



USO DO SOLO E A OCORRÊNCIA DE EVENTOS HIDROLÓGICOS NA CIDADE DE GOIÂNIA - GOIÁS*

69

LAND USE AND THE OCCURRENCE OF HYDROLOGICAL EVENTS IN THE CITY OF GOIÂNIA - GOIÁS

Daiane Cardoso

Secretaria de Eficiência - Goiânia/GO (Brasil)
Gerência de Licenciamento e Qualidade Ambiental
ORCID 0009-0005-3483-7620 dianemachado@egresso.ufg.br

Livia Louza

Secretaria de Eficiência - Goiânia/GO (Brasil)
Gerência de Licenciamento e Qualidade Ambiental
ORCID 0009-0001-5722-2144 livia.cor.bor@gmail.com

Denilson Teixeira

Universidade Federal de Goiás (Brasil)
Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Departamento de Gestão e Geomática
ORCID 0000-0001-5103-9982 dteixeira@ufg.br

RESUMO

As capitais são sistemas urbanos complexos, de relevante importância socioeconômica e com dinâmicas de crescimento muito semelhantes, principalmente as do âmbito do Sul Global. Tais similaridades também são observadas quando dos enfrentamentos dos desafios que são inerentes à expansão territorial, dentre eles o planejamento territorial urbano com ênfase no uso e ocupação do solo. Assim, entender este processo de ocupação é fundamental para a proposição de medidas que visem oferecer aos municípios um ambiente seguro e equilibrado. Neste contexto, o principal objetivo da pesquisa foi caracterizar o uso e ocupação do solo na área de estudo e relacionar o mesmo com a ocorrência de eventos hidrológicos. A metodologia utilizada baseia-se no modelo de classificação de Souza et al. (2020), o qual estabelece as categorias de uso do solo em diferentes pares de anos. Os resultados mostram que os eventos hidrológicos vêm ocorrendo majoritariamente em áreas classificadas como urbanizadas, sendo que os episódios de alagamento têm aumentado em números absolutos juntamente com a expansão das áreas urbanizadas e aumento demográfico da população.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo, eventos hidrológicos urbanos, perigo.

ABSTRACT

Capital cities are complex urban systems of relevant significant socioeconomic importance and with very similar growth dynamics, especially in the Global South. Such similarities are also observed when facing the challenges that are inherent to territorial expansion, including urban territorial planning with an emphasis on land use and occupation. Therefore, the understanding of this occupation process is fundamental for proposing measures that aim to offer residents a safe and secured balanced environment. In that regard, the main objective of the research was to characterize the land use and occupation of land in the area studied and relate it to the occurrence of hydrological events. The methodology used is based on the classification model by Souza et al. (2020), which establishes land use categories for every couple in different pairs of years. The results show that hydrological events have been occurring mainly in areas classified as urbanized, with flooding episodes having increased in absolute numbers along with the increase in urbanized areas and demographic increase in the population growth.

Keywords: Land use and occupation, urban hydrological events, danger, risk.

* O texto deste artigo foi submetido em 19-09-2023 sujeito a revisão por pares a 17-11-2023 e aceite para publicação em 12-04-2024.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 32 (N.º Especial), 2025, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

As modificações dos ambientes naturais têm amplificado os problemas de ordem social e ambiental por todo o planeta. Década após década, temos assistido ao aumento da desigualdade social acompanhado pelo crescimento significativo dos desastres ambientais. No ambiente urbano, a expansão marcada pelo movimento campo-cidade potencializou essas modificações.

De acordo com o *World Population Prospects*, 55% da população mundial vive em áreas urbanas, com projeção de aumento para 70%, em 2050. Portanto, as cidades abrigarão cerca de 2/3 da população mundial (UN, 2018). No Brasil, os dados são ainda mais expressivos, pois cerca de 85% da população brasileira vive em áreas urbanas. Neste contexto, destacam-se as regiões Sudeste e Centro-Oeste, cujos percentuais chegam, respectivamente, a 93% e 90% da população habitando espaços categorizados como urbanos (IBGE, 2015). Esse intenso e acelerado processo de urbanização tem gerado o desenvolvimento de grandes centros metropolitanos.

