

AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS/GO

Ana Fernanda Marques Machado¹
Isadora Ferreira de Carvalho²
Renato Welmer Veloso³

Tecnologia Ambiental

Resumo

O trabalho avaliou a alteração da fragilidade ambiental no município de Águas Lindas de Goiás nos anos de 1985 e 2020, por meio da Análise Hierárquica de Processos (AHP). As principais mudanças nos níveis de fragilidade ocorreram devido ao crescimento populacional do município, que aumentou 262%, entre 1991 e 2021. Isso culminou nas alterações de uso e ocupação desordenada do território e no aumento das áreas de alta fragilidade e, conseqüentemente, na diminuição das áreas de baixa e média fragilidade ambiental. Esta alteração nestas áreas acabam por exigir uma maior atenção e ações voltadas para o controle dos processos erosivos associados a ocupação territorial. Outro ponto observado foi a concentração de áreas urbanas próximas a rodovia BR-070, sendo esta a principal via de deslocamento da população para o Distrito Federal. Diante do exposto, conclui-se que a fragilidade ambiental de Águas Lindas de Goiás pode ser explicada pelas características da paisagem, que predominaram na análise de AHP, sendo estas: Uso e ocupação, Declividade e Pedologia. Além disso, a intervenção antrópica alterou a distribuição das classes fragilidade ambiental da área de estudo.

Palavras-chave: SIG; Uso da terra; Análise Multicritério; Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o crescimento da urbanização acentuou o processo de segregação socioespacial. Em consequência, a ocupação desordenada de áreas com restrições expôs esta população a riscos geoambientais, como os relacionados ao escorregamento do solo (LIMA, 2011). O processo de ocupação do bioma Cerrado

¹ *Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Departamento de Áreas Acadêmicas, marquesfernanda523@gmail.com*

² *Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Departamento de Áreas Acadêmicas, isadoraf861@gmail.com*

³ *Prof. Doutor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFG, Campus Águas Lindas – Departamento Áreas Acadêmicas, renato.veloso@ifg.edu.br*



culminou no surgimento de centros populacionais e também no crescimento econômico. Uma vez que, grande parte dos alimentos e biocombustíveis brasileiros são produzidos neste bioma (ROCHA, 2012). O Distrito Federal (DF) é um polo desenvolvimentista e de expansão urbana desde a sua construção. Por outro lado, a realidade é outra para as cidades do entorno do DF, localizado no território goiano, pois alguns desses municípios se caracterizam por um atraso no desenvolvimento relacionado à falta de planejamento urbano em função do crescimento acelerado. Uma vez que, estes municípios não receberam aporte de recursos para promover o seu desenvolvimento (LIMA, 2011).

No contexto de crescimento desordenado, está inserida o município de Águas Lindas de Goiás, com uma população de 61.478 em 1991, que aumentou para 159.505 em 2010 (CODEPLAN, 2016; IBGE, 2022). Em 2019, o IBGE estimou uma população de 222.850 habitantes, tornando Águas Lindas de Goiás o município mais populoso da região do entorno do Distrito Federal. O processo de urbanização deste município apresentou diversas irregularidades ao longo da sua história, com destaque para as ocupações de loteamentos irregulares em áreas destinadas à proteção ambiental. Por isso, torna-se essenciais ações voltadas a fiscalização do desmatamento, o zoneamento ecológico-econômico e o monitoramento do uso e ocupação do solo. Dentre essas ações, nos últimos anos surgiram também as técnicas associadas geotecnologias para dar suporte ao planejamento e gerenciamento ambiental.

