvimento de erosões e consequente perda de solos: o clima, por meio da pluviometria (C); a geologia (G); a geomorfologia, representada pela declividade (R); solos (S); e a vegetação ou uso do solo (Vg).

$$V = (C + G + R + S + Vg) / 5 \quad (\text{Equação 1})$$

Os índices para cada aspecto físico da equação foram adotados considerando as características de maior ou menor vulnerabilidade erosiva de cada classe dos aspectos físicos da RB Cerrado, e todos os índices adotados estão apresentados na Figura 3, sendo que os índices mais próximos a 1 correspondem à prevalência da pedogênese e consequente estabilidade nessa porção da paisagem, e nos mais próximos de 3 prevalece a morfogênese, gerando maior instabilidade e transformações no relevo (CREPANI et al., 2001).

Figura 3 - Índices de vulnerabilidade à perda de solo dos aspectos físicos na RB Cerrado em GO e DF



Fonte: Autoral (2021).

Após a atribuição dos índices de vulnerabilidade para cada aspecto do meio físico, o mapa final de vulnerabilidade à perda de solos foi gerado por meio de Álgebra de Mapas, sendo realizada a classificação dos índices de vulnerabilidade em cinco níveis: muito baixa (1 a 1,3), baixa (1,4 a 1,7), média (1,8 a 2,2), alta (2,3 a 2,6) e muito alta (2,7 a 3), conforme o aumento da instabilidade da paisagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os aspectos de meio físicos da RB Cerrado resultaram em distintas considerações quanto à vulnerabilidade. O aspecto relacionado ao clima representa vulnerabilidade baixa em toda a região, por não ultrapassar os 111 mm de média de precipitação mensal. Para a geologia, predominam as áreas com vulnerabilidade média, devido à expressiva presença de rochas do tipo sedimentar, cuja resistência à agregação pode ser alterada “quando a água que penetra pelos espaços porosos introduz materiais cimentantes ou

produz a dissolução, substituição ou remoção de alguns ingredientes” (CREPANI et al., 2001).

A declividade da área de estudo corresponde predominantemente a um índice de vulnerabilidade baixo, por ter relevo pouco movimentado, porém, há algumas porções medianamente vulneráveis, especialmente à oeste da área de estudo. Os solos também apresentam tendência a valores medianos devido à grande presença de Cambissolos, sendo que os locais com baixos índices correspondem majoritariamente à porção Leste (Latosolos), e as áreas altamente vulneráveis correspondem às áreas de Plintossolos, na porção central.

