



# DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DO USO E COBERTURA DO SOLO NAS ÁREAS PRESERVAÇÃO PERMANENTES DE ÁGUAS LINDAS DE GOIÁS-GO DE 1985 A 2021

Carlos Eduardo Filinto da Silva<sup>1</sup>  
Daniel Henry Martins Costa<sup>2</sup>  
Renato Welmer Veloso<sup>3</sup>

## Tecnologia Ambiental

### Resumo

A ocupação desordenada do território e os impactos ambientais crescentes são desafios globais. Nas últimas décadas, as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil têm enfrentado um processo de ocupação em expansão, impulsionado pela expansão das fronteiras agropecuárias e pelo surgimento e crescimento das cidades. As cidades do entorno do Distrito Federal, localizadas no território goiano, apresentam atraso no desenvolvimento e falta de planejamento urbano, devido ao rápido crescimento e ocupação desordenada da paisagem. Isso resulta na proliferação de poços artesianos irregulares, que causam poluição e esgotamento do lençol freático, afetando negativamente o meio ambiente. Além disso, a crescente conversão do cerrado para outros usos da terra, especialmente para a agropecuária, compromete a qualidade da água destinada ao abastecimento público. Nesse contexto, é fundamental avaliar o uso e a ocupação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em Águas Lindas de Goiás, município mais populoso do entorno do Distrito Federal. Esse estudo analisou as mudanças no uso e cobertura do solo entre 1985 e 2021, identificando a redução nas áreas florestais e savânicas devido à conversão em solo exposto, impulsionadas pela expansão urbana desordenada e crescimento populacional. A falta de conformidade com a legislação vigente também foi observada, com conversão de áreas rurais em urbanas. A conservação das matas ciliares e o controle da expansão urbana desordenada são medidas essenciais para mitigar os impactos negativos e garantir a qualidade da rede fluvial.

**Palavras-chave:** Mapbiomas, SIG, RStudio, Geoprocessamento

## INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada do território e o aumento dos impactos ambientais são desafios globais. Nas últimas décadas, as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil enfrentam

---

<sup>1</sup> Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Departamento de Áreas Acadêmicas, carlofsedu@gmail.com

<sup>2</sup> Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Departamento de Áreas Acadêmicas, danielhenryc4@outlook.com

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



um processo de ocupação crescente, impulsionado pela expansão das fronteiras agropecuárias e pelo surgimento e crescimento das cidades (LIMA, 2011). A exploração desordenada dos recursos naturais compromete a capacidade de fornecimento de serviços ambientais (FENGLER et al., 2015) e requer ações de planejamento territorial que considerem as potencialidades e fragilidades ambientais associadas às atividades humanas (CREPANI et al., 2001). Os estudos sobre fragilidade e vulnerabilidade ambiental buscam identificar áreas mais suscetíveis aos impactos ambientais, tanto naturais quanto causados pela ação humana. Eles avaliam características da paisagem, como relevo, tipo de solo, clima e usos e ocupações do solo (SANTOS, 2017). O planejamento urbano sustentável desempenha um papel fundamental na gestão e preservação do meio ambiente (LIMA, 2011).

As cidades do entorno do Distrito Federal, localizadas no território goiano, caracterizam-se pelo atraso no desenvolvimento e pela falta de planejamento urbano, devido ao crescimento acelerado e à ocupação desordenada da paisagem. Como exemplo, há a proliferação de poços artesianos irregulares, que afetam o meio ambiente, causando poluição e esgotamento do lençol freático (LIMA, 2011). Além disso, a conversão crescente do cerrado para outros usos da terra, especialmente para a agropecuária, também compromete a qualidade da água destinada ao abastecimento público (ROCHA, 2012). Nesse sentido, torna-se essencial promover o uso sustentável dos recursos naturais na região Centro-Oeste, a fim de garantir o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental.