Os estudos do ambiente físico em integração com as características de uso e ocupação, possibilitam um diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas, para a qualificação da fragilidade ambiental (NASCIMENTO et al., 2016). Assim, a aplicação de técnicas de análise multicritérios e de geoprocessamento são utilizadas na identificação de áreas sensíveis a impactos ambientais. Estas técnicas estão associadas à determinação de condições de fragilidade potencial ou emergente, servindo de base para o zoneamento ambiental e fornecimento de subsídios à gestão do território (MATOS, 2020). Uma ferramenta aplicada na gestão ambiental é o Método de Análise Hierárquica (AHP) que permite a identificação da fragilidade ambiental, utilizado na tomada de decisão, com base na separação do problema em níveis hierárquicos e aplicado para estabelecimento de prioridades ponderadas, podendo ser integrado com outras técnicas (MARINS et al, 2009).

Realização



Apoio



Objetiva-se com este trabalho, implementar a análise multicritérios, a partir da metodologia AHP, para a identificação da fragilidade ambiental do município de Águas Lindas de Goiás para os anos de 1985 e 2020;

METODOLOGIA

A delimitação da área do município de Águas Lindas de Goiás foi estabelecida a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados cartográficos necessários foram processados em ambiente unificado proporcionado pelo Banco de Dados Georreferenciado, no programa QGIS, versão 3.16.14 (QGIS, 2021).

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi extraído do projeto NASADEM Merged DEM versão 1 (NASADEM_HGT), com resolução espacial de 1 segundo de arco (~30 m) e referenciado ao modelo geoide EGM96 (Bettiol et al., 2021; Buckley S, 2022). Os mapas de alteração do uso e ocupação do solo foram extraídos do projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) nos anos de referência de 1985 e 2020 (MAPBIOMAS, 2021). Estes mapas foram reclassificados para os seguintes usos de interesse do projeto, solo exposto, formação florestal, formação natural não florestal, infraestrutura urbana, e corpos d'água, que receberam os índices de risco 3,0; 1,0; 2,0; 2,5; e 1,0, respectivamente.

Para avaliação da declividade foi estabelecida a classificação preconizadas pela Embrapa (1979), que classifica o relevo de plano a escarpado, e para a análise de fragilidade, a declividade foi reclassificada conforme Crepani, (2001). Os mapas de dissecação horizontal e vertical foram gerados segundo a metodologia de Guimarães et al., (2017) e reclassificado segundo Crepani (2001).

O mapa de erosividade da chuva foi obtido a partir do mapa de médias mensais de precipitações de 75 estações distribuídas ao redor da área de estudo. Os dados foram extraídos da Agência Nacional de Águas (ANA) e integrados pelo método do inverso do quadrado da distância (IDW). O mapa de vulnerabilidade à perda de solo foi gerado segundo a metodologia de Crepani (2001). Os mapas de solos (1:5.000.000) e geologia (1:250.000) foram obtidos a partir da base de dados do IBGE (IBGE, 2022).

Os mapas gerados foram rasterizados e padronizados para a mesma projeção

Realização

Apoio



cartográfica e sistema de referência de coordenadas, UTM, SIRGAS2000, fuso 22S. Assim, foram desenvolvidos dois mapas de fragilidade ambiental, para os anos de 1985 e 2020, objetivando avaliar o efeito do uso e ocupação do solo, a partir da metodologia de análise hierárquica de processos (AHP, Analytical Hierarchy Process). Os indicadores ambientais utilizados para a geração destes dois mapas foram: declividade, dissecação (horizontal e vertical), pedologia (solos), geologia, vulnerabilidade a perda de solo pela precipitação e uso e ocupação para os anos de 1985 e 2020. Para tanto, criou-se a matriz de comparação para determinar os níveis de importância de cada indicador, para depois avançar no processo de pareamento entre as variáveis avaliadas, para definir a escala de pesos aplicados de cada um destes indicadores (Tabela 1). Por fim, confeccionou-se a carta síntese com classes hierárquicas para os anos de 1985 e 2020, variando de 1 a 3, que foram classificadas de muito baixa a muito alta, respectivamente, que expressem o índice de fragilidade da área.