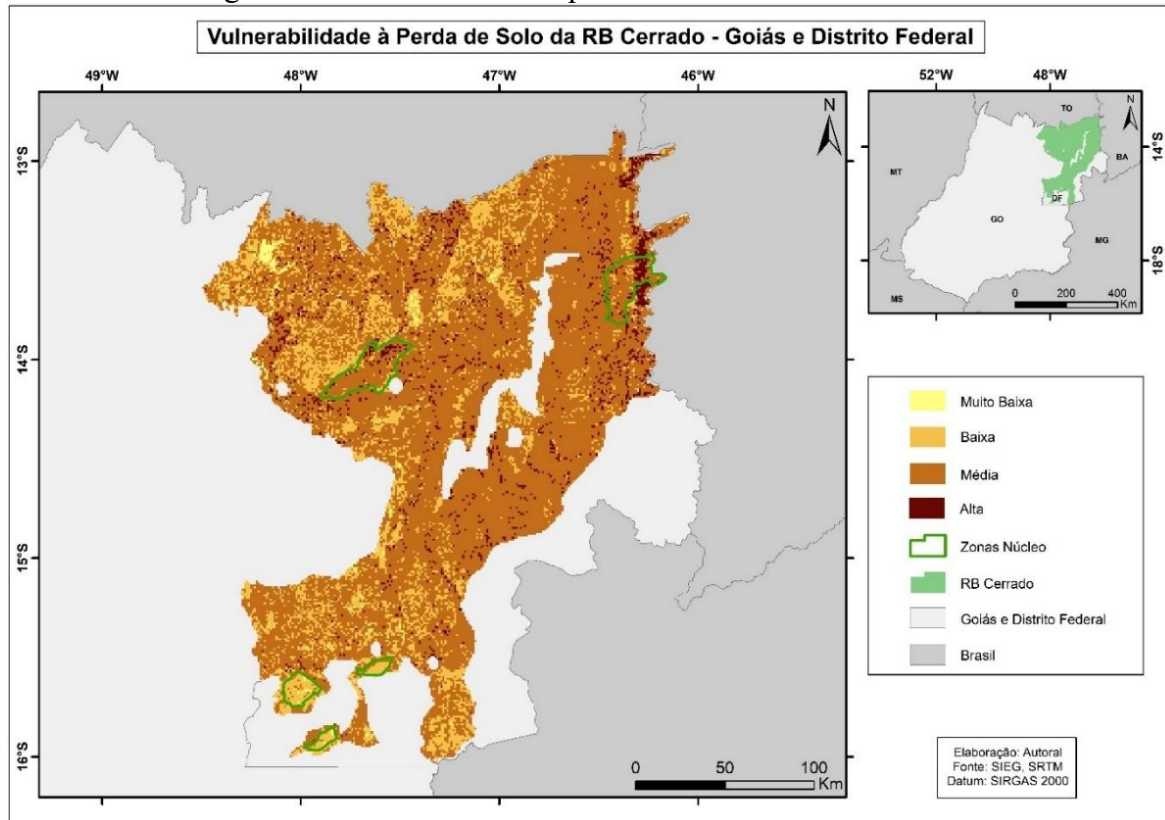
Quanto ao uso do solo e cobertura vegetal, devido à elevada ocupação por pastagens e formações campestres na RB Cerrado em Goiás e Distrito Federal, a maior parte da área tem vulnerabilidade média, mas também há presença significativa de áreas com índice alto, onde ocorrem atividades agrícolas e ocupações urbanas.

Tradicionalmente, o processo de antropização se intensificou nas áreas de Cerrado principalmente devido às suas condições naturais favoráveis para o desenvolvimento de agricultura mecanizada, assim como por questões econômicas que favoreceram as atividades agropecuárias e a produção para exportação, incentivada desde a década de 1970 por projetos como o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (POLOCENTRO) e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER) (CARVALHO, FERREIRA e BAYER, 2008; GANEM, DRUMMOND e FRANCO, 2008; FERREIRA et al., 2009).

Como os estudos sobre esse bioma são relativamente recentes, o Cerrado não teve sua relevância ecológica reconhecida durante muito tempo e, inclusive, foi desconsiderado na Constituição Federal de 1988, que não o apontou na relação dos biomas considerados Patrimônio Nacional, até que em 1992, impulsionados pelo Programa MAB da UNESCO, foram iniciados estudos para implantação de uma RB em área de Cerrado (DOYLE, 2009).

Na atualidade dessa RB do Cerrado, considerando o ano de 2018, o mapeamento de vulnerabilidade à perda de solos na RB Cerrado aponta certa estabilidade entre os processos de morfogênese e pedogênese que resultam na estabilidade ou instabilidade à perda de solos. Essa constatação pode ser observada no mapa da Figura 4, onde é possível notar a presença majoritária de áreas com índices médios de vulnerabilidade.

Figura 4 - Vulnerabilidade à perda de solos da RB Cerrado



Fonte: Autoral (2021).

Na contabilização das áreas correspondentes a cada índice (Quadro 1), verifica-se que quase 20% do total da área tem prevalência dos processos de pedogênese (muito baixa e baixa vulnerabilidades). É reforçada a predominância das áreas medianas (76,27%, mais de 3/4 do total) principalmente devidas às características litológicas e pedológicas mais frágeis às ações de intemperismo, como rochas sedimentares e Cambissolos.