Ações colaborativas entre o poder público e a sociedade são essenciais para a fiscalização ambiental, o zoneamento ecológico-econômico, o monitoramento do uso e ocupação do solo, a qualidade hídrica e o uso de geotecnologias (LIMA, 2011). A implementação adequada do Código Florestal (Lei 12.651/2012) representa um desafio tanto em áreas urbanas quanto rurais, visando garantir a preservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs). A revisão realizada em 2012 foi fundamental para investigar mudanças nas delimitações dessas áreas. A proteção dessas áreas é crucial para assegurar a qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente, conforme estabelecido pelo Código Florestal (CODEPLAN, 2019).

Dado o contexto mencionado anteriormente, torna-se fundamental avaliar o uso e a

Realização



ocupação nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) localizadas em Águas Lindas de Goiás, município mais populoso do entorno do Distrito Federal. Uma vez que, parte do território municipal está inserida na área de captação de uma das principais bacias hidrográficas do Rio Descoberto, que representa uma das principais fontes de abastecimento de água para o Distrito Federal.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) são importantes ferramentas utilizadas na delimitação de áreas florestais protegidas. Esses sistemas utilizam algoritmos que possibilitam um processamento de dados mais rápido e eficiente (OLIVEIRA FILHO et al., 2003). A aplicação de técnicas de geoprocessamento e análise multicritérios é crucial para identificar áreas legalmente protegidas que são mais suscetíveis a impactos ambientais (MATOS, 2020). Realizar estudos de geoprocessamento usando softwares especializados, como o QGIS, tem se tornado uma prática comum em diversas áreas da ciência, especialmente aquelas relacionadas à gestão ambiental.

A expansão agrícola e o desmatamento no cerrado brasileiro têm levantado preocupações ambientais, como a emissão de gases de efeito estufa, a perda de biodiversidade e a degradação do solo (CARVALHO e CUNHA, 2010). Para compreender suas causas e impactos, é crucial quantificar o padrão da paisagem e monitorar a extensão, taxa e padrão das mudanças, especialmente nas APPs. Tecnologias como o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas que permitem analisar de forma dinâmica uma abundância de informações ambientais e fornecer dados para embasar o planejamento e a gestão do uso do solo (ROGAN e CHEN, 2004). A combinação de ferramentas avançadas de geoprocessamento e dados precisos do projeto MapBiomas nos possibilita avaliar de maneira inovadora as mudanças de uso do solo em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Essa abordagem científica permite analisar as mudanças espaço-temporais de forma mais precisa e eficiente.

Neste estudo, identificamos os principais usos e coberturas do solo em Águas Lindas de Goiás, GO, entre 1985 e 2021. Com foco na análise das principais dinâmicas de mudança entre esses usos e as APPs, avaliamos as conversões de uso e cobertura que ocorreram durante esse período. Os resultados obtidos são uma ferramenta importante para discutir melhorias na governança e propor novas políticas públicas relacionadas à proteção

Realização



dessas áreas, conforme o Código Florestal.

## METODOLOGIA

Neste estudo, foram utilizados dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) para delimitar a área do município de Águas Lindas de Goiás. A demarcação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) seguiu os parâmetros estabelecidos pela Lei nº 12.651/2012. Para as matas ciliares, foi criado um buffer de 30 ou 50 metros, dependendo da largura do rio, utilizando um modelo hidrologicamente consistente e validado com dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Nas nascentes, o buffer estabelecido foi de 50 metros, enquanto para reservatórios artificiais, lagos e lagoas, foi utilizado um raio de 50 metros, exceto para o reservatório artificial do Descoberto, onde o raio foi de 100 metros. A identificação das APPs de topo de morro seguiu a metodologia proposta por Oliveira e Filho (2013), e as áreas com inclinação acima de 45 graus foram extraídas a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE). Para realizar a delimitação das APPs em rios com largura inferior e superior a 10 metros, foi realizada a correção manual da rede hidrográfica. Além disso, foram realizadas análises visuais e revisões manuais para assegurar a acurácia e integridade da delimitação das APPs. Esse processo incluiu a comparação com outras fontes de dados, como imagens de satélite e informações públicas relevantes. Os dados cartográficos necessários foram processados utilizando o Banco de Dados Georreferenciado em um ambiente unificado no programa QGIS, versão 3.16.14 (QGIS, 2021).