Tabela 1: Matriz de comparação dos critérios com valores uso e ocupação (Uso), declividade (Dec), pedologia (PD), Dissecação Vertical (DV) e Horizontal (DH), vulnerabilidade a perda de solo (Vps) e geologia (Geo) entre os parâmetros avaliados, sendo P = pesos dos critérios. Razão de Consistência (RC) = 5,3%.

Crítérios	Uso	Dec	PD	DV	DH	Vps	Geo	P
Uso	1,00	3,30	1,20	2,40	2,00	2,40	2,10	0,231
Dec	0,30	1,00	2,00	2,00	2,00	1,30	2,20	0,231
PD	0,83	0,50	1,00	1,60	1,30	2,00	1,11	0,154
DV	0,42	0,50	0,63	1,00	0,50	2,10	0,40	0,129
DH	0,50	0,50	0,77	2,00	1,00	1,00	0,70	0,082
Vps	0,42	0,77	0,50	0,48	1,00	1,00	0,80	0,096
Geo	0,48	0,45	0,90	2,50	1,43	1,25	1,00	0,077

O cálculo dos pesos de cada critério foi utilizado para estabelecer as médias ponderadas de importância entre os critérios indicadores selecionados e utilizou-se a Escala Fundamental de Julgamento de Saaty (1977) para julgar estes critérios, par a par. O Índice Randômico varia aplicado para o número de critérios analisados (o valor tabelado para sete fatores é 1,35). A matriz pareada obtida para o município de Águas Lindas de Goiás encontra-se abaixo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de Águas Lindas de Goiás está localizado a oeste do DF, a 50 km de Brasília com uma variação de altitude que está em torno de 923 metros, tendo uma altitude máxima em torno de 1.215 metros e localizado fazendo fronteira a leste com o Distrito Federal. O município era anteriormente conhecido como Parque da Barragem, que compunha o Município de Santo Antônio do Descoberto. Seu nome foi uma homenagem às nascentes que eram abundantes, e até os anos 80, a área era composta primariamente pelo cerrado e por algumas fazendas e chácaras (CODEPLAN, 2015).

A declividade do município variou entre 0 à 34,3%, no entanto, sendo mais da metade está na faixa que se caracteriza com suave ondulado. 51,6 % (Tabela 2). Apenas 0,4% do município apresenta áreas com declividade forte-ondulada e não existem áreas com restrição à ocupação (> 45%) em função da declividade.

Tabela 2: classes de Declividade, área e percentual no município de Águas Lindas de Goiás.

DECLIVIDADE	Relevo	Área	
%		km ²	%
0 – 3	Plano	62,8	32,6
3 – 8	Suave Plano	99,5	51,6
8 – 20	Ondulado	29,6	15,4
20 – 45	Forte-Ondulado	0,7	0,4
Total		192,6	100,0

As principais classes de solos observadas foram Latossolos, Neossolos e Cambissolos (Figura 1A), sendo estes dois últimos, ocupando 51,4% da área de estudo (Tabela 3) e estando localizados de sul a oeste do município (Figura 1A). Estes solos apresentam os maiores índices de risco a degradação, devido ao seu baixo grau de desenvolvimento pedogenético e propensão aos processos erosivos quando associados a índices de declividade mais elevada (MACEDO, 2021), onde foram observadas áreas com declividade superior a 20%. Por outro lado, os Latossolos podem apresentar um manto de intemperismo profundo e serem susceptíveis à erosão em sulco e em locais com presença do horizonte C são propensas a erosão (PARZANESE, 1991).