Cabe destacar que, dentro da complexidade do fenômeno de metropolização, fatores como relevo, clima, solo, vegetação e cursos hídricos devem ser considerados quando do planejamento territorial urbano, uma vez que podem interferir significativamente na qualidade ambiental das cidades e sua suscetibilidade a eventos extremos (Gonçalves *et al.*, 2014).

No que diz respeito ao solo, seu uso e ocupação, Souza (2006), Guevara e Wallace (2023), discutem que as agendas de gestão do uso do solo encontram-se estruturadas de forma a privilegiar os interesses empresariais, em detrimento dos aspectos ambientais e sociais, gerando assim uma desregulamentação do uso do solo, e consequentemente o “empresarialismo urbano”.

Tal estruturação resulta em uma acelerada expansão urbana, transformando e fragmentando as paisagens, gerando comprometimento da biodiversidade e da capacidade dos ecossistemas de amortizar tais transformações (Marandola; Hogan, 2004).

Esse quadro torna-se ainda mais complexo e crítico se considerarmos a perspectiva das mudanças climáticas que estão causando perturbações perigosas e generalizadas na natureza e afetando a vida de bilhões de pessoas em todo o planeta, apesar dos esforços de alguns grupos para reduzir os riscos. Áreas urbanas encontram-se cada vez mais suscetíveis a riscos híbridos decorrentes das interações entre o clima severo das mudanças climáticas e o aumento da urbanização (IPCC, 2022). A identificação do perigo, constitui informação essencial à prevenção e ao controle desses eventos (COMPDEC, 2020/2021).

Assim sendo, essa pesquisa tem como objetivo caracterizar as formas de uso e ocupação do solo e relacioná-las à ocorrência de eventos hidrológicos, tendo como área de estudo a principal cidade da Região Centro-Oeste do Brasil, Goiânia. Sendo que os resultados poderão contribuir significativamente para a compreensão da relação existente entre a forma de uso e ocupação do solo e o aumento da ocorrência de alagamento.

Além disso, o presente estudo contribui para o avanço científico da temática de uso e ocupação do solo a partir da abordagem de deflagração do evento, com potencialidade para impactos globais em relação às adaptações necessárias às emergências climáticas.

Por fim, a caracterização do presente cenário poderá fornecer fundamentação aos processos de planejamento e gestão municipal, sendo um exercício capaz de contribuir para o desenvolvimento socioambiental urbano de forma justa e equânime para as cidades de agora e do futuro, o que caracteriza o vínculo desta pesquisa à Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável, no que tange especificamente ao seu objetivo 11, Cidades e comunidades sustentáveis, bem como ao quadro de Sendai para Redução do Risco 2015-2030.

Bases conceituais

A partir de dados do *International Disaster Database*, nos países da América do Sul, entre os anos de 1960 a 2009, quase 80% das catástrofes e prejuízos econômicos ocorridos derivaram-se de desastres hidrometeorológicos, sendo que os mais comuns foram as inundações (Nunes, 2015).

No Brasil, nos últimos anos, os desastres ambientais com desdobramentos devastadores têm sido numerosos. Entre os anos de 1991 e 2019, 58.883 desastres naturais foram oficialmente registrados em 4.971 municípios, levando à morte de 4.065 pessoas e afetando 247.759.548 pessoas; sendo que cerca de 90% destes são de origem hidrológica, segundo dados do Atlas Digital de Desastres no Brasil (UFSC, 2020).

Assim, nos últimos 30 anos tendemos a perceber conceitualmente, que as definições sobre os desastres, que inicialmente eram considerados de origem natural, passaram a ser debatidos e interpretados como processos de caráter socioambientais diretamente relacionados ao uso e a ocupação do solo.

Aqui define-se o uso e ocupação do solo como a distribuição espacial das diferentes funções sociais da cidade, em que se destacam os usos residencial, industrial, comercial, de serviços, de lazer e institucional. Assim, a distribuição dos usos do solo sobre a área urbana determina a localização das atividades humanas e se estas estão permeadas por algum tipo de risco (Portis *et al.*, 2020), uma vez que o risco é um constructo social.

A junção de fatores sociais, econômicos, culturais, demográficos e de uso e ocupação do solo, fatores estes inerentes às relações entre os homens, os grupos sociais e entre estes e a natureza, resultam na materialização da condição de risco (Mendonça, 2021).

