

Diagnósticos ambientais em áreas com potencial alto de fragilidade no Distrito Federal, Brasil

Raphael Maia Aveiro Cessa¹, Anny Carolina Soares de Souza², Uirá do Amaral³

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – *Campus Planaltina*. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Área de Agronomia. raphael.cessa@ifb.edu.br.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – *Campus Planaltina*, Estudante do curso de Licenciatura em Biologia. anny.souza@estudante.ifb.edu.br.

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - *Campus Urutai*. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, Área de Agronomia. uira.amaral@ifgoiano.edu.br.

Submetido em: 21/02/2021 | Aceito em: 29/09/2021

Resumo

Este trabalho objetivou realizar diagnósticos ambientais das áreas com alto potencial de fragilidade ambiental no Distrito Federal, Brasil. Mapas temáticos de declividade e vulnerabilidade do solo à erosão hídrica reclassificados foram combinados para criação do mapa de susceptibilidade do solo à erosão hídrica, que por sua vez foi combinado com os mapas temáticos de uso do solo e erosividade da chuva, também reclassificados e que deram origem ao mapa de potencial de fragilidade ambiental. Nos locais identificados com alto potencial de fragilidade ambiental, coletaram-se informações por meio da observação dos aspectos dos componentes ambientais físicos, bióticos e antrópicos da paisagem. Foram constatadas áreas com alto potencial de fragilidade ambiental no Distrito Federal, sendo que nessas localidades os usos e ocupações do solo observados foram lavoura intensiva, atividades rurais de pequeno porte, pecuária intensiva manejada e pecuária intensiva degradada. O uso e ocupação do solo nas áreas com alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal, com “pecuária intensiva degradada” torna tais áreas frágeis ambientalmente, uma vez que nessas localidades há presença pouco representativa de áreas naturais e que não estão conservadas, não sendo utilizado nenhum tipo de método de conservação do solo. Para o uso e ocupação do solo do Distrito Federal em áreas com alto potencial de fragilidade ambiental ocupadas com lavoura intensiva, atividades rurais de pequeno porte e pecuária intensiva manejada, de forma geral, há necessidade de melhoria dos aspectos associados à conservação de áreas naturais, assim como o aprimoramento de técnicas vegetativas e mecânicas de conservação do solo.

Palavras-chave: Planejamento territorial. Morfogênese do solo. Uso e cobertura do solo.

Introdução

A fragilidade ambiental pode ser entendida como a vulnerabilidade natural do ambiente associada à proteção ou não que diferentes usos da terra são capazes de promoverem sobre determinada área (SCHIAVO *et al.*, 2016). Sua metodologia avaliativa preconiza o planejamento territorial e considera o meio ambiente como produto dinâmico da interação entre elementos do solo sob a perspectiva da morfogênese (declividade, formas de topo, microcanais de drenagem, entre outros), pedogênese, por exemplo, textura, profundidade e espessura de horizontes, permeabilidade e complexo de cargas elétricas do solo e uso e cobertura (aspectos antrópicos) do solo, além dos aspectos climáticos em compatibilização com o desenvolvimento

socioeconômico (KAWAKUBO *et al.*, 2005; CALIJURI *et al.*, 2007).

Os diferentes tipos de solo especializados em uma região determinam a eficiência dos seus usos e ocupações, bem como a intensidade dos impactos ambientais (TRENTIN; ROBAINA, 2012). A declividade, por exemplo, é fator de análise no estudo quando observados os processos erosivos ocorrentes no solo e que podem ser mais intensos de acordo com o grau de inclinação do terreno.

A fragilidade ambiental fundamenta-se nas Unidades Ecodinâmicas previstas por Tricart (1977) dentro de uma concepção ecológica, na qual o ambiente é analisado sobre a Teoria dos Sistemas, a qual pressupõe que na natureza as trocas de energia e matéria se processam

por meio das relações de equilíbrio dinâmico, que por sua vez é frequentemente alterado por intervenções antrópicas dos componentes ambientais, gerando momentos nos ambientes de desequilíbrios temporários (ambientes instáveis) ou até permanentes (ambientes estáveis).

Ross (1990), sobre os conceitos de Tricart (anteriormente citado), inseriu critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis (UEE) e Instáveis (UEI), as quais definem fragilidades ambientais potenciais (associadas às vulnerabilidades naturais dos ambientes) e emergentes (associadas às vulnerabilidades naturais dos ambientes e às proteções correspondentes aos tipos de uso do solo e da cobertura vegetal) do meio. As UEEs foram poupadas da ação humana, encontrando-se, portanto, em seu estado natural, como um bosque de vegetação natural. As UEI que passaram por intervenções antrópicas modificaram intensamente os ambientes naturais por meio dos desmatamentos e práticas de atividades econômicas diversas.

O aprimoramento conceitual das definições de Unidades Ecodinâmicas por Ross (1994) passou a considerar a potencialidade dos ambientes naturais e antropizados como definidora das fragilidades ambientais não mais as separando em emergente e potencial; foi considerado que, por mais intocado que esteja certo ambiente, sempre está sendo indiretamente afetado pela ação antrópica, seja pela poluição do ar, seja pelas águas subterrâneas, entre outros.

Atualmente, a análise da fragilidade ambiental tem como principal ferramenta os Sistemas de Informação Geográficas (SIG), ferramentas capazes de elaborar as informações coletadas e georreferenciadas e sintetizá-las para a criação de produtos finais, como mapas temáticos (PADILHA, 2013), permitindo, assim, o planejamento territorial das políticas públicas

de forma relativamente rápida, dinâmica-interativa e de baixo custo.