Realização

Apoio



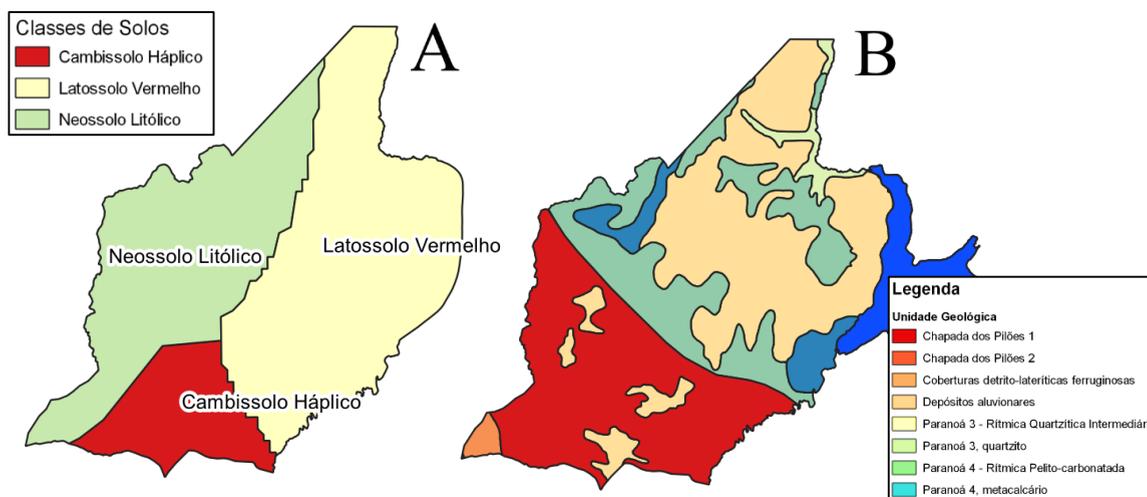
Tabela 3: Área e percentual das classes de solo, no município de Águas Lindas de Goiás e índice de risco

Classes de Solo	Área (km ²)	Área (%)	Risco
Cambissolo Háplico	26,0	13,8	2,5
Neossolo Litólico	70,8	37,6	3,0
Latossolo Vermelho	95,6	50,8	1,0
	192,4	100,0	

O mapeamento das unidades geológicas indicaram três grupos com os menores índices de risco, sendo eles Chapadas dos Pilões 1 e 2 e Paranoá (Figura 1B e Tabela 4). Por outro lado, sedimentos inconsolidados apresentaram os maiores índices por se tratarem de unidades mais vulneráveis, onde o material geológico exposto apresenta elevado potencial de transporte nos períodos que o fluxo de água é intenso (MOTA e VALLADARES, 2011).

Tabela 4: Área e percentual das unidades geológicas no município de Águas Lindas de Goiás e índice de risco

Unidade Geológica	Área (km ²)	Área (%)	Risco
Chapada dos Pilões 1	62,3	32,4	1,0
Chapada dos Pilões 2, quartzito	2,0	1,0	1,0
Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas	74,5	38,7	2,7
Depósitos aluvionares	4,3	2,2	3,0
Paranoá 3 - Rítmica Quartzítica Intermediária	39,8	20,7	2,1
Paranoá 3, quartzito	9,5	4,9	1,0
TOTAL	192,4	100,0	



Figuras 1: Mapa de Solos (A) e de Geologia (B) do município de Águas Lindas de Goiás/GO

Realização

Apoio

As unidades Chapada dos Pilões 1 e 2 compõem a maioria da área dos cambissolos e parte dos neossolos, ao sul de Águas Lindas de Goiás (Figura 1B). Isso integra fatores com índices de vulnerabilidade opostos, risco geológico baixo e pedológico elevado nestas áreas. No caso das áreas formadas coberturas detrito-lateríticas ferruginosas ocupam a maioria do município, 38,7% e se mesclam com áreas sobre latossolos e neossolos (Figuras 1A e 1B e Tabela 4).

A precipitação das médias mensais da série histórica foi obtida a partir de dados de 1944 a 2021. O mês de dezembro foi o mais chuvoso, com média de 265,2 mm e o menos foi junho, com 4,2 mm. O período mais chuvosos foram de outubro a março, com um acumulado de 1416,4 mm e os meses com as menores precipitações foram de abril a setembro, com 190,0 mm. O mapa de vulnerabilidade à perda de solo, gerado a partir dos dados de precipitação, variou de índices de 1,4 ao leste do município a 1,7 ao norte, acompanhando a distribuição das chuvas médias anuais.