Em livro publicado no ano de 2003, Yvette Veyret, discorre que risco é um objeto social e que pode ser definido como a percepção do perigo. Portanto, quando se discute risco, infere-se que o mesmo não existe sem que uma população ou indivíduo o perceba e, consequentemente, sofra os seus efeitos. Ratificando a autora mencionada, Olímpio e Zanella (2017) complementam que a relação entre esses dois fenômenos deve ser descrita como causalidade, sendo que a ocorrência de um depende da existência do outro.

É a partir desse cenário que a noção de risco se torna importante na realidade atual, devido à complexidade e à intensificação dos problemas que se derivam dele e, somada a isso, a abrangência desses problemas na sociedade atual.

Para Almeida (2012), essa complexidade relacionada às concepções teórico-conceituais, metodológicas, de gestão advém, especialmente, por essa característica ser inerente à sociedade contemporânea que se encontra permeada pela incerteza, pelo medo e pela insegurança.

Dentro da perspectiva conceitual para Brüseke (1997), a abordagem da expressão risco no campo ambiental é feita não como uma corrente de determinações que conduzam a um resultado prognosticado, mas sim a movimentos lineares que levam imprevisivelmente à catástrofe ou ao menos a um dano irreparável. Sendo assim contradito por Amaro (2005) que define o risco como um fator probabilístico independente da sua quantificação.

Para Marandola Jr e Hogan (2004) a definição de risco remete diretamente à ocorrência de um evento futuro e conceitualmente pode-se ser distinguido de perigo quando se considera a métrica da temporalidade, podendo o perigo ser caracterizado como o fenômeno em si.

Os autores discutem em seu artigo de revisão conceitual a conceituação de risco e perigo descrito por Castro (2000), que define o risco como a possibilidade da deflagração de um perigo. No entanto, o perigo pode ser conceituado como o fenômeno em si (fig. 1), para a autora, os dois fenômenos coexistem, sendo que a deflagração de um perigo contém um risco embutido.

Corroborando com Castro (2000), Marandola Jr e Hogan (2004) descreve o perigo como um dos componentes do risco, uma ameaça potencial para pessoas e seus bens. Assim, riscos e perigos, a partir da perspectiva da geografia, tem expressiva relação com a forma que os grupos sociais transformam e utilizam o espaço, sendo a relação homem e ambiente indissociáveis quando da conceituação de tais termos.

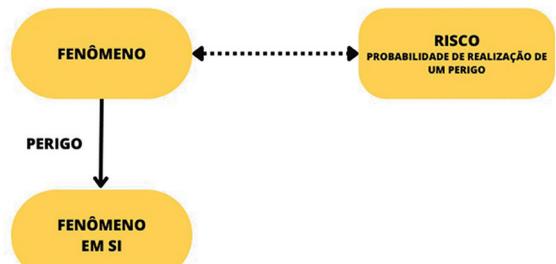


Fig. 1 - Relação entre os conceitos de risco e perigo
(Fonte: adaptado de Aneas de Castro, 2000).

Fig. 1 - Relationship between the concepts of risk and danger
(Source: adapted from Aneas de Castro, 2000).

Portanto, a conceituação de perigo pode ser discutida como sendo um limiar de transição entre risco e crise, ou seja, o perigo corresponde à situação em que o risco deixa de estar latente para se manifestar. Deste modo, o perigo equivale ao início da manifestação da crise, que anteriormente nos foi dado pelos “sinais de alerta” que podem ser aqui entendido como risco (Lourenço, 2014).

Ressalta-se que, em áreas urbanas com características expansionistas aceleradas e com inobservância aos aspectos geográficos, ao zoneamento urbano e ao planejamento territorial, os níveis de urbanização são proporcionais ao aumento da intensidade e extensão dos perigos (Jatobá, 2011).

Entretanto, a temática de riscos de desastres é o lugar político que expõe as contradições entre os planejamentos urbanos referentes ao monitoramento e controle dos fatores de risco e perigos aos cidadãos e a capacidade efetiva de se fazer frente a essa problemática (Valencio, 2021). Sendo o perigo a equivalência da manifestação crise, identificar e mapear os tipos de riscos de uma determinada região não consiste diretamente em anular a existência, mas em diminuir os efeitos possíveis da crise por meio do conhecimento dos processos e pela instalação de dispositivos adequados contribuindo assim com a cultura antecipatória frente aos riscos e desastres.