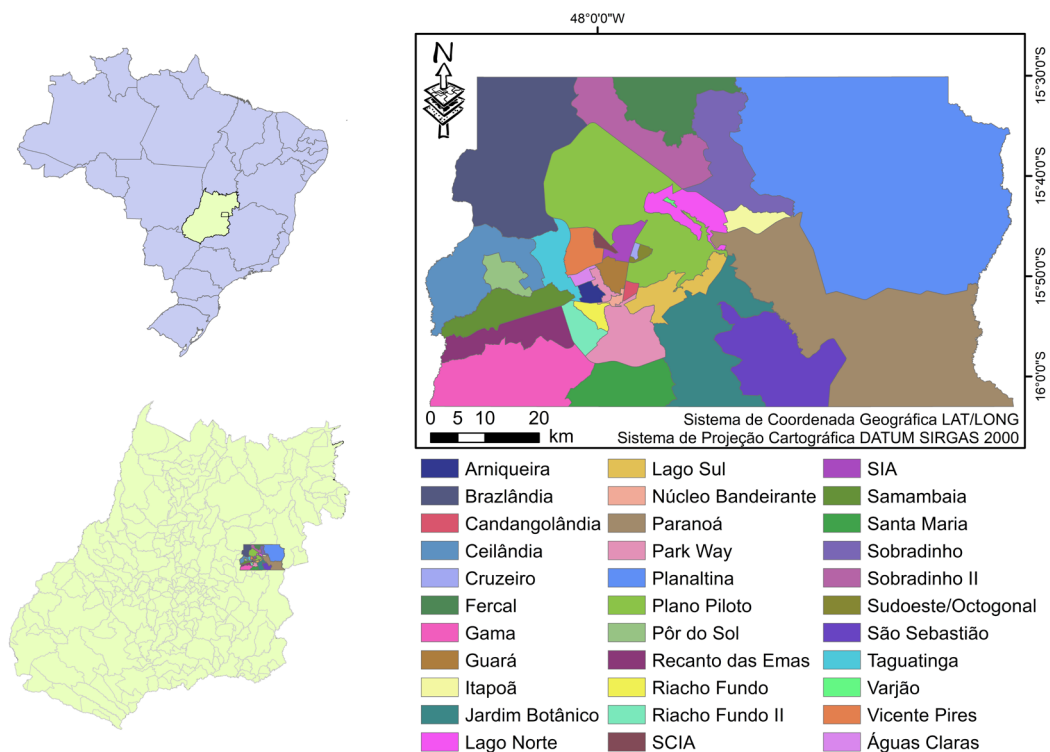
No presente trabalho, pretende-se “construir” um mapa de potencial de fragilidade ambiental a partir da combinação de um mapa de susceptibilidade do solo, proveniente da combinação da declividade com a vulnerabilidade do solo à erosão, com a erosividade das chuvas e uso e ocupação do solo. O pretendido diagnóstico ambiental, portanto, delineará, por meio da descrição visual da paisagem, a composição dos aspectos físicos, bióticos e antrópicos nas áreas tidas com alto potencial de fragilidade. Tais áreas possivelmente contemplam solos vulneráveis à erosão por aspectos da pedogênese ou morfogênese e presentes em locais com chuvas erosivas na condição de uso “sem proteção” ou antropizados.

Este trabalho objetivou realizar diagnósticos ambientais por meio da observação de alguns aspectos presentes nos componentes ambientais físicos, bióticos e antrópicos da paisagem, das áreas com potencial de fragilidade ambiental alto no Distrito Federal, Brasil.

Material e métodos

O estudo foi realizado na área do Distrito Federal (DF), localizado entre as coordenadas geográficas 15°30' e 16°03' de latitude Sul e entre os meridianos 47°25'e 48°12' de longitude Oeste, na região Centro-Oeste brasileira. Segundo CODEPLAN (2012), o DF ocupa área de 5.789,16 km², equivalente a 0,06 % do território nacional. Sua altitude varia de 850 m a 1.400 m em relação ao nível do mar. Atualmente, divide-se em 31 regiões administrativas (FIGURA 1), com população total de 2.570.160 habitantes, segundo censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).

Figura 1. Localização das Regiões Administrativas do Distrito Federal, Brasil.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

As etapas metodológicas utilizadas na elaboração do mapa de potencial de fragilidade ambiental no DF constituíram-se da delimitação de classes representativas de declividade e vulnerabilidade do solo à erosão, bem como do seu uso e ocupação e da erosividade das chuvas. Para tal, fez-se necessária a conversão de dados vetoriais em formato matricial, o que possibilitou o desenvolvimento das operações de álgebra de mapas por meio do aplicativo computacional ArcMAP 10.5.

Inicialmente, obteve-se o mapa no formato raster de declividade do DF a partir do modelo digital de elevação (formato vetorial) disponível no GeoPortal (2019) do Governo do Distrito Federal. Posteriormente, o mapa rasterizado de declividade foi reclassificado (função *reclassify*) a partir das informações da Tabela 1: (FIGURA 2).

Em seguida, obteve-se o mapa de vulnerabilidade do solo à erosão hídrica vetorizado

na escala 1:250.000, disponível em Sistema Estadual de Geoinformação (2018), do Estado de Goiás, de autoria da Empresa de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária, o qual foi rasterizado e reclassificado (FIGURA 3) segundo a Tabela 2.

Tabela 1. Classes de declividade da superfície do solo e coeficientes utilizados para reclassificação do mapa de declividade. Planaltina-DF, 2021.

Declividade (%)	Favorecimento*	Coefficiente
0,0 a 3,0	Muito fraco	5
3,0 a 8,0	Fraco	4
8,0 a 20,0	Médio	3
20,0 a 45,0	Forte	2
45,0 a 75,0	Muito forte	1

*favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo formado

Fonte: adaptado de Mendonça, Lombardi Neto e Viêgas (2006).

Tabela 2. Classes de vulnerabilidade do solo à erosão e coeficientes utilizados para reclassificação do mapa de declividade. Planaltina-DF, 2021.

Grau de vulnerabilidade do solo à erosão hídrica*	Classe de vulnerabilidade	Coeficiente
1 a 1,3	Muito baixa	5
>1,3 a 1,7	Baixa	4
>1,7 a 2,2	Média	3
>2,2 a 2,6	Alta	2
>2,6 a 3,0	Alta	1

Fonte: adaptado de Crepani *et al.* (2001).