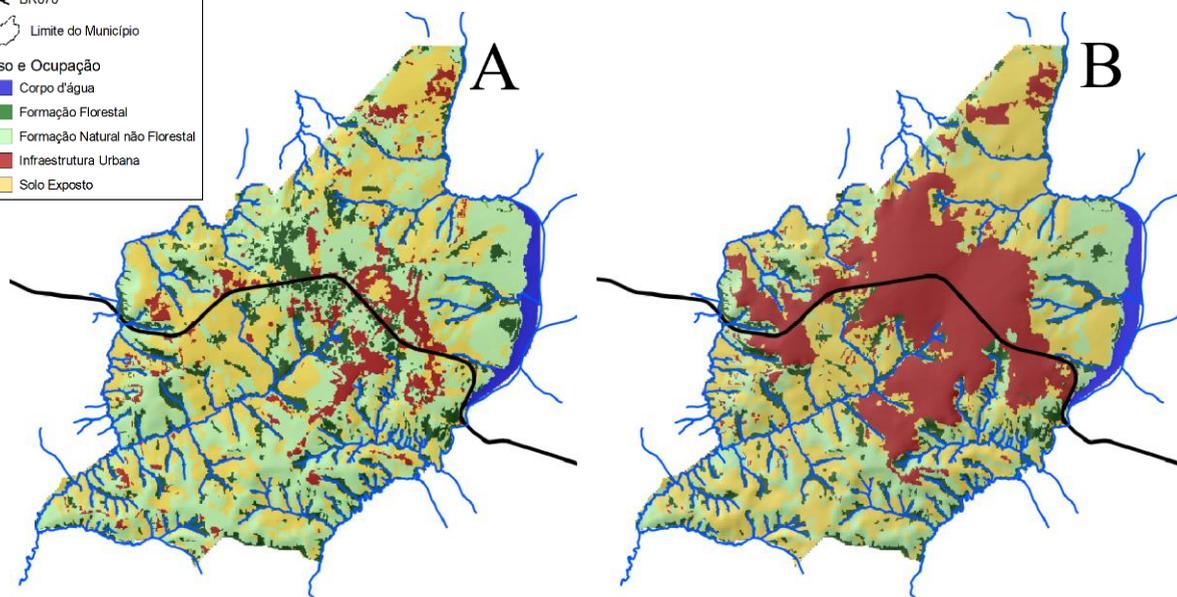
O mapa de dissecação horizontal apresentou valores entre 2,9 e 3,0 indicando um elevado potencial de erosão relacionado a este fator. Em contrapartida, a dissecação vertical apresentou uma maior amplitude de valores, que variaram de 1,0 à 2,4. A amplitude altimétrica corresponde ao aprofundamento da dissecação vertical, que indica o potencial erosivo relacionado a energia potencial da água da chuva ao percorrer a bacias hidrográficas (CREPANI, 2001).

A partir dos mapas de uso e ocupação do solo de 1985 e 2020 observou-se que as áreas de formação florestal e natural não florestal diminuíram 22% e 48%, respectivamente. Por outro lado, as áreas de solo exposto e infraestrutura urbana aumentam 11 e 238%, respectivamente (Tabela 5, Figuras 2). Essas alterações entre os usos se deve na maioria pelo crescimento populacional. Dados estimados pelo IBGE indicaram um aumento da população de Águas Lindas de Goiás de 262%, entre 1991 (CODEPLAN, 2016) e 2021 (IBGE, 2022). Destaca-se que na parte leste do município está localizado o Parque Estadual do Descoberto (BRASIL, 2005), as margens da represa do descoberto, umas das principais fontes de abastecimento do Distrito Federal (Figura 3). Por essa razão, esta área do município apresenta medidas para conter a expansão desordenada nesta região (LIMA, 2011), observável pela pouca mudança do uso e ocupação desta área.