De acordo com Aquino *et al.* (2017), os riscos ambientais urbanos são provenientes do uso e ocupação do solo urbano e englobam a instabilidade das encostas, proveniente da ocupação desordenada; enchentes provocadas pela impermeabilização do solo; a contaminação química industrial e domiciliar por falta de responsabilidade, conscientização e legislação adequada; a contaminação orgânica, por falta de saneamento básico, coleta e tratamento de lixo adequados; o aumento da temperatura global, provocado pela queima de combustíveis fósseis e pela impermeabilização do solo.

Segundo Moreira *et al.* (2021), estudos relacionados à impermeabilização, uso e ocupação do solo, surgem não somente como indicadores do grau de urbanização,

mas também como indicadores de qualidade ambiental, uma vez que estão diretamente relacionados às manifestações de perigo, risco e desastres relacionados aos eventos hidrológicos.

Para Romão (2009), compreender os eventos de urbanização e a partir disso nortear a forma com a qual os gestores, incluindo executivo e legislativo, norteiam as mudanças locais, leia-se métricas e parâmetros para zoneamento, são fatores preponderantes para a transformação das cidades em espaços mais democráticos e ambientalmente equilibrados.

A partir do apanhado geral a questão que nos permeia é a quem interessa não planejar, uma vez que, sendo o planejamento urbano um instrumento de gestão urbana considerado eficiente, porque as cidades brasileiras continuam vivenciando problemas relacionados à mobilidade, habitação, infraestrutura que acabam se desdobrando desastres naturais, temática que abordamos neste artigo.

Mocci e Leonelli (2021) propõe em seu artigo de revisão um apanhado geral sobre a legislação brasileira em relação ao uso e ocupação do solo, segundo as autoras o estatuto da cidade representa, após a redemocratização, um novo capítulo na questão urbana do Brasil. Promulgada em 2001, a Lei Federal 10.257 é um suporte jurídico-institucional aos municípios, uma vez que regulamenta sobre a política urbana ordenando sobre as questões sociais e ambientais da cidade a partir da elaboração dos Planos Diretores de cada município.

Outros aparatos legais formulados por cada município com o intuito de reduzir as desigualdades sociais, as ocupações em áreas tidas como suscetíveis ambientalmente são: Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Lei de Zoneamento e Código de Obras (Carvalho, 2001).

No entanto, tais leis somente surtirão efeitos democráticos quando forem elaboradas considerando a realidade dos espaços urbanos locais de forma individualizada e democrática e levando em consideração os parâmetros relacionados ao social em consonância com o econômico. Assim, não há que se falar em sustentabilidade quando o capital em detrimento do social e do ambiental deram o tom aos textos das leis que norteiam as decisões da gestão municipal.

Metodologia

Delineamento da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa descritiva uma vez que busca caracterizar a situação de uso e ocupação do solo, de forma temporal, correlacionando-as aos eventos hidrológicos na área de estudo. Para cumprirem com o objetivo proposto, utilizamos dados provenientes do modelo de classificação de Souza *et al.* (2020), o qual estabelece as categorias de uso do solo para todo o território nacional em diferentes pares de anos (QUADRO I). Há que se ressaltar que na presente pesquisa relacionamos o uso a ocorrência de eventos hidrológicos (alagamentos).

Área de estudo

Fundada em 1933 e com planejamento inicial para 50 mil habitantes, a cidade de Goiânia chega ao ano de 2022 com população estimada de 1,5 milhão de habitantes (IBGE, 2021). O município de Goiânia apresenta extensão territorial de 729,296 km² e encontra-se situada na porção centro-sul do estado de Goiás, entre as coordenadas E: 662.000 e 760.000 m e N: 8.141.000 e 8.179.000 m (M.C. -51°W Gr., Hem. Sul) (fig. 2).

QUADRO I - Descritivo das tipologias de uso e ocupação do solo.

TABLE I - Description of land use and occupation typologies.