Foi utilizado o MDE 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). No total, foram abrangidos 37 arquivos no formato raster com resolução espacial de 30 metros. Os mapas de alteração do uso e ocupação do solo foram extraídos da coleção 7 do projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomias) referentes aos anos de 1985 e 2021 (MAPBIOMAS, 2021). Para acessar esses dados, foi utilizada a plataforma Google Earth Engine (<https://code.earth.google.com/>) por meio da ferramenta disponível em <https://mapbiomas.org/>. Esses mapas foram reclassificados para os seguintes usos de

Realização



interesse do projeto: solo exposto, formação florestal, formação savânica, infraestrutura urbana e corpos d'água (Tabela 1).

Tabela1. Classes de uso e cobertura do solo identificadas pelo MapBiomias em Aguas Lindas de Goiás entre os anos de 1985 e 2021, e sua respectiva classe de agrupamento aplicada.

<b>Agrupamento de classes de uso do solo</b>	
<b>Classe original</b>	<b>Classe agrupada</b>
Formação Florestal Silvicultura	Formação Florestal
Formação Savânica Campo Alagado e Área Pantanosa Formação Campestre	Formação Savânica
Área Urbanizada Pastagem Mosaico de Usos Outras Áreas não Vegetadas	Área Urbana
Mineração Soja Outras Lavouras Temporárias Café	Solo Exposto
Rio, Lago e Oceano	Corpos de água

A partir dos dados extraídos do projeto MapBiomias, realizou-se uma análise espacial para gerar mapas e tabelas das mudanças de uso e cobertura do solo ao longo do período avaliado no município de Águas Lindas de Goiás, incluindo as Áreas de Preservação Permanente (APPs). No ambiente R, foi criado um diagrama de Sankey para representar as taxas de mudança das classes de uso da terra. Esse diagrama proporciona uma visualização clara e objetiva das mudanças ocorridas entre as classes de uso da terra ao longo dos intervalos de tempo analisados. Essas mudanças foram avaliadas exclusivamente nas APPs do município, visando quantificar esta área inicial, as perdas e ganhos de cada classe em cinco intervalos de tempo: 1985 a 1990, 1990 a 2000, 2000 a 2010 e 2010 a 2021. Para a análise dos dados, foram utilizados o software QGIS, versão 3.28.5 (QGIS, 2023), o R versão 4.2.3 (R CORE TEAM, 2016) e o software Excel.

Realização



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de preservação permanente (APP) do município de Águas Lindas de Goiás totalizou 2065,1 hectares, o que corresponde a 10,8% da área total do município. Dessas áreas, 208,48 hectares são classificadas como APP de lagos e lagoas. Não foram identificadas APPs relacionadas a topos de morros que atendessem aos critérios estabelecidos no inciso IX do Art. 4º do Código Florestal, nem áreas com altitudes superiores a 1.800 metros e com inclinações superiores a 45 graus.

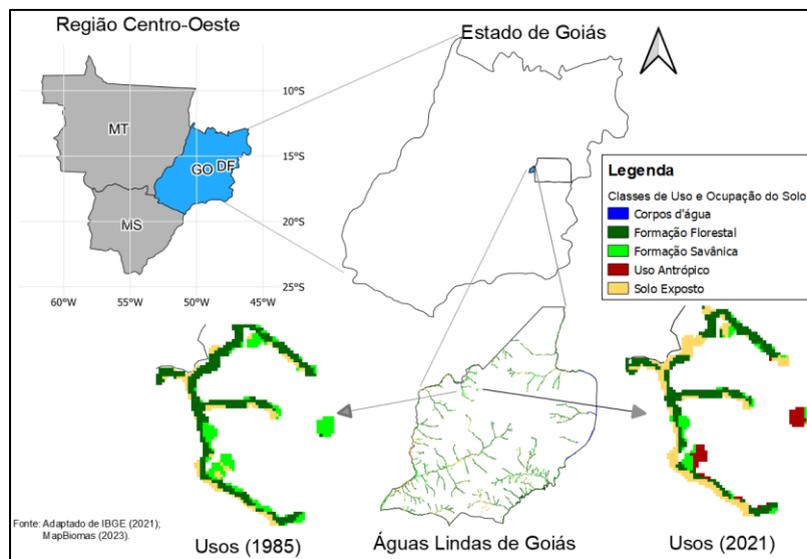


Figura 1. Localização da área de estudo e mapas de uso e ocupação do solo de Águas Lindas de Goiás entre 1985 e 2021. Fonte: Adaptado de IBGE (2022); Mapbiomas (2023).