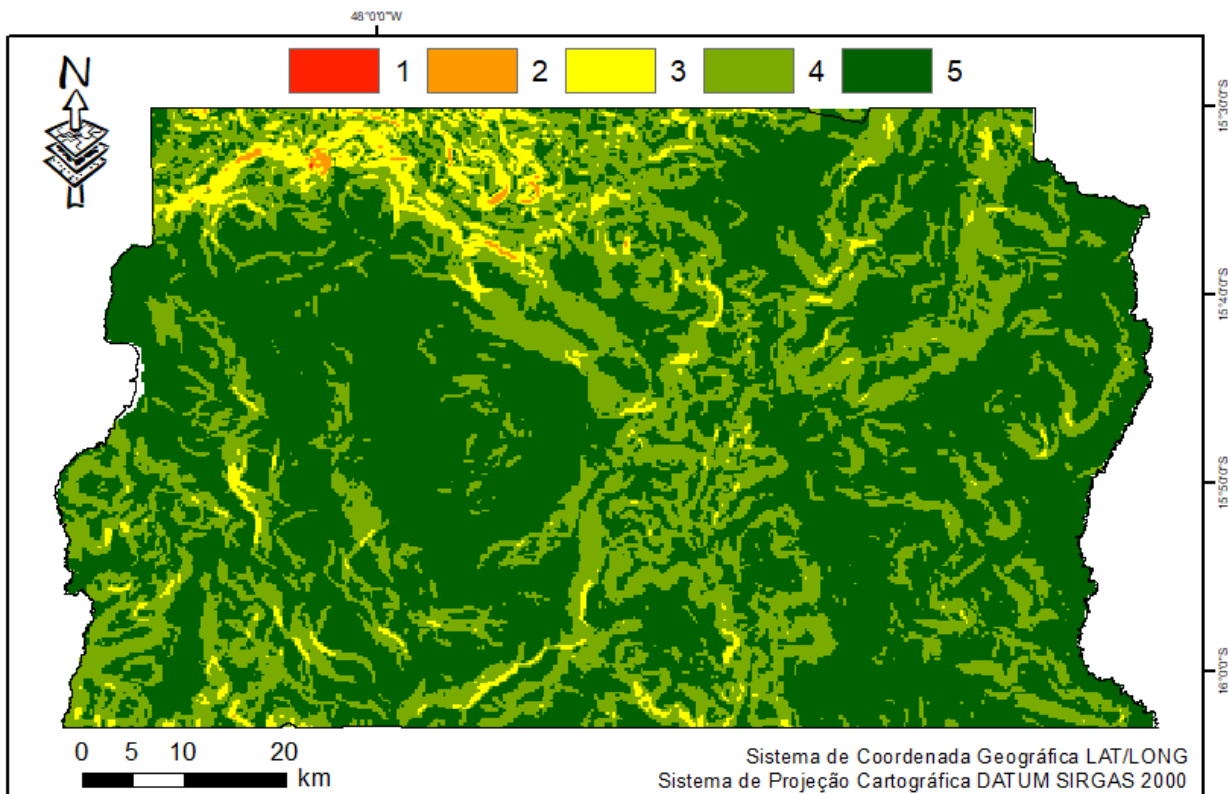
Tabela 3. Classes de susceptibilidade do solo à erosão. Planaltina-DF, 2021.

Classe	Coeficiente
Baixa	3
Média	2
Alta	1

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

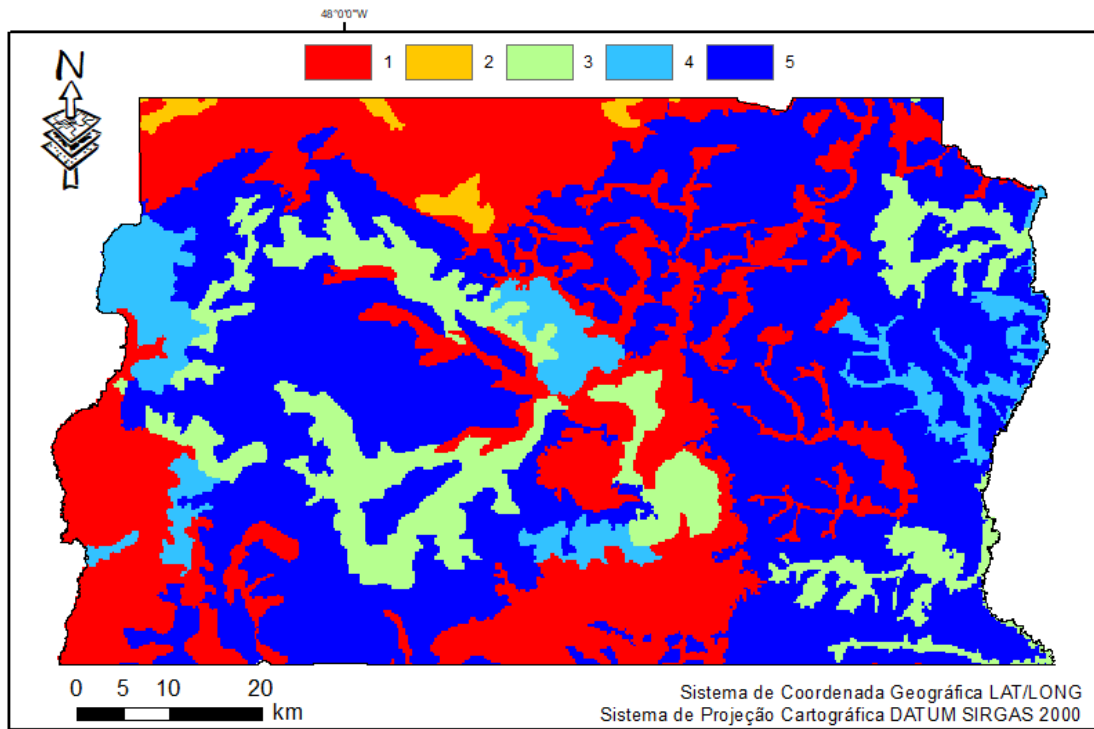
A partir dos mapas reclassificados de declividade e vulnerabilidade do solo à erosão hídrica, por meio da função *raster calculator* do aplicativo computacional ArcMAP 10.5, obteve-se um mapa segundo a equação subjetiva $(\text{declividade} \times 0,60) + (\text{vulnerabilidade} \times 0,40)$. Tal mapa foi reclassificado segundo a Tabela 3 originando um mapa temático da susceptibilidade do solo à erosão hídrica (FIGURA 4).