Tipologia	Uso
Floresta	Fitofisionomias com predominio de espécies arbóreas com alta densidade contínua dossel, áreas que foram perturbadas por incêndios e/ou exploração madeireira e floresta resultante de rebrota natural.
Formação natural não florestal	Campo alagado ou pantanoso, formação campestre, apicum, afloramento rochoso, restinga herbácea e outras formações não florestais.
Agropecuária	Áreas predominantemente ocupadas por culturas e pastagens.
Área urbanizada	Áreas urbanas com predominância de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, rodovias e construções.
Outras áreas não vegetadas	Superfícies não vegetadas (infraestruturas, áreas urbanas ou mineração) não mapeadas suas classes e áreas de solo exposto (principalmente solo arenoso) não classificado como pastagem formação ou pastagem.
Mineração	Áreas relacionadas à extração mineral de grande porte, com exposição clara do solo devido à pesada maquinaria. Apenas áreas pertencentes ao Departamento Nacional de Minerais Gráfico de Produção (DNPM) (SIGMINE) foram consideradas.
Rio, lago	Rios, lagos, barragens, reservatórios e outros
Aquicultura	Lagos artificiais, onde a aquicultura e/ou predominam as atividades de produção de sal.

Fonte: adaptado de Souza *et al.*, 2020. Source: adapted from Souza *et al.*, 2020.

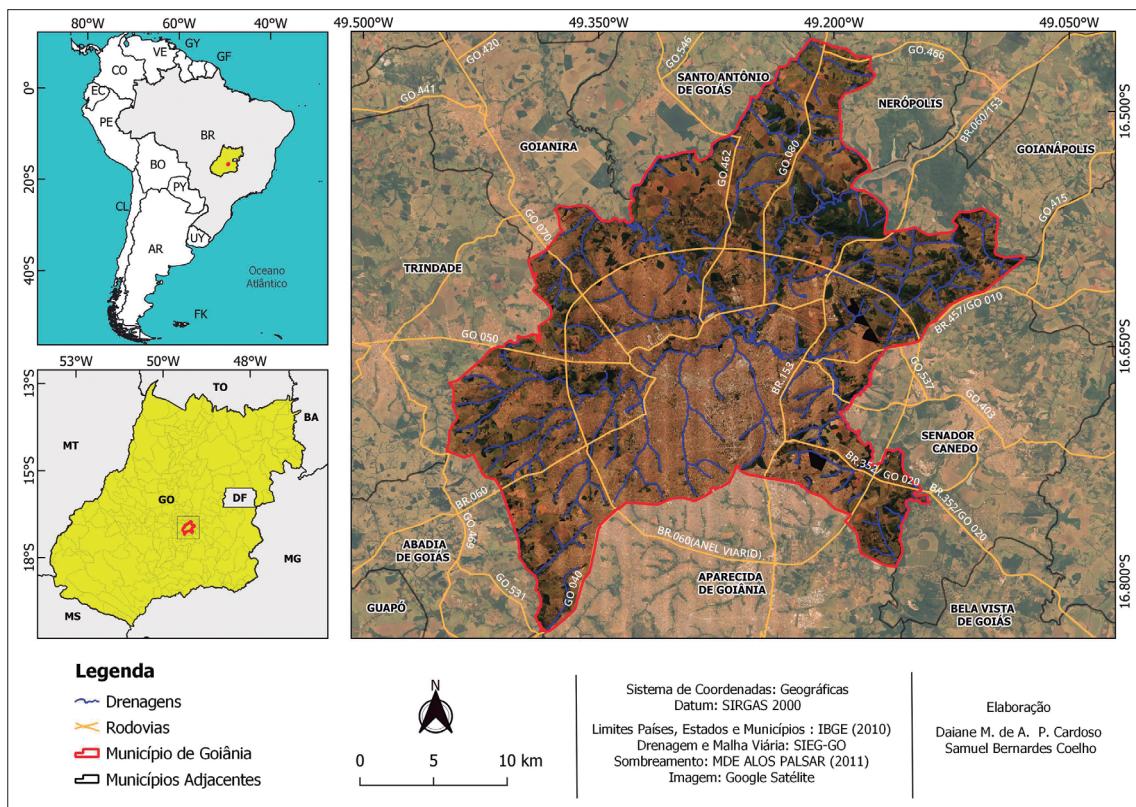


Fig. 2 - Área de estudo (Fonte dos dados: malha viária, limites municipais e estadual, IBGE, 2021).

Fig. 2 - Study area (Data source: road network, municipal and state boundaries, BGE, 2021).

A cidade é considerada a 5^a capital brasileira mais sustentável, conforme o Instituto Cidades Sustentáveis (ICS, 2022). Entretanto aparece como a 1^a mais desigual da América Latina, segundo dados do Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos ONU-Habitat (2012).

