

INFLUÊNCIA DO USO E COBERTURA DO SOLO NO POTENCIAL DE RECARGA DE AQUÍFEROS ENTRE 1985 E 2024 EM ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS

¹Renato Welmer Veloso, ²Eunice Hevelly Alves de Almeida, ³Carlos Eduardo Filinto da Silva, ⁴Barbara Geovana Silva Maia, ⁵Léa Heather Gomes da Silva.

¹Instituto Federal de Goiás, e-mail: renato.veloso@ifg.edu.br; ²Instituto Federal de Goiás, e-mail: eunicealmeida.ifg@gmail.com; ³Instituto Federal Goiano, e-mail: carlos.filinto@estudante.ifgoiano.edu.br; ⁴Universidade de Brasília, e-mail: barbaramaia1485@gmail.com; ⁵Universidade de Brasília, e-mail: leaheather39@gmail.com.

***Grupo temático
Eixo Ambiente e clima***

Resumo

A recarga de aquíferos constitui processo essencial para a manutenção da disponibilidade hídrica, especialmente em áreas submetidas à expansão urbana e à intensificação do uso do solo. Este trabalho teve como objetivo mapear e analisar a distribuição espacial e temporal do potencial de recarga de aquíferos no município de Águas Lindas de Goiás, entre 1985 e 2024, utilizando critérios ambientais em ambiente SIG e da aplicação do método de Análise Hierárquica de Processos (AHP). Foram utilizados dados de uso e cobertura do solo, geologia, pedologia, altimetria, declividade e precipitação anual média, reclassificados em níveis de favorabilidade à recarga. Os resultados indicaram que o município apresenta condições naturais favoráveis à infiltração, principalmente em função da geologia, dos solos e do relevo. Contudo, a dinâmica de uso e ocupação da terra evidenciou redução das áreas de maior potencial associadas às coberturas mais permeáveis e aumento das classes de menor favorabilidade, indicando efeito da expansão urbana sobre a capacidade efetiva de infiltração. Apesar disso, o potencial final obtido por AHP manteve predominância da classe alta ao longo da série temporal. Conclui-se que a integração entre SIG e análise multicritério é adequada para identificar áreas prioritárias à conservação, subsidiando o planejamento territorial e a gestão hídrica subterrânea.

Palavras-chave: AHP; aquíferos; geoprocessamento; recarga hídrica; uso e cobertura do solo.

Introdução

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida, dos ecossistemas, da produção de alimentos e das atividades humanas. Nesse contexto, a gestão sustentável dos recursos hídricos torna-se cada vez mais necessária diante do crescimento populacional e da intensificação da degradação ambiental (FAO, 2017; REBOUÇAS, 1997; RIBEIRO, 2001). O Cerrado, conhecido como “berço das águas”, exerce papel estratégico na manutenção de importantes bacias hidrográficas brasileiras, como Araguaia/Tocantins, São Francisco e Prata (SOUZA et al., 2019). Entretanto, a expansão agropecuária, as queimadas e a ocupação desordenada têm pressionado nascentes, afluentes e áreas de recarga hídrica (BARRETO, 2017).

Nesse cenário, destaca-se a bacia hidrográfica do Rio Descoberto, importante para o abastecimento do Distrito Federal e sujeita a pressões decorrentes do uso inadequado do solo, da especulação imobiliária e da poluição (SILVA et al., 2010; TEIXEIRA, 2018). Em Águas Lindas de Goiás, município inserido nessa bacia, tais pressões são relevantes, sobretudo pela dependência de águas subterrâneas e pela ocupação de áreas ambientalmente sensíveis (BATISTA, 2016; NUNES; ROIG, 2016). Assim, o uso de técnicas de geoprocessamento, SIG e análise multicritério contribuem como importantes ferramentas para mapear zonas potenciais de recarga de aquíferos e subsidiar o planejamento territorial e a gestão dos recursos hídricos.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo mapear e analisar a distribuição espacial e temporal do potencial de recarga de aquíferos no município de Águas Lindas de Goiás, por meio da integração de critérios ambientais em ambiente SIG e da aplicação da metodologia AHP.

Metodologia

O potencial de recarga de aquíferos em Águas Lindas de Goiás (GO) foi estimado para o período de 1985 a 2024 através da integração de seis critérios ambientais em Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP). Os planos de informação mapeados na projeção SIRGAS 2000 / UTM zona 22S (EPSG:31982) e recortados para o limite municipal consistiram em: uso e cobertura do solo

(série histórica MapBiomas), altimetria e declividade (derivados do MDE *Copernicus DEM* GLO-30 de 30 m), geologia e pedologia (adquiridos do IBGE em escalas 1:250.000 e 1:5.000.000) e precipitação anual média (dados de estações do HidroWeb/ANA em raio de 500 km, consistidos e especializados por interpolação via rotinas no *RStudio*). Cada critério foi reclassificado individualmente em uma escala ordinal de 0 ou 1 a 5, associando valores maiores a uma maior favorabilidade física à infiltração hídrica. No caso do uso do solo, áreas naturais vegetadas receberam os maiores potenciais, enquanto zonas urbanizadas e mineradas receberam os menores.