Tabela 5: Área e percentual do uso e cobertura da terra do município de Águas Lindas de Goiás (GO), para os anos de 1985 e 2020.

Uso e Ocupação do Solo	Área (1985)		Área (2020)	
	km ²	%	km ²	%
Formação Florestal	32,4	16,8	25,3	13,1
Formação Natural não Florestal	77,5	40,3	40,4	21,0
Infraestrutura Urbana	15,8	8,2	53,3	27,7
Solo Exposto	62,9	32,7	69,8	36,3
Corpo d'água	3,7	1,9	3,6	1,9
Total	192,4	100,0	192,4	100,0



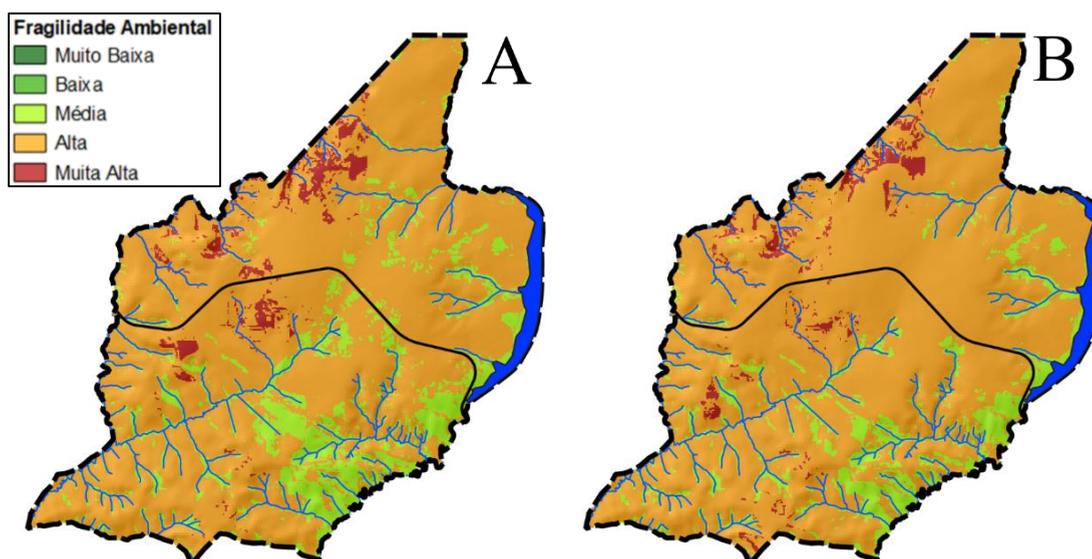
Figuras 2: Mapa de uso e ocupação do solo de Águas Lindas de Goiás para os anos de 1985 (A) e 2020 (B).

As áreas urbanas (infraestrutura urbana) estão concentradas nas altitudes acima de 1085 m, com predomínio de relevo plano e suave ondulado. Essa concentração populacional nestas áreas estão provavelmente relacionadas à proximidade com a rodovia BR-070, que é o corredor de saída do Distrito Federal, e propicia o deslocamento da população de Brasília e das cidades próximas. Ao longo do processo de urbanização do município de Águas Lindas de Goiás houve ocupação desorganizada de residências. Isso culminou em uma crescente expansão demográfica (MACIEL, 2015). A criação de novos loteamentos no município nos últimos anos aumentou a migração, o que intensificou o número de



moradores.

O mapa de fragilidade ambiental do município de Águas Lindas de Goiás delimitou quatro classes de fragilidade de baixa a muito alta (Figuras 3A e 3B). As áreas com maior vulnerabilidade ambiental estão associadas, com Neossolos (Figura 1A) derivados de detrito-lateríticas ferruginosas (Figura 1B), sob declividades superiores a 20% e associadas às áreas de solo exposto e de infraestrutura urbana (Figuras 2).