As áreas de formação florestal representaram a maior extensão dentro da Área de Preservação Permanente (APP), com uma média de  $1204 \pm 10$  hectares (Figura 1 e Tabela 2), sendo a classe dominante de uso do solo durante o período de 1985 à 2021. Em seguida, temos a classe de solo exposto, com uma média de  $517,5 \pm 31,1$  hectares, seguida pela formação savânica (14%), corpos d'água (1,7%) e área urbana (1,0%). Houve a diminuição de 10,6 % das áreas responsáveis pela conservação do solo (Formação Florestal, Savânica

Realização



e corpos d'água) em 2021, em comparação com os valores de 1985. Em 2021, uma área de 31,9% não está em conformidade com a definição estabelecida na legislação vigente, sendo ocupada por solo exposto e área urbana. Estas ocupações aumentaram aproximadamente 30% e 194%, respectivamente, entre 1985 e 2021.

Tabela 2. Área e percentual do uso e cobertura da terra do município de Águas Lindas de Goiás (GO), e análise descritiva da dinâmica da cobertura e uso do solo entre os anos de 1985 e 2021.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	Área (1985)		Área (2021)		Média	Desvio	Mínimo	Máximo
	ha	%	ha	%				
Corpos de Água	39,8	1,9%	17,5	0,8%	1,7%	± 0,3%	0,8%	2,1%
Formação Florestal	1200,7	58,1%	1194,6	57,8%	58,3%	± 0,5%	56,6%	59,2%
Formação Savânica	334,4	16,2%	194,5	9,4%	14,0%	± 1,3%	9,4%	16,2%
Área Urbana	13,9	0,7%	41,0	2,0%	1,0%	± 0,3%	0,4%	2,0%
Solo Exposto	476,3	23,1%	617,5	29,9%	25,1%	± 1,5%	23,1%	29,9%

O crescimento desordenado do município poderia explicar o crescimento urbanas nas APPs, uma vez que a população do município aumentou cerca de 3,6 vezes entre 1991 e as estimativas do IBGE para 2021 (CODEPLAN, 2015; IBGE, 2023).

A área urbana aumento consideravelmente, sendo observado três picos de crescimento durante o período avaliado, correspondendo a taxas de crescimento de mais de 10% da área total e mais de 25% nas APPs (Figuras 2). Entre 1999 e 2020, a taxa de crescimento da área urbana diminuiu, apresentando uma variação média do crescimento de 0,4% (Figura 2B), enquanto nas áreas de APP foi de 3,9% (Figura 2A). Um dos fatores responsáveis pela ocupação sobre as APPs, possivelmente relacionado presença a empreendimentos imobiliários, a cidade se caracteriza como “Cidade Dormitório”, pois é dependentes da oferta de empregos e serviços do Distrito Federal (FREITAS, 2018). Por outro lado, as taxas de variação média para as formações florestais e savânicas foram negativas, com -0,1% e -1,0%, respectivamente, enquanto as áreas de solo exposto variaram em 0,8%, entre 1999 e 2020.