A definição dos pesos de influência de cada variável foi realizada por meio de uma matriz de comparação pareada AHP baseada na escala de Saaty. O modelo apresentou uma Razão de Consistência (CR) de 3,97%, validando estatisticamente a distribuição de pesos adotada: uso e cobertura do solo (0,345), altimetria (0,271), pedologia (0,174), geologia (0,099), precipitação anual média (0,070) e declividade (0,042). A integração espacial dos dados foi executada célula a célula por Combinação Linear Ponderada (WLC), gerando mapas raster anuais com valores teóricos de 0 a 5. Por fim, estes produtos contínuos foram fatiados em cinco classes qualitativas equidistantes (Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto), permitindo a extração geométrica das áreas de cada classe para quantificar e avaliar a dinâmica espaço-temporal do potencial de recarga frente à expansão urbana do município.

Resultados e Discussão

As unidades geológicas com potencial de recarga de médio a muito alto dominam cerca de 95% do território de Águas Lindas de Goiás, com destaque para as coberturas detrito-lateríticas e depósitos aluvionares nos setores norte e nordeste. Essa aptidão natural é potencializada pelos Latossolos Vermelhos, que cobrem 48,5% do município e apresentam profundidade e estruturação favoráveis à infiltração. A convergência dessas características geopedológicas ideais ocorre na área do Parque Estadual do Descoberto, o que evidencia a relevância estratégica de conservar a vegetação nativa local para garantir a manutenção da recarga e a sustentabilidade da disponibilidade hídrica regional (GONÇALVES; PEREIRA; VIEIRA, 2020).

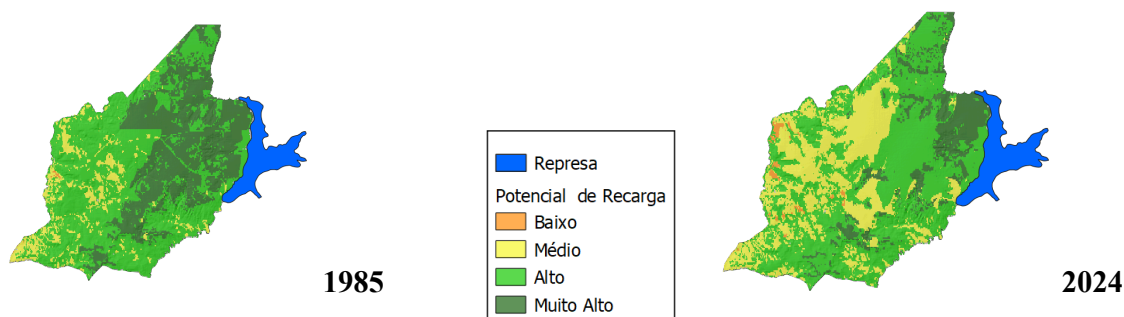
A altimetria também indicou um elevado potencial natural de recarga em Águas Lindas de Goiás, com o predomínio dos fatores 5 e 4, que somaram 71,2% da área,

concentradas no centro-norte do município. A declividade variou de 0 a 39,4%, com 99,2% da área enquadrada entre os fatores 3 e 5. No entanto, grande parte dessas áreas de alto potencial encontra-se ocupada em decorrência do crescimento urbano acelerado do município (OLIVEIRA; LOPES, 2008). Essa ocupação predominou em áreas elevadas e de relevo plano a suavemente ondulado, favorecendo a impermeabilização do solo e reduzindo a infiltração efetiva da água.

Entre 1985 e 2024, observou-se uma mudança nas classes de maior potencial de infiltração associadas ao uso e ocupação da terra. As classes alta e muito alta reduziram-se de 80,4% para 41,5% da área, enquanto as classes baixa e muito baixa aumentaram de 6,7% para 32,8%. Assim, houve uma substituição progressiva de coberturas mais favoráveis à infiltração por usos de menor potencial, associado ao processo de expansão urbano, mencionado anteriormente, que intensificou a impermeabilização do solo. Entre 1992 e 1996, a classe “muito baixa” aumentou 13%.

O potencial final de recarga obtido via AHP revelou a predominância estável da classe alta ao longo de toda a série temporal (variando entre 54,91% em 1985 e 55,84% no período 2020–2024), enquanto a classe muito baixa permaneceu ausente e a baixa manteve participação residual (máxima de 0,88%). O núcleo da dinâmica espaço-temporal residiu na redistribuição entre as classes extremas: a classe muito alta sofreu severa retração, caindo de 33,79% em 1985 para 13,46% em 2024, ao passo que a classe média apresentou forte tendência de incremento, saltando de 8,80% para 27,72% no mesmo período. Consequentemente, o somatório das classes de maior favorabilidade (alta e muito alta) recuou de 88,70% para 69,31%, evidenciando que, embora o padrão dominante do município continue alto, houve um deslocamento gradual de áreas de máxima aptidão para níveis de favorabilidade intermediária (Figura 1).

Figura 1. Distribuição espacial do potencial de recarga de aquíferos no município de Águas Lindas de Goiás entre 1985 e 2022.