Figuras 3: Mapa de fragilidade ambiental de Águas Lindas de Goiás para os anos de 1985 (A) e 2020 (B)

Houve um aumento de 4,11% de áreas classificadas como altas, sendo essa a classe de fragilidade predominante para ambos os períodos avaliados (Figuras 3 e Tabela 6). Isso ocorreu em função da diminuição de áreas anteriores classificadas com de baixa e média fragilidade. Por outro lado, as áreas de fragilidade muito alta diminuíram em 0,94%. Isso ocorreu em função da alteração do uso e ocupação do solo de 1985 para 2020 (Tabela 6). Estas áreas com os maiores índices demandam de uma maior atenção para ações voltada para o controle dos processos erosivos, associados a ocupação territorial projetos agropecuários.



Tabela 6: Área e percentual do uso e cobertura da terra do município de Águas Lindas de Goiás (GO), para os anos de 1985 e 2020.

Nível de Fragilidade	Área (1985)		Área (2020)	
	km ²	%	km ²	%
Muito Baixa	0,00	0,00	0,00	0,00
Baixo	3,69	1,91	3,58	1,86
Médio	33,74	17,52	26,85	13,94
Alto	149,17	77,44	157,11	81,55
Muito Alto	6,04	3,14	5,10	2,65
Total	192,64	100,00	192,64	100,00

Observa-se que, as áreas de baixa fragilidade ambiental nos anos de 1985 e 2020, estão em distribuídas próximas à rede de drenagem fluvial, que corresponde as áreas de preservação permanente (APP) (Figuras 3), definidas pela legislação 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Fica estabelecido nestas áreas uma faixa de proteção no entorno das nascentes, em qualquer situação topográfica com um raio de proteção de 50 metros e também para corpos de água, com uma faixa mínima de 30 m.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classe de fragilidade ambiental alta foi a predominante no município de Águas Lindas de Goiás para ambos os períodos avaliados, isso pode ser explicado pelas características da paisagem, que tiveram predomínio dos valores avaliados: Uso e ocupação, Declividade, Pedologia e Geologia. Além disso, a intervenção antrópica alterou a distribuição das classes fragilidade ambiental da área de estudo. As áreas com menor índice a vulnerabilidade estão localizadas próximas à rede de drenagem pluvial. Pode-se perceber a importância da manutenção da cobertura natural do solo, a qual desempenha papel fundamental na estabilização das encostas, no equilíbrio dos mananciais, na proteção dos solos, na dinâmica das águas.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás e ao CNPq.

Realização

Apoio



REFERÊNCIAS

BETTIOL, G. M.; FERREIRA, M. E.; MOTTA, L. P.; CREMON, E. H.; SANO, E. E.

Conformity of the NASADEM_HGT and ALOS AW3D30 DEM with the Altitude from the Brazilian Geodetic Reference Stations: A Case Study from Brazilian Cerrado. Sensors 2021, 21, 2935. DOI: 10.3390/s21092935

BRASIL. Decreto nº 6.188, de 30 de junho de 2005. **Cria o parque estadual do descoberto e dá outras providências.** Goiás, Disponível em: <https://bit.ly/3GgGRUo>. Acesso em: Mar 2022.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.** Disponível em : <https://bit.ly/3PEiTqp>. Acesso em: Mar de 2022

BUCKLEY, S. **NASADEM_HGT v001 (NASADEM Merged DEM Global 1 Arc Second), EarthData**, NASA. 2019. Available online: https://lpdaac.usgs.gov/products/nasadem_hgtv001/ Acesso: Mai 2022.