Figura 2. Mapa declividade reclassificado a partir dos coeficientes. Distrito Federal, Brasil



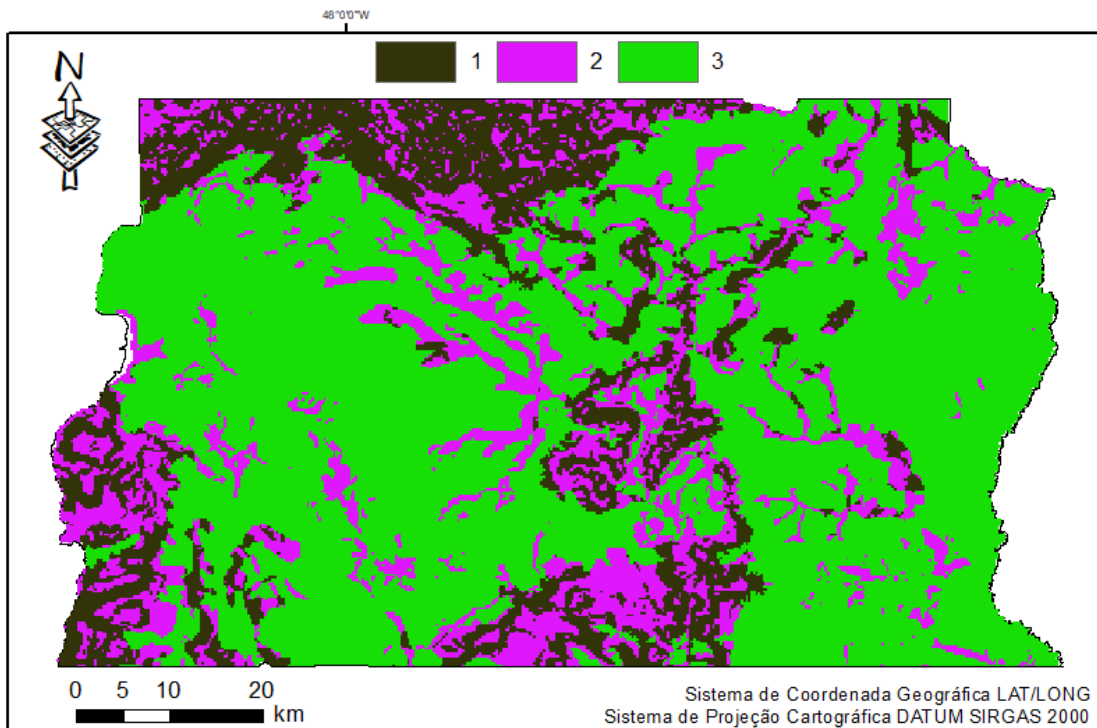
Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Figura 3. Mapa da vulnerabilidade do solo à erosão reclassificado a partir dos coeficientes. Distrito Federal, Brasil.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Figura 4. Mapa de susceptibilidade do solo à erosão hídrica reclassificada a partir dos coeficientes. Distrito Federal, Brasil.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Na sequência, foram obtidos os mapas vetoriais de uso do solo na escala 1:20.000 (GEOPORTAL, 2019) e de precipitação média anual (período entre 1997 e 2006), disponibilizado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2011) na escala 1:5.000.000, no âmbito do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil.

O mapa de uso do solo foi rasterizado e reclassificado (FIGURA 5) segundo a Tabela 4. O mapa vetorial das “chuvas” teve seus valores recalculados segundo Galdino *et al.* (2015), para valores de erosividade do período chuvoso (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março). Posteriormente foi rasterizado e reclassificado (FIGURA 6), de acordo com a Tabela 5.

Por fim, por meio da função “combine” do aplicativo computacional ArcMAP 10.5, o mapa de susceptibilidade do solo à erosão hídrica foi interposto aos mapas de uso do solo e de erosividade média anual da chuva, segundo critérios da Tabela 6. Tal procedimento permitiu a criação do mapa temático (formato raster) de potencial de fragilidade ambiental de áreas do DF.

Tabela 4. Classes de uso do solo e coeficientes utilizados para reclassificação do mapa de declividade. Planaltina-DF, 2021.

Uso do solo	Condição de proteção*	Coeficiente
Água	-	-
Área construída	Muito Alta	4
Sistema viário	Muito alta	4
Formação Cerrado	Alta	3
Formação Floresta	Alta	3
Formação Campo	Alta	3
Agric. e, ou Pec.*	Média	2
Solo exposto	Muito baixa	1

*capacidade de protegê-lo da erosividade das chuvas.

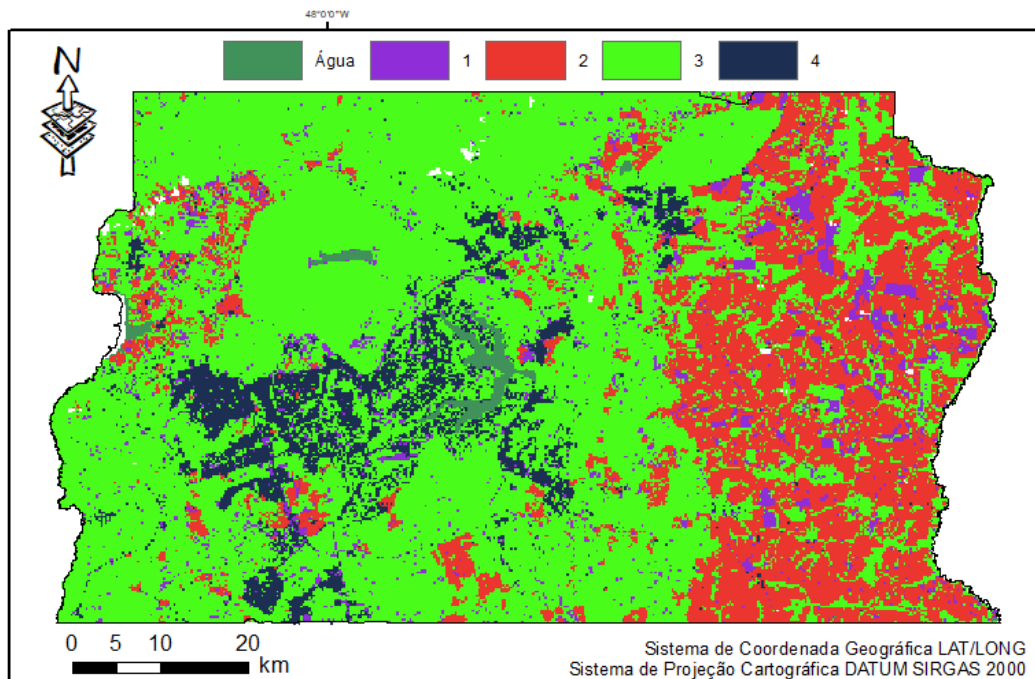
Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Tabela 5. Classes de erosividade das chuvas no período chuvoso e coeficientes utilizados para reclassificação do mapa de declividade. Planaltina-DF, 2021.

MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ano ⁻¹	Classe erosividade	Coeficiente
14.440 a 15.472	Alta	3
>15.472 a 16.543	Muito alta	2
> 15.543 a 17.898	Extremamente alta	1

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Figura 5. Mapa de uso do solo reclassificado a partir dos coeficientes. Distrito Federal, Brasil.



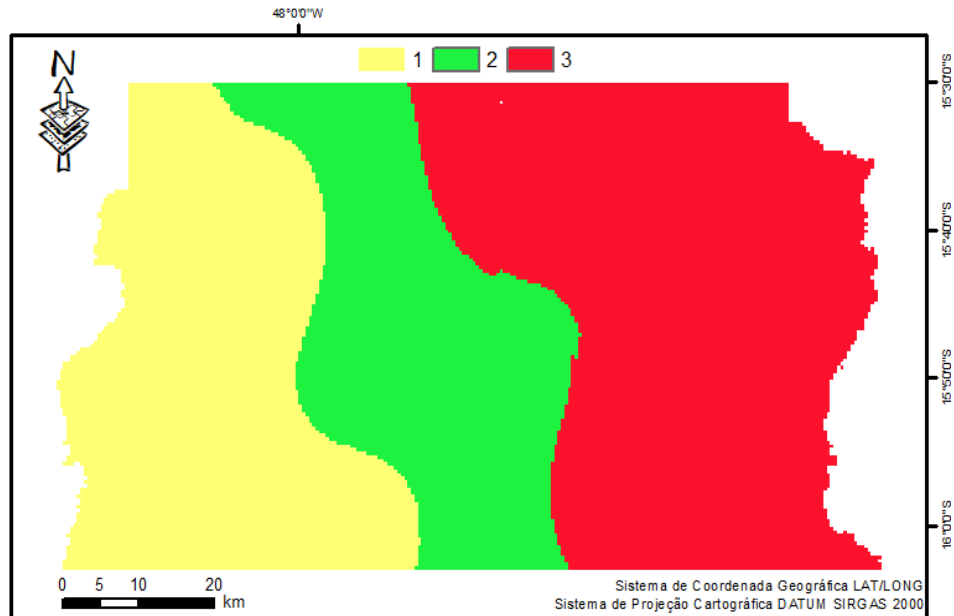
Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Na Figura 7, pode-se observar o fluxograma de trabalho para obtenção do mapa de potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal.

Nos locais identificados com “alto” potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal, foram coletadas informações exploratórias e sistematizadas

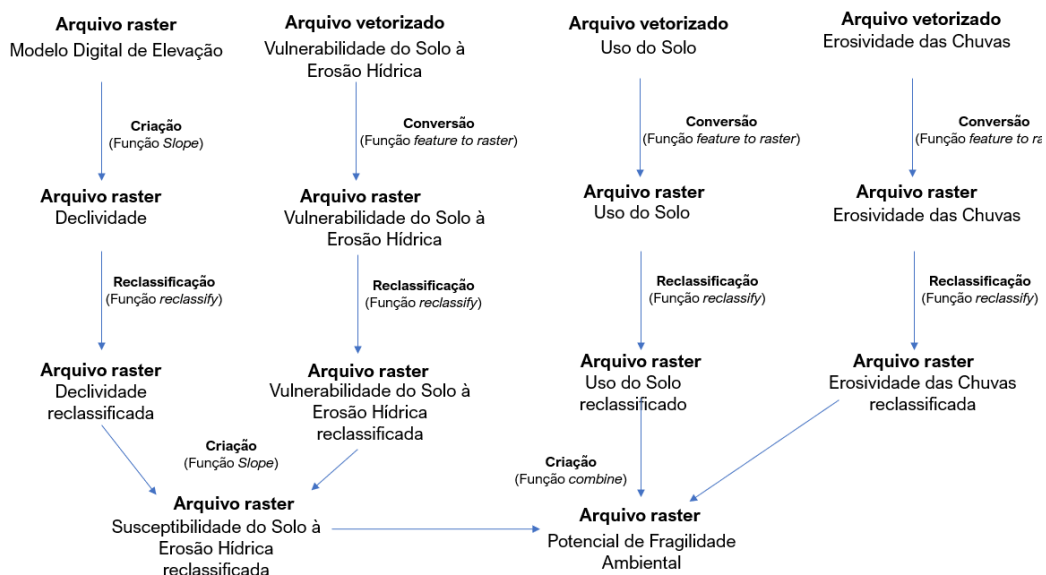
em planilha (TABELA 8), por meio da observação dos aspectos dos componentes ambientais físicos, bióticos e antrópicos da paisagem (TABELA 7), considerando-se um raio de 2.000 m. Para tal, realizaram-se visitas “in loco” nos referidos locais de alto potencial de fragilidade ambiental.