Quadro 1 - Áreas e percentuais de vulnerabilidade à perda de solo na RB Cerrado GO e DF

| Muito baixa | Baixa | Média | Alta | Muito alta |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| 398,8 km ² | 8035,9 km ² | 32793,1 km ² | 1767,7 km ² | 0 km ² |
| 0,93% | 18,69% | 76,27% | 4,11% | 0 % |
| Vulnerabilidade → | | | | |

Fonte: Autoral (2021).

A predominância das médias vulnerabilidades à perda de solos também é relatada em outras regiões do Cerrado na última década, como nas bacias hidrográficas do rio Claro (GO), do rio do Peixe (GO) e do rio Claro (SP) (SANTOS; MARTINS, 2018;

NICOLAU, 2018; CARVALHO et al., 2020), que se utilizaram de metodologia de análise semelhante.

Por outro lado, a ausência de áreas com vulnerabilidade muito alta não era esperada devido à conhecida fragilidade natural de parte dos solos e geologias nessa região, mas pode ter sido motivada pelo fato da precipitação e declividade apresentarem índices muito baixos, tendo em vista que a metodologia utilizada aplica uma média e, caso um dos aspectos seja muito baixo em toda a área este poderá minorar os índices resultantes, sendo possível encontrar em campo vulnerabilidade mais expressiva, o que foi verificado por Santos e Martins (2018).

Cabe citar que na RB Cerrado uma parte significativa das porções mais frágeis apresenta amplas áreas de pastagens ou campos nativos, que representam baixa proteção do solo. Já as áreas de agricultura estão em regiões mais estáveis, com solos bem desenvolvidos e declividade mais suave (menores vulnerabilidades), o que pode indicar uma possível efetividade do disciplinamento dessas práticas agrícolas por se localizarem em uma Reserva da Biosfera. Apesar disso, o controle das atividades pastoris necessita de maior intensificação, pois há diversas zonas medianamente vulneráveis sendo utilizadas para essa finalidade.

Outro fator que ressalta a importância dessa RB é a localização de suas ZNs, pois as três da porção Sul apresentam tendência a vulnerabilidades muito baixas e baixas, sendo que possivelmente essas áreas foram escolhidas como ZNs não pela vulnerabilidade, mas sim pela relevância ecológica, devido à presença de remanescentes de Cerrado e importantes nascentes.

Nesse sentido, mesmo as UCs que não estão situadas em áreas frágeis quanto à erosão cumprem uma importante função de preservar remanescentes de Cerrado em áreas expressivamente urbanizadas, como o DF e seu entorno, mesmo sofrendo com intensas pressões da urbanização e com a falta de conectividade entre si (BOURSCHEIT; MENEGAT, 2018).

Já os outros dois núcleos, a Norte, indicam vulnerabilidades predominantemente médias, com manchas consideráveis com alto índice. Esse resultado se deve, em geral, à vulnerabilidade natural do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros e do Parque Estadual de Terra Ronca que, além de serem cobertos principalmente por formações savânicas e campestres, cuja susceptibilidade é maior, apresentam geomorfologia e solos

mais frágeis, o que possivelmente influenciou na escolha dessas áreas como nucleares para a RB Cerrado.

Com relação às ZAs, na região Oeste da RB Cerrado predominam vulnerabilidades baixas a médias, porém na porção Leste a vulnerabilidade é mediana a alta e esse padrão se repete para as ZTs. Isso ocorre devido à fragilidade natural da área, pela grande presença de formações savânicas e campestres, assim como de Plintossolos e do Grupo Bambuí, cujos índices de vulnerabilidade variam entre 2,7 e 2,9, mas também devido ao uso do solo com pastagens, fator que pode ser disciplinado por meio de políticas mais restritivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado do presente trabalho permitiu observar que a RB Cerrado tem vulnerabilidade à perda de solos predominantemente média, fator relativamente preocupante devido a sua relevância ecológica e que as ZNs da porção Norte e ZA e ZT da porção Leste apresentam expressiva área de vulnerabilidade média a alta, o que pode vir a ser intensificado com o uso inadequado dos recursos naturais dessas áreas.