Uma cidade com tradição em planejamento foi inicialmente projetada sob os moldes da cidade-jardim concebida por Howard, na Inglaterra. Essa concepção objetivava, a partir do planejamento urbano, estabelecer a relação homem-natureza (Moreira; Silva, 2012). No entanto, devido à expansão acelerada e à ocupação de áreas de forma irregular, um novo plano surgiu, entre 1969 e 1971, e dentro dessa concepção, as áreas verdes passaram a assumir funções de utilidade pública, sem nenhum caráter de preservação.

No ano de 1990, um novo plano de ordenamento foi originado pelo Plano Diretor Integrado de Goiânia, em decorrência do qual elaborou-se a Lei Complementar 031/94, que trata sobre o uso e a ocupação do solo nas zonas urbanas e de expansão urbana do município de Goiânia. Na questão ambiental, o plano diagnosticou, com base na Carta de Risco do Município de Goiânia de 1991, que os maiores problemas se referiam: à presença reduzida da cobertura vegetal e à intensa contaminação e poluição dos cursos d'água (Ribeiro, 2010).

Atualmente, o Plano Diretor (Lei Complementar 349/2022) com caráter expansionista encontra-se vigente. O documento aprovado acaba por descharacterizar algumas áreas que antes de sua aprovação eram classificadas como Áreas de Preservação Permanente. Sendo o uso e ocupação do solo relacionados a esse parâmetro. Assim, Goiânia se apresenta como um município de grande destaque para a aplicação da metodologia aqui proposta.

Uso e ocupação do solo

No esforço de caracterizar alguns aspectos físicos da área de estudo, optamos por visualizar, por meio de mapas temáticos, os elementos relacionados ao uso e ocupação do solo, correlacionando-os às áreas de ocorrência de eventos hidrológicos. Para tanto, utilizou-se a Coleção 7.1 do MapBiomas (2021).

Ainda no que diz respeito às classes de uso e ocupação do solo, escolhemos realizar uma análise temporal desse parâmetro. Com esse intuito utilizamos das séries históricas dos anos de 1985, 1997, 2009 e 2021. Sendo que, para todos os anos, realizamos sobreposição dos dados de eventos hidrológicos devidamente registrados e catalogados.

Referente à espacialização das áreas de suscetibilidade ambiental foram utilizados dados disponíveis no

Relatório Biaunal 2020/2021 da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (2022), e com o auxílio da ferramenta Google Earth, os pontos referentes aos eventos hidrológicos foram plotados e processados em ambiente SIG, para a visualização das áreas de ocorrência. Ressalta-se que o relatório disponibilizado não apresenta clareza quanto ao tipo de processo ocorrido, se de alagamento ou de inundação. Mediante essa constatação, optou-se por proceder com a especialização sem diferenciar os processos.

No que diz respeito às limitações da pesquisa, destaca-se que os dados de ocorrência de eventos limitam-se àqueles catalogados e validados pela Defesa Civil, no entanto, dados de áreas suscetíveis ambientalmente à ocorrência dos eventos, considerando sua proximidade aos cursos hídricos, bem como seus aspectos físicos de declividade deverão ser consideradas, podendo gerar resultados para uma discussão no que tange os riscos relacionados ao uso e ocupação do solo.

Análise dos resultados

Para evidenciar os pontos de suscetibilidade ambiental relacionado a eventos hidrológicos adotamos a conceituação de perigo ambiental considerando que o mesmo se dá pela materialização dos eventos hidrológicos. Para essa pesquisa, conforme explicitado anteriormente, os dados utilizados são dados identificados e validados pela Defesa Civil da cidade de Goiânia.

Segundo o documento técnico da Defesa Civil (2021), a cidade conta hoje com 99 pontos de alagamento identificados e em monitoramento, sendo as regiões Sul e Centro/Campinas com o maior número de ocorrências registradas, 28 e 21 respectivamente.

Moreira *et al.* (2021) e Luiz e Romão (2019), identificaram como os pontos de maior ocorrência dos processos de alagamentos e inundações na cidade de Goiânia, as regiões central e sul, isto está relacionado ao alto grau de urbanização nestas áreas e a terrenos extensamente impermeabilizados, os resultados da nossa pesquisa confirmam os achados dos autores.