Figura 6. Mapa de erosividade das chuvas no período chuvoso (outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) reclassificado a partir dos coeficientes. Distrito Federal, Brasil



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Figura 7. Fluxograma de trabalho para obtenção do mapa de potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Tabela 6. Coeficientes utilizados na reclassificação e obtenção do mapa de potencial de fragilidade ambiental e suas classes. Planaltina-DF, 2021.

Suscept. áreas	Erosiv. chuvas	Uso solo	Classe potencial fragilidade ambiental
2	1	1	alto
1	3	2	alto
2	3	2	alto
2	3	1	alto
2	1	2	alto
1	1	1	alto
1	2	2	alto
2	2	2	alto
1	2	1	alto
1	3	1	alto
2	2	1	alto
1	1	2	alto
1	1	3	médio
1	2	3	médio
1	3	3	médio
3	3	1	médio
3	2	1	médio
3	1	1	médio
3	2	2	médio
3	1	2	médio
2	1	3	baixo
2	2	3	baixo
2	3	3	baixo
3	3	2	baixo
3	3	3	baixo
1	2	4	baixo
2	1	4	baixo
1	3	4	baixo
3	3	4	baixo
3	2	3	baixo
1	1	4	baixo
3	1	3	baixo
2	3	4	baixo
3	1	4	baixo
3	2	4	baixo
2	2	4	baixo

Fonte: Elaboração dos autores (2021).

Tabela 7. Aspectos dos componentes ambientais físicos, bióticos e antrópicos considerados na avaliação diagnóstica ambiental de áreas com alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal.

Componente do meio	Análise
Físico	Elementos identificados na paisagem: padrões de uso do solo e favorecimento do relevo à erosão hídrica do solo.
Biótico	Estado de conservação e extensão de áreas de conservação.
Antrópico	Medidas conservacionistas: terraceamento, cultivos conservacionistas ou que permitem a proteção adequada dos solos e a qualidade do sistema de drenagem de águas pluviais.

Fonte: Adaptado de Lima (2018).

Tabela 8. Planilha de coleta de informação para diagnóstico ambiental de áreas com alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal.

Componentes ambientais													
Físico				Biótico					Antrópico				
Uso do solo	Relevo ¹				Estado conservação			Medidas conservacionistas					
	Muito fraco	Fraco	Médio	Forte	Extensão ²		Conservação ³		Terraços	Algum método conservacionista	Sist. dren. Pluv ⁴		
					Pouco Representativa	Conservado	Conservação intermediária	Degradado			Inexistente	Deficiente	Adequado
Agricultura intensiva													
Pecuária intensiva manejada													
Pecuária intensiva degradada													
Pecuária extensiva													
Pecuária extensiva degradada													
Atividade rural pequeno porte ⁵													
Área preservada Ocupada													
Ocupação urbana													
Ocupação rural													

¹graus de favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo formado avaliado com base na declividade percentual da Tabela 1; ²avaliação visual e subjetiva das áreas naturais. Caso nada seja assinalado nesse item, entende-se que tais áreas sejam ausentes; ³avaliara-se visualmente e subjetivamente a qualidade do estado de conservação das áreas naturais, caso existam no local; ⁴será avaliado visualmente e subjetivamente o sistema de drenagem pluvial; ⁵desenvolvimento de atividades agrícolas ou pecuárias em porte familiar.

Resultados e discussão

Na Figura 8, pode-se observar as áreas com alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal (DF) sobre as quais realizaram-se os diagnósticos ambientais por meio de elementos físicos, biológicos e antrópicos observados na paisagem e que estão circuladas e enumeradas.

Com a análise das informações coletadas nos locais identificados com alto potencial de fragilidade ambiental no Distrito Federal, pode-se observar que:

- 28,57 % têm uso do solo com “lavouras intensivas”, com grau muito fraco a fraco de favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo. Nesses locais, em geral, há presença representativa das áreas naturais com conservação intermediária, sendo ainda utilizado algum tipo de método de conservação do solo. Sistema de drenagem de águas pluviais é deficiente;
- 57,14 % têm uso do solo com “atividades rurais de pequeno porte”, com grau fraco de favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo. A representatividade das áreas naturais bem como o estado de conservação dessas é variado, sendo utilizado algum tipo de método de conservação do solo na maioria das vezes. Sistema de drenagem de águas pluviais é deficiente;
- 7,14 % têm uso do solo com “pecuária intensiva manejada”, com grau fraco a médio de favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo. Nesses locais, há presença representativa de áreas naturais conservadas, sendo ainda utilizado algum tipo de método de conservação do solo. Sistema de drenagem de águas pluviais é deficiente;
- 7,14 % têm uso do solo com “pecuária intensiva degradada”, com grau fraco de favorecimento à erosão hídrica do solo pelo relevo. Nesses locais há presença pouco representativa de

áreas naturais e que não estão conservadas, não sendo utilizado nenhum tipo de método de conservação do solo. Sistema de drenagem de águas pluviais é deficiente.

A fragilidade ambiental é ocasionada por fatores naturais como declividade, tipos de solo e precipitação e, sobretudo, pelo uso da terra e pela cobertura vegetal (ALVES *et al.*, 2017; GUERRERO *et al.*, 2018). A distribuição dos graus de fragilidades ambientais está associada aos processos de antropização nas áreas naturais, sobretudo às práticas de ocupação do solo que favorecem a supressão de áreas de vegetação nativa (TREVISAN; MOSCHINI, 2016).

Diante do postulado, nota-se sobre as áreas de alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal que nas áreas ocupadas como “lavouras intensivas” é preciso priorizar ações que favoreçam a melhoria de práticas que recaem sobre a conservação das áreas naturais, como reflorestamento e combate a queimadas, bem como a difusão da importância de implantação de técnicas vegetativas e mecânicas de conservação do solo, como sistema de semeadura direta, semeadura em nível e implantação de terraços em nível. Sobre áreas com uso do solo com “atividades rurais de pequeno porte” são pertinentes ações para favorecer a criação ou manutenção de áreas naturais, bem como reafirmar a melhoria ou a implantação de técnicas vegetativas e mecânicas de conservação do solo. Em áreas com “pecuária intensiva manejada”, devem ser fortalecidas ações que melhorem ou implantem técnicas vegetativas de mecânicas de conservação do solo. Em áreas com “pecuária intensiva degradada”, torna-se imprescindível a implantação de áreas naturais e a manutenção (conservação) daquelas existentes. São fundamentais ações de implantação de técnicas vegetativas de mecânicas para conservação do solo.