Realização

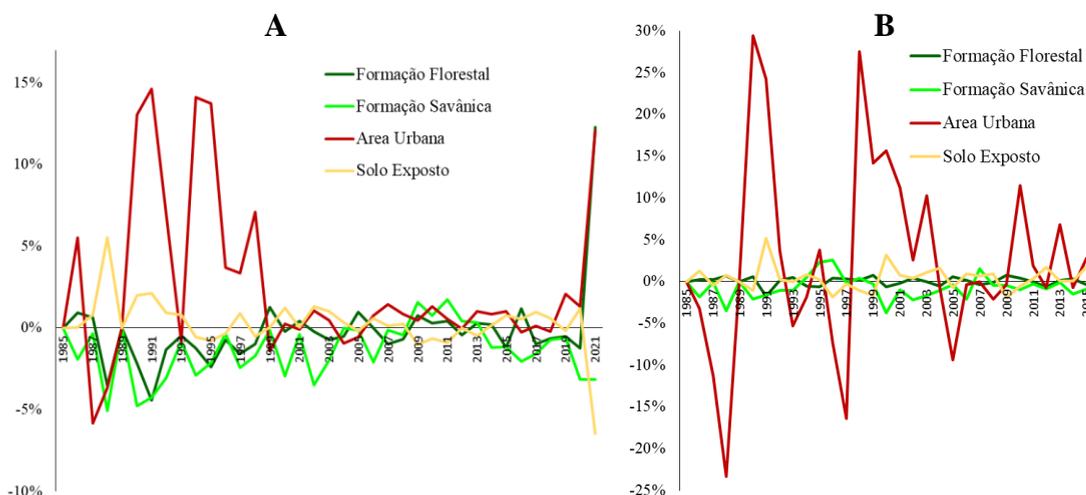


Figura 2. Percentagens de ganhos e perdas, entre os anos de 1985 e 2021, para cada classe de uso e cobertura do solo em Águas Lindas de Goiás (GO) (A) e nas áreas de APP (B).

A dinâmica da mudança de uso do solo nas APP de Águas Lindas de Goiás foi caracterizada pela substituição de áreas de formações florestais e savânicas por áreas de solo exposto, com destaque para uma elevada conversão de áreas florestais em solo exposto de 2010 a 2021 (Figura 3). Além disso, houve o aumento das áreas de solo exposto e formação savânica a partir da perda das áreas florestais, ao longo do período de avaliação. Outro fator importante é a presença do Parque Estadual do Descoberto (BRASIL, 2005) na região leste do município, onde está localizada a represa do Descoberto, uma das principais fontes de abastecimento do Distrito Federal (Figura 1). Nesse sentido, foram implementadas medidas de controle da expansão urbana desordenada nessa região visando a preservação deste manancial de água (LIMA, 2011).

Acompanhando o processo de urbanização acelerada, as áreas savânicas e de solo exposto foram transformadas em áreas urbanas (Figura 3). Um dos efeitos da expansão urbana desorganizada é a conversão de áreas rurais em áreas urbanas, devido aos altos valores dos terrenos. Esse tipo de ocupação resulta no aumento das demandas por infraestrutura urbana e redução de áreas permeáveis devido à substituição da vegetação (LIMA et al., 2021).

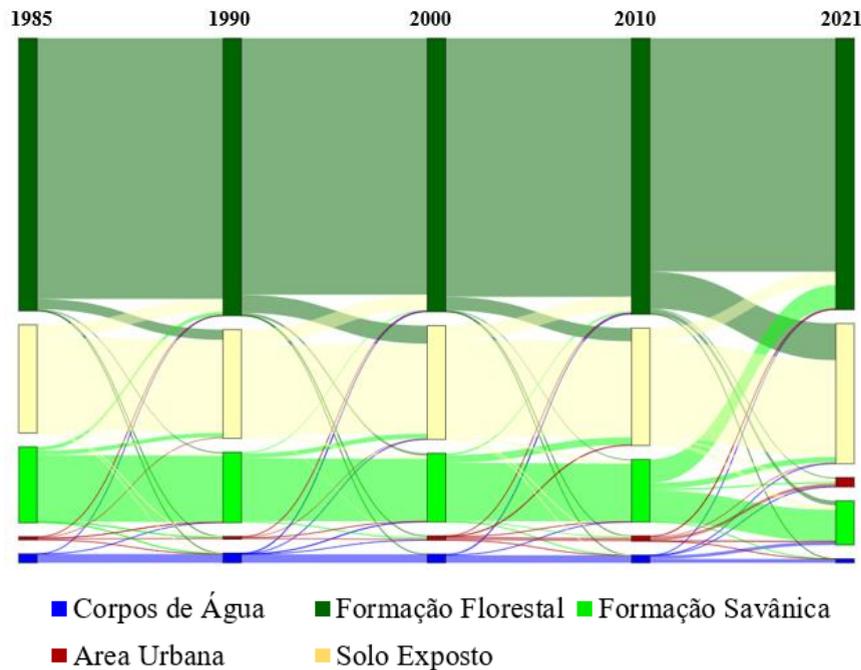


Figura 3. Transições do uso e cobertura do solo entre os anos de 1985, 1990, 2000, 2010, 2021 nas áreas de APP de Águas Lindas de Goiás (GO). As colunas representam a área de cada uso do solo e as linhas a dinâmica temporal da área. Fonte: adaptado de Mapbiomas (2023)