Notamos que as ocorrências estão especializadas das seguintes formas: para a região sul o setor Parque Amazonas aparece com maior número de ocorrências juntamente com setor Bueno. Já na região central o bairro com maior ocorrência é o Centro, e a Vila Roriz encontra-se classificada como Região Norte. No entanto, o Relatório da Defesa Civil chama atenção para essa área, sendo classificada como área de alto risco devido à proximidade com o Córrego Anicuns.

Rego e Barros (2014) ao analisarem os dados quantitativos referentes aos pontos de alagamento na cidade de Goiânia, a partir de levantamento na imprensa e dados

da Defesa Civil, pontuam que nos anos de 2003 a 2006 foram registradas 64 ocorrências de eventos hidrológicos e de, 2006 a 2010, 74 ocorrências, sendo que os setores mais afetados são Bueno, Jardim Guanabara I e II, Jardim América, Urias Magalhães, Pedro Ludovico e Campinas. Em nossa pesquisa o Bairro Parque Amazonas aparece na lista dos mais afetados, corroborando com as autoras no que diz respeito ao aumento das ocorrências de eventos hidrológicos em bairros já consolidados desde o fim da década de 1980.

A ocorrência de eventos de alagamento fora de áreas consideradas suscetíveis é um fenômeno que pode ser relacionado com as formas de uso e ocupação do solo.

Assim, a análise temporal relativa a uso e ocupação do solo para a cidade de Goiânia (fig. 3 a 6) revelou que os eventos ocorrem majoritariamente em áreas classificadas como urbanizadas corroborando com a literatura no que diz respeito ao aumento de eventos hidrológicos em áreas antropizadas (Veyret, 2003; Sampaio e Ricardo - Junior, 2007).

Para os anos de 1985, cerca de 17,03% da área era categorizada como urbanizada e a projeção dos dados atuais revelam que a incidência de alagamento na área em questão é de 45,45%.

Em 1997 o percentual de área urbanizada era de 28,08% e a projeção de incidência de ocorrência de eventos hidrológicos 71,72%.

Cabe destacar que, nos anos de 2009 e 2021 o percentual de área urbanizada não sofre modificação, no entanto o índice de ocorrência de alagamento que no primeiro é de 80,81% passa para 85,86% no ano de 2021.

Em estudo publicado no ano de 2021 Moreira *et al.* discutem sobre a qualidade da drenagem urbana na cidade de Goiânia. Como resultado, verificaram que 71% dos pontos com ocorrência de eventos hidrológicos no ano de 2019 localizavam-se em áreas classificadas com uma qualidade de drenagem desfavorável ou muito desfavorável, que também são áreas amplamente impermeabilizadas.

O incremento relativo à ocorrência de eventos hidrológicos pode ser justificado devido ao crescimento demográfico da população, em cerca de 19,48% nesse mesmo período (IBGE, 2010; IBGE 2021), com consequente aumento do processo de verticalização na área, contribuindo para uma maior impermeabilização do solo, maior utilização dos espaços, visto que as edificações multifamiliares usufruem mais do terreno (inclusive o subsolo) para área construída, tendo como resultado a diminuição das áreas de infiltração.

Santos *et al.* (2017) observaram que apesar de as diferenças do uso e ocupação não serem tão evidentes quanto a tipologia em pequenos recortes temporais, o