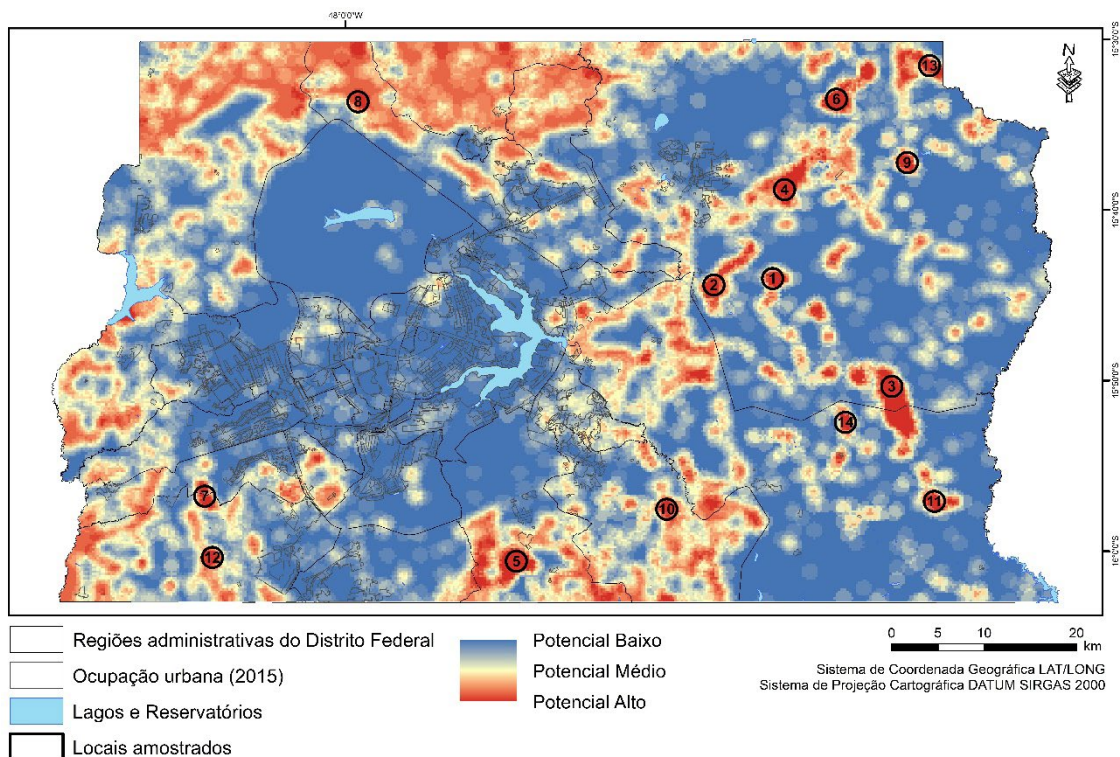
Considerando os tipos de uso do solo que foram constatados nos diagnósticos ambientais do presente estudo, nota-se que a pecuária intensiva sobre áreas degradadas em locais de potencial alto de fragilidade ambiental no Distrito Federal torna a condição desse tipo de localidade não mais potencial, mas sobretudo frágil ambientalmente. É comum áreas de pastagem estarem presentes em locais de fragilidade ambiental, promovendo pouca cobertura do solo e voçorocas (ALVES; SILVA; ALVAREZ, 2018). A capacidade das pastagens degradadas de tornar áreas com potencial de fragilidade ambiental em áreas frágeis ambientalmente também foi constatada no trabalho de Abraão e Bacani (2018), no qual os referidos autores observaram fragilidade ambiental forte em áreas de uma sub-bacia ocupada por pastagem degradada, sem observação das práticas conservacionistas e com processos erosivos do solo em estágio avançado. Para mitigar a fragilidade das áreas, os autores

sugeriram o uso de técnicas para obliteração de processos erosivos e a adoção de práticas conservacionistas do solo.

Áreas de pastagem degradadas geralmente associam-se a práticas degradantes, como uso de fogo e pastejo intensivo, além dos tipos de solo presente e topografia acidentada, têm reduzida cobertura do solo e elevada suscetibilidade a processos erosivos, o que explica a fragilidade dessas áreas (FERREIRA, 2016). Campos (2018) constatou áreas com alta fragilidade ambiental sendo ocupadas e degradadas, necessitando de intervenções políticas e técnicas adequadas à conservação dos recursos naturais da bacia do rio Caratinga no Estado de Minas Gerais.

A importância de políticas no Distrito Federal que promovam a implantação de técnicas de manejo para conservação do solo em áreas de pastagem, por meio de acesso à assistência técnica, programas de educação ambiental

Figura 8. Mapa de potencial (Baixo, Médio ou Alto) de fragilidade ambiental no Distrito Federal, Brasil contendo os locais onde foram obtidas as informações para criação do diagnóstico ambiental.



Fonte: Elaboração dos autores (2021).

e linhas de créditos apropriadas é, portanto, inerente à preservação de áreas com elevado potencial de fragilidade ambiental.

A não conservação das pastagens no Distrito Federal, principalmente daquelas sobre áreas com elevada fragilidade ambiental, possivelmente tem os mesmos motivos constatados no trabalho de Freitas *et al.* (2016). Esses autores constataram em um estudo investigativo em três propriedades agropecuárias contendo pastagens degradadas que apenas um dos proprietários possui conhecimento para realizar a maior parte das práticas necessárias para conservação das áreas de pastagens, enquanto os demais não realizam ou não têm conhecimento de quase nenhuma ação para conservação da pastagem. Ainda, os autores citados acrescentam que a degradação das pastagens nas propriedades estudadas não se dá apenas pela falta de informação sobre manejo, mas sobretudo da ausência desse.