É considerado ideal que nas regiões de maior vulnerabilidade natural nesta RB seja feito um planejamento eficaz que permita apenas o desenvolvimento de usos com restrições e o manejo adequado dos recursos naturais, diminuindo riscos. Os usos agrícolas têm se mantido em áreas menos vulneráveis, porém as práticas pecuárias se expandem para regiões com alta vulnerabilidade. Nesse sentido, é ressaltado que a existência de unidades de conservação como zonas núcleos auxilia uma gestão mais sustentável e reguladora da RB Cerrado.

Até a finalização deste trabalho, não foram encontrados resultados de outros autores referentes a vulnerabilidade dentro dos limites da RB Cerrado, o que reitera a importância deste estudo e da aplicação desse método amplamente utilizado para análise de vulnerabilidade.

REFERÊNCIAS

BOURSCHEIT, A.; MENEGAT, R. Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal: zona de ação pela sustentabilidade. **Ciência & Trópico**, v. 42, n. 2, 2018.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 04/11/2019.

BRITO, B. N.; SILVA, E. B. Análise multitemporal de uso e cobertura da terra na Reserva da Biosfera do Cerrado. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 73-91, 2019.

CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; MORTARI, D.; FÁZIO, J. A.; MOTTA, N. O.; FRANCISCO, R. A. Processos erosivos. In: CAMAPUM DE CARVALHO, J.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. (Org.). **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. 1ª ed., Brasília, FINATEC, p 93-156, 2006.

CARVALHO, T. M. DE; FERREIRA, M. E.; BAYER, M. Análise Integrada do Uso da Terra e Geomorfologia do Bioma Cerrado: Um Estudo de Caso para Goiás. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, n. 1, p. 62, 2008.

CARVALHO, A.C.P. et al. Different methodological approaches to natural vulnerability to erosion in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.36755-36775, 2020.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE: São José dos Campos, 2001. 124 p.

DALMOLIN, R. S. D.; CATEN, A. T. Uso da terra dos biomas brasileiros e o impacto sobre a qualidade do solo. **Entre-Lugar**, Dourados, ano 3, n. 6, p 181-193, 2012.

DOYLE, P. M. M. C. **Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal**. 2009.

FERREIRA, L. G. et al. Dinâmica agrícola e desmatamentos em áreas de Cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 61, n. 2, p. 117–127, 2009.

GANEM, R. S.; DRUMMOND, J. A.; FRANCO, J. L. A. Ocupação humana e impactos ambientais no bioma Cerrado: dos bandeirantes à política de biocombustíveis. **IV Encontro Nacional da Anppas**, p. 1–20, 2008.

ICMBIO. **Princípios de Carstologia e Geomorfologia Cárstica**. Org.: TRAVASSOS, L. E. P. Brasília, MMA, 2019, 242 p.

Ministério do Meio Ambiente – MMA (a). **Primeira Revisão Periódica da Reserva da Biosfera do Cerrado**: Reserva da Biosfera do Cerrado. Brasília, MMA, 2016. 142 p.

Ministério do Meio Ambiente – MMA (b). **Rede Brasileira de Reservas da Biosfera**. Brasília, MMA, 2016. 11 p.

NICOLAU, R. de F. Vulnerabilidade da paisagem à perda de solos da bacia hidrográfica do rio do Peixe – Goiás. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 19, p. 285-196, 2018.

SANTOS, P. T.; MARTINS, A. P. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Claro (GO) Utilizando Geotecnologias. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 36, p. 155–170, 2018.

UNESCO. **A New Roadmap for the Man and the Biosphere (MAB) Programme and its World Network of Biosphere Reserves**. Paris, 2017. 55 p.

UNESCO. **Madrid Action Plan for Biosphere Reserves (2008–2013)**. Madrid, 2008. 31 p.

UNESCO. **Ecological Sciences for Sustainable Development**. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/world-network-wnbr/>>. Acesso em: 04/11/2019.

UNESCO. **O Programa MAB e as Reservas da Biosfera, 2020**. Disponível em: <http://www.rbma.org.br/mab/unesco_01_oprograma.asp>. Acesso em: 07/2020.