CODEPLAN. **PMAD – Pesquisa Metropolitana por Amostra de Domicílios - 2015, Águas Lindas de Goiás.** Disponível em: <https://bit.ly/3bwhyCq>. Acesso em: Mar 2022

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; 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: INPE, 2001. 124 p. (INPE-8454-RPQ/722).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ).** Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro: 1979. 83p. (Embrapa-SNLCS. Miscelânea, 1)

GUIMARÃES, F. S.; CORDEIRO, C. M.; BUENO, G. T.; CARVALHO, V. L. M.; NERO, M. A. **Uma proposta para automatização do Índice de dissecação do relevo.** Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 155-167, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i1.1163

IBGE. BDiA: banco de dados de informações ambientais. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br>. Acesso em: Jan 2022.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aguas-lindas-de-goias/panorama>. Acesso em: mar. 2022.

LIMA, D. C. **Dinâmica territorial metropolitana e planejamento urbano em municípios limítrofes do DF: os casos de Santo Antônio do Descoberto e Água Lindas de Goiás.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, p.229, 2011.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. **Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP.** PEREIRA, S. B. Desprendimento e arraste de Bragantia, v.51, p.189-196. 1992.

MACIEL, F. I. R. **Mobilidade pendular da população de Águas Lindas de Goiás ao Distrito Federal.** 2015. 47 f., il. Monografia (Licenciatura em Geografia) — Universidade de Brasília, Universidade Aberta do Brasil, Brasília, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/2UpzBBP>. Acesso em: mar. 2022.

MACEDO, R. S.; BEIRIDO R. M.; MEDEIROS, B. M. et al. **Processos pedogenéticos e susceptibilidade dos solos à degradação no semiárido brasileiro.** REVISTA CAMINHOS DE

Realização

Apoio





GEOGRAFIA. v.22 n.81, 176–195 p., 2021. DOI: 10.14393/RCG228155397

MARINS, C. S.; SOUZA, D. de O.; BARROS, M. S. **O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais – um estudo de caso.** In: XLI SBPO 2009 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. p.1778-1788, 2009.

MATOS, A. C. **Identificação da fragilidade ambiental potencial através de análises multicritérios e técnicas de geoprocessamento: município de Patos de Minas/ MG.** dissertação apresentada à universidade federal do triângulo mineiro. Triângulo mineiro/MG, 2020.

MOTA, L. H. S. O.; VALLADARES, G. S. **Vulnerabilidade à degradação dos solos da Bacia do Acaraú, Ceará.** Rev. Ciênc. Agron. 42(1):29-50p., 2011. DOI: 10.1590/S1806-66902011000100006.

NASCIMENTO, N. S.; VIEIRA, E. M.; et al. **Estudo da vulnerabilidade ambiental em uma micro bacia hidrográfica empregando hierarquia nominal e operador local.** Revista Brasileira de Geografia Física, v.09 n.03, 897-916 p., 2016.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção versão 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2021.** Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em Jan 2022.

PARZANESE, G. A. C. **Gênese e desenvolvimento de voçorocas em solos originados de rochas granitóides na região de Cachoeira do Campo, Minas Gerais.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 117p., 1991.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **Geographic Information System QGIS.** Open Source Geospatial Foundation Project, 2021. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: Mai 2022.

ROCHA, J. C. S. **Dinâmica de ocupação no cerrado: Caracterização dos desmatamentos e análise das frentes de expansão.** Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Agronegócio), Goiânia, p.83, 2012.

SAATY, T. L. **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks.** Pittsburgh: RWS Publications, 2005.

SAATY, Thomas L. **A scaling method for priorities in hierarchical structures.** Journal of mathematical psychology, v.15, n.3, 234-281 p., 1977.

SANTOS, A. L. **A fragilidade ambiental no âmbito dos ambientes de inundações e escorregamentos: um breve estudo de caso na zona leste de Itapevi, SP.** Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo. São Paulo. SP, 2018.

WISCHMEIER, W. H. E.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington, United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook, number 537, 1978. 58p.

Realização

Apoio