As áreas urbanas passaram 13,02 ha em 1985 para 38,29 ha para das APPs em 2021 (Figura 3), indicando um aumento de 2,94 vezes. Além disso, apenas 2,1 ha de área urbana se mantiveram em 2021, nas mesmas áreas que ocupavam em 1985 (Tabela 3). Esse dinamismo dessas áreas poderia ser explicado pelo histórico de ocupação urbana em Águas Lindas de Goiás, que seguiu um padrão inicial de ocupação por chácaras e lotes residenciais. Ao longo do tempo, houve um alto índice de loteamentos abandonados devido ao não pagamento de impostos municipais por parte dos proprietários (MOREIRA e GOMES, 2014).

Reforçando a dinâmica de alteração do uso e ocupação do solo nas APPs, apenas 49% das áreas florestais e 5% das áreas savânicas mantiveram-se nestas áreas, nos mesmos locais entre anos 1985 e 2021 (Tabela 3). O solo exposto manteve-se em 18% e aumentando 6 % e diminuiu e 13% nas APPs (Tabela 3). Assim houve aumento líquido, diferença entre acréscimo e diminuição, para formações florestais e solo exposto e diminuição das

Realização



formações savânicas.

Tabela 3. Alterações nas áreas e percentagens das classes de uso, formação florestal e savânica, solo exposto e área urbana entre 1985 a 2021

Tipo de mudança espacial	Classes de Uso e Ocupação							
	Formação Florestal		Área Urbana		Solo Exposto		Formação Savânica	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Manutenção	1016,8	49%	2,1	0%	366,3	18%	104,7	5%
Acréscimo	218,9	11%	11,6	1%	121,1	6%	170,7	8%
Diminuição	194,1	9%	34,1	2%	264,6	13%	40,2	2%
Ausência	635,3	31%	2017,4	98%	1313,1	64%	1749,4	85%
<b>Total</b>	<b>2065,1</b>	<b>100%</b>	<b>2065,1</b>	<b>100%</b>	<b>2065,1</b>	<b>100%</b>	<b>2065,1</b>	<b>100%</b>

O aumento das áreas ocupadas por formações florestais é essencial para o bom funcionamento das margens dos corpos d'água, conhecidas como matas ciliares, que ajudam a proteger a qualidade da água dos rios e prevenir a erosão das margens. Dessa forma, a implementação de ações ambientais voltadas para a recuperação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) em não conformidade com a legislação vigente é essencial para mitigar os impactos ambientais sobre os mananciais de águas, com destaque para o Rio Descoberto, que é a principal fonte de abastecimento de água do Distrito Federal (DF).

## CONCLUSÕES

O estudo constatou que as APPs corresponderam a 10,8% da área total do município de Águas Lindas de Goiás, sendo a formação florestal a classe predominante de uso do solo. Cerca de 31,9% das APPs não está em conformidade com a definição estabelecida na legislação vigente, sendo ocupada por solo exposto e área urbana. Isso ocorreu pela conversão das áreas de formação florestal e savânica em solo exposto e, conseqüentemente, em áreas urbanas. A expansão urbana desordenada e o crescimento populacional foram identificados como os principais impulsionadores destas mudanças. Destaca-se a importância das formações florestal e savânicas como prática conservacionista para a proteção dos corpos d'água. Com ênfase para preservação do manancial do Rio Descoberto e sua importância estratégica para o abastecimento de água do DF. A recuperação de APPs