Os resultados indicam que Águas Lindas de Goiás possui elevada aptidão natural à infiltração, favorecida por unidades geológicas permeáveis, solos profundos (Latossolos), altitudes elevadas e relevo plano. No entanto, esse potencial de recarga vem sendo progressivamente tensionado pela expansão urbana acelerada e pouco planejada ao longo do eixo da BR-070, impulsionada por fluxos migratórios e pela implantação de novos loteamentos (OLIVEIRA; LOPES, 2008; FONSECA, 2009). Esse processo de ocupação promoveu a substituição de formações savânicas por áreas urbanizadas, intensificando a impermeabilização do solo e reduzindo drasticamente as superfícies essenciais para a infiltração hídrica na região (CHAVEIRO, 2010; IBGE, 2022).

Conclusão

O município de Águas Lindas de Goiás possui forte aptidão natural à recarga de aquíferos devido aos seus condicionantes geológicos, pedológicos e topográficos. Contudo, a expansão urbana acelerada alterou a dinâmica de uso do solo, reduzindo as áreas de potencial muito alto e gerando uma perda gradual da capacidade efetiva de infiltração pela impermeabilização da superfície. Apesar dessa pressão antrópica, as características físicas da região garantiram a predominância da classe de alto potencial no modelo AHP ao longo da série histórica. Conclui-se que a integração entre SIG e análise multicritério é uma ferramenta eficaz para o planejamento territorial, evidenciando que a proteção das áreas permeáveis remanescentes é imperativa para salvaguardar a segurança hídrica subterrânea do município.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. HidroWeb: Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, DF: ANA, 2026. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 7 jun. 2026.
- BARRETO, E. J. G. et al. O bioma Cerrado: preservação e sustentabilidade como proposta de desenvolvimento da Cooperativa dos Agricultores Familiares Agroextrativistas Grande Sertão e do Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas (CAA-NM), Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidad Internacional de Andalucía, 2017.
- BATISTA, A. S. et al. Metropolização, homicídios e segurança pública na área metropolitana de Brasília: o município de Águas Lindas de Goiás. Sociedade e Estado, Brasília, v. 31, p. 433-457, 2016.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3PEiTqp>. Acesso em: mar. 2022.

- CHAVEIRO, E. F. A urbanização do Cerrado: espaços indomáveis, espaços deprimidos. Revista UFG, Goiânia, v. 12, n. 9, p. 26-30, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48318>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- FAO. The future of food and agriculture: trends and challenges. Rome: FAO, 2017. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/fofa/en/>. Acesso em: 7 jun. 2026.
- FIGUEIREDO, N. M. Aplicação de técnicas de interpolação para espacialização de chuvas da região hidrográfica Calha Norte, Pará. Revista Brasileira de Climatologia, v. 24, p. 277-299, 2019. DOI: 10.5380/abclima.v24i0.61516.
- FONSECA, R. M. C. História ambiental do município de Águas Lindas de Goiás, GO. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/handle/123456789/1752>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- IBGE. Cidades e Estados: Águas Lindas de Goiás. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/aguas-lindas-de-goias/panorama>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências: informações ambientais. Pedologia: Solos 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2024a. Disponível em: <inserir link>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Geociências: informações ambientais. Geologia: Geologia 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2024b. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/geologia.html>. Acesso em: 26 jun. 2024.
- MATOS, A. C. Identificação da fragilidade ambiental potencial através de análises multicritérios e técnicas de geoprocessamento: município de Patos de Minas/MG. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2020.
- NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Modelagem dos conflitos de uso e ocupação do solo como ferramenta para o planejamento territorial: o caso da bacia do alto curso do rio Descoberto, DF/GO. Revista Brasileira de Cartografia, v. 68, n. 7, 2016. DOI: 10.14393/rbcv68n7-44360.
- OLIVEIRA, C. S.; LOPES, F. J. S. Crescimento populacional da cidade de Águas Lindas de Goiás: suas consequências sociais para o Distrito Federal. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 9, n. 27, p. 156-163, set. 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15732/8903>. Acesso em: 26 jun. 2026.
- PROJETO MAPBIOMAS. Coleção 10.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. São Paulo: MapBiomas, 2026. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- REBOUÇAS, A. C. Panorama da água doce no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C. (Org.). Panorama da degradação do ar, da água doce e da terra no Brasil. São Paulo: IEA/USP; Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1997. p. 59-107.
- RIBEIRO, M. O. Estudo da poluição e autodepuração nos rios Melchior e Descoberto, na bacia do Descoberto, DF/GO, com auxílio de modelos matemáticos de simulação de qualidade da água, para estudos de seu comportamento atual e futuro. Brasília: PTARH/UnB, 2001.
- RSTUDIO TEAM. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston: RStudio, PBC, 2020. Disponível em: <http://www.rstudio.com/>. Acesso em: 7 jun. 2026.
- SILVA, W. J. et al. Serial discontinuity along the Descoberto River Basin, Central Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 22, p. 344-355, 2010.
- TEIXEIRA, I. I. L. Evolução do uso da terra, erosão dos solos e fragmentação da vegetação na APA do Rio Descoberto no Distrito Federal e Goiás. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.