Conclusões

Foram constatadas áreas com alto potencial de fragilidade ambiental no Distrito Federal, sendo que nessas localidades os usos e ocupações do solo observados foram lavoura intensiva, atividades rurais de pequeno porte, pecuária intensiva manejada e pecuária intensiva degradada.

O uso e ocupação do solo nas áreas com alto potencial de fragilidade ambiental do Distrito Federal com “pecuária intensiva degradada” torna tais áreas frágeis ambientalmente, uma vez que nessas localidades há presença pouco representativa de áreas naturais, além de elas não estarem conservadas, não sendo utilizado nenhum tipo de método de conservação do solo.

Áreas de pecuária intensiva degradada no Brasil são frequentes, possivelmente associadas a questões culturais, econômicas, de acesso à assistência, particular ou pública, e de políticas

de incentivo trazendo a responsabilidade da produção agropecuária com a exigência de consumidores internos e externos preocupados com sistemas produtivos sustentáveis.

Para o uso e ocupação do solo do Distrito Federal em áreas com alto potencial de fragilidade ambiental ocupadas com lavoura intensiva, atividades rurais de pequeno porte e pecuária intensiva manejada, de forma geral, há necessidade de melhoria dos aspectos associados à conservação de áreas naturais, assim como o aprimoramento de técnicas vegetativas e mecânicas de conservação do solo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, edital n° 06/2020 do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Ensino Superior) 2020/2021, pelo apoio financeiro.

Referências

- ABRAÃO, C. M. R.; BACANI, V. M. Diagnóstico da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio, MS: subsídio ao zoneamento ambiental. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 38, n. 3, p. 619-645, 2018.
- ALVES, R. F.; SILVA, S. A. S. da; ALVAREZ, W. P. Relação de voçorocas e áreas de fragilidade ambiental na microbacia do rio Jarauçú no município de Brasil Novo – Pará. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 22, n. 1, p. 01-18, 2018.
- ALVES, W. S.; MARTINS, A. P.; SANTOS, A. K. F. dos; MOURA, D. M. B. de. Análise da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do ribeirão Douradinho, Sudoeste de Goiás. **Geoambiente On Line**, v. 1, n. 29, p. 164-183, 2017.

CALIJURI, M. L.; ALVES, J. E. M.; BAPTISTA, A. C.; SANTIAGO, A. F.; LOURES, S. S. P. Proposta metodológica para geração da carta de fragilidade ambiental, utilizando lógica fuzzy e combinação linear ponderada. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. **Anais...** [CD-ROM]:2007 abr. 21-26; Florianópolis, Brasil, p. 3311-3318.

CAMPOS, J. A. **Fragilidade ambiental e capacidade de uso da terra da bacia hidrográfica do rio Caratinga, MG.** 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001. 103p.

FERREIRA, T. **Boas práticas para a agricultura familiar na Bacia do Rio Doce.** Rio de Janeiro: Instituto Bioatântica, 2016. 42 p.

FRITASG. A. de; BENDITO, B. P. C.; SANTOS, A. C. M. dos; SOUSA, P. A. de. Diagnóstico ambiental de áreas de pastagens degradadas no município de Gurupi-TO. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 1, p. 10-15, 2016.

GALDINO, S.; SANO, E. E.; ANDRADE, R. G.; GREGO, C. R.; NOGUEIRA, S. F.; BRAGANTINI, C.; FLOSI, A. H. Large-scale modeling of soil erosion with RUSLE for conservationist planning of degraded cultivated Brazilian pastures. **Land Degradation & Development**, v. 26, n. 6, p. 41-54, 2015.

GEOPORTAL. **Infraestrutura de dados espaciais.** Disponível em: <https://www.geoportal.seduh.df.gov.br/mapa/#>. Acesso em: 12 abr. 2020.

GUERRERO, J. V. R.; LOLLO, J. A.; MOSCHINI, L. E.; LORANDI, R. Carta de Fragilidade Ambiental como instrumento de planejamento e conservação de unidades aquíferas: o caso da bacia do rio Clarinho, SP. **Caderno de Geografia**, v. 28, n. 53, p. 385- 403, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **População o último censo.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/panorama>. Acesso em: 29 set. 2021.

KAWAKUBO, F. S.; MORATO, R. G.; CAMPOS, K. C.; LUCHUARI, A.; ROSS, J. L. S. **Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [CD-ROM]: 2005 abr. 16-21; Goiânia, Brasil, p. 2203-2210.

LIMA, A. C. **Ocupação urbana em áreas de fragilidade ambiental: estudo de áreas de risco socioambiental no Setor Sol Nascente – DF.** 2018. 127 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MENDONÇA, I. F. C.; LOMBARDI NETO, F.; VIÉGAS, R. A. Classificação da capacidade de uso das terras da microbacia do Riacho Una, Sapé, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 888-895, 2006.

PADILHA D. G. **Caracterização da fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Arroio Grande-RS como subsídio ao planejamento territorial.** In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto [CD-ROM]: 2013 abr. 13-18; Foz do Iguaçu, Brasil, 4072-4079.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 1, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia, ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1990. 88p.

SCHIAVO, B. N. V.; HENTZ, A. M. K.; CORTE, A. P. D.; SANQUETTA, C. R. Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria – RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria**, v. 20, n. 1, p. 464–474, 2016.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Programa Geologia do Brasil** - Levantamento da Geodiversidade - Atlas Pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2020.

SISTEMA ESTADUAL DE GEOINFORMAÇÃO DO ESTADO DE GOIÁS - SIEG. **Mapeamento de solo (1:250.000)**. Disponível em: <http://www2.sieg.go.gov.br/post/ver/226836/mapeamento-desolos-1:250.000>. Acesso em: 12 abr. 2020.

TRENTIN, R. ROBAINA, L. E. S. Unidades Geoambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Itu – Oeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 23, n. 1, p. 267-287, 2012.

TREVISAN, P. T.; MOSCHINI, L. E. Determinação das áreas com fragilidade ambiental do município de São Carlos, São Paulo, Brasil. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 20, n. 3, p. 159-167, 2016.

TRICART, J. **Classificação ecodinâmica do meio ambiente**. In: *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.