Realização



é essencial para mitigar os impactos negativos sobre esta este recurso ambiental. Por fim, a implementação de medidas de controle da expansão urbana desordenada e adotar políticas de conservação das matas ciliares são fundamentais para a manutenção e melhoria da qualidade da rede fluvial.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, S. F. **Processo de hierarquia analítica: uma alternativa para a priorização de investimentos em tecnologia da informação em empresas**. Revista Produção, v. 16, n. 1, p. 162-175, 2006.
- 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, Lei 12.651/2012. **Lei de Proteção da Vegetação Nativa**. Brasil, 25 de maio de 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 16 de abril de 2023.
- BUCKLEY, S. **NASADEM\_HGT v001 (NASADEM Merged DEM Global 1 Arc Second)**, EarthData, NASA. 2019. Available online: [https://lpdaac.usgs.gov/products/nasadem\\_hgtv001/](https://lpdaac.usgs.gov/products/nasadem_hgtv001/) Acesso: Mai 2023.
- CARVALHO, F. M. V., CUNHA, T. J. F. **Desmatamento no Cerrado brasileiro: tendências e implicações para a biodiversidade e serviços ambientais**. Biodiversidade brasileira, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2010.
- CODEPLAN. **PMAD – Pesquisa Metropolitana por Amostra de Domicílios - 2015, Águas Lindas de Goiás**. Disponível em: <https://bit.ly/3bwhyCq>. Acesso em: Abr 2023.
- CODEPLAN - PMAD – **Pesquisa Metropolitana por Amostra de Domicílios - 2017-2018**, Águas Lindas de Goiás, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3iMh7W8>. Acesso em: 01 jun. 2021.
- CREPANI, E., MEDEIROS, J. S., et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. INPE. 2001. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>
- FENGLER, F. H., MORAES, J. F. L., et al. **Qualidade ambiental dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim entre 1972 e 2013**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.4, p. 402–408, 2015.
- FREITAS, J. J. M. **Política Urbana e urbanização: Uma análise sobre loteamentos residenciais, no município de Águas Lindas-GO**. Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Geografia, Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de Bacharelado em Geografia, 2018. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25124/1/2018\\_JoaoJeanMouraoDeFreitas\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25124/1/2018_JoaoJeanMouraoDeFreitas_tcc.pdf)
- MOREIRA, A. S., GOMES, L. R. A. **Análise do abandono de loteamentos urbanos no município de Águas Lindas de Goiás**. In: X Encontro Nacional da Anppas, 2014, Belém. Anais do X Encontro Nacional da Anppas, 2014.

Realização





- 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.
- IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2021.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/aguas-lindas-de-goias.html>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- LIMA, S. M. S. A., LOPES, W. G. R., FAÇANHA, A. C. **Alterações na cobertura do solo em Teresina, Piauí, Brasil.** Sociedade & Natureza. v. 33, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-58922>. Acesso em: mai. 2023.
- MATOS, R. P. de et al. **Aplicação de análise multicritérios na identificação de áreas susceptíveis a impactos ambientais em municípios da Amazônia.** Revista Brasileira de Geociências, v. 50, n. 2, p. 287-302, 2020.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil.** 2019 a. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: Abr 2023.
- OLIVEIRA, G. C., FILHO, E. I. F. **Metodologia para delimitação de APPs em topos de morros segundo o novo Código Florestal brasileiro utilizando sistemas de informação geográfica.** Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **Geographic Information System QGIS.** Open Source Geospatial Foundation Project, 2021. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: Abr. 2023.
- R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. 2016. <https://www.R-project.org/>.
- 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.
- ROGAN, J., CHEN, D. **Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change.** Progress in Planning, v. 61, n. 4, p. 301-325, 2004.
- SANTOS, A. K. F. (2017) **Análise multicritério entre fragilidade ambiental e a vulnerabilidade ambiental na bacia hidrográfica da UHE Espora (GO).** (Monografia de conclusão de curso), Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, GO, p.76, 2017.
- SOUZA, C. M., Z SHIMBO, J., ROSA, M. R., PARENTE, L. L., A ALENCAR, A.; UDORFF, B. F.; [...]; AZEVEDO, T. 2020. **Reconstructing three decades of land use and land cover changes in brazilian biomes with landsat archive and earth engine.** Remote Sensing, 12(17), 2735.