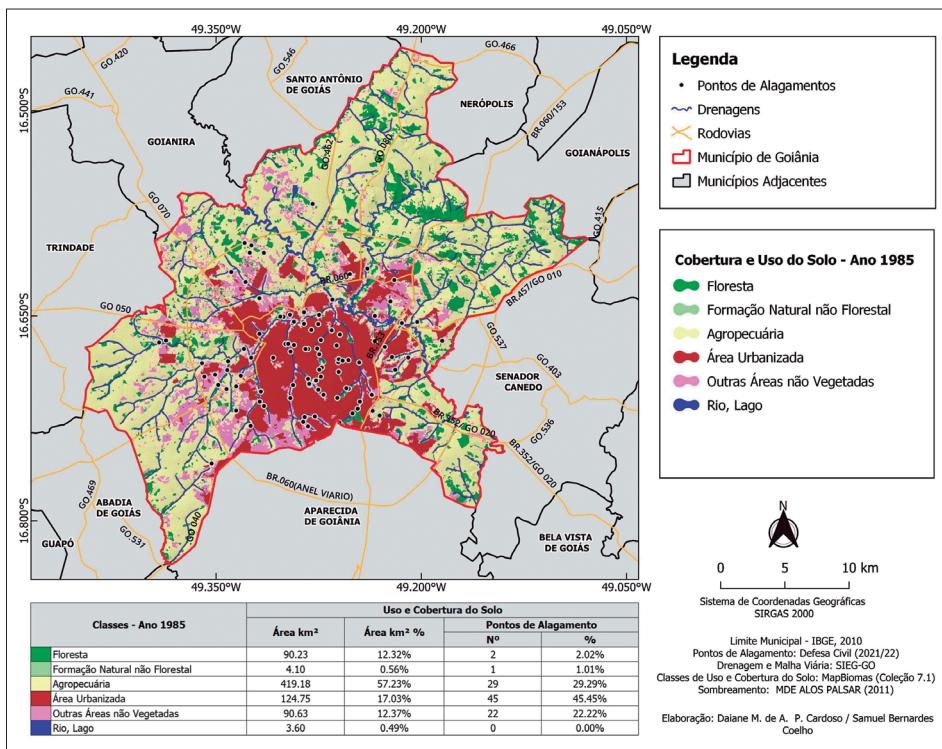


Fig. 3 - Uso e ocupação do solo no ano de 1985 com projeção da incidência de eventos hidrológicos nos anos de 2020/2021
(Fonte dos dados: IBGE, 2010; MapBiomas Coleção 7.1).

Fig. 3 - Land use and occupation in 1985 with estimated incidence of hydrological events in 2020/2021
(Data source: IBGE, 2010; MapBiomas Collection 7.1).

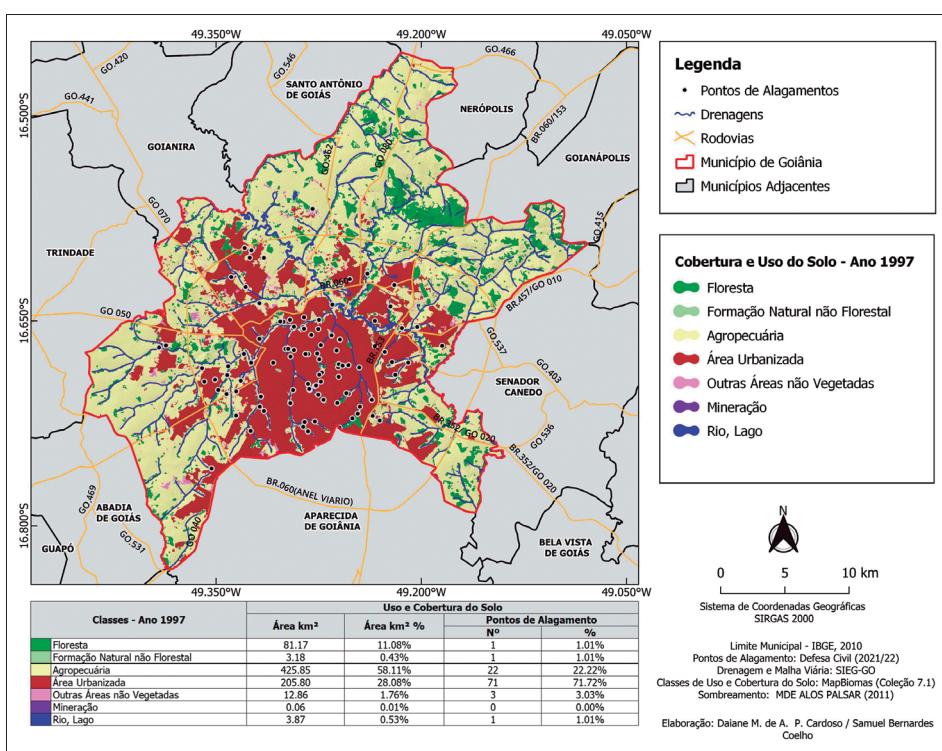


Fig. 4 - Uso e ocupação do solo no ano de 1997 com projeção da incidência de eventos hidrológicos nos anos de 2020/2021
(Fonte: IBGE, 2010; MapBiomas Coleção 7.1).

Fig. 4 - Land use and occupation in 1997 with estimated incidence of hydrological events in 2020/2021
(Source: IBGE, 2010; MapBiomas Collection 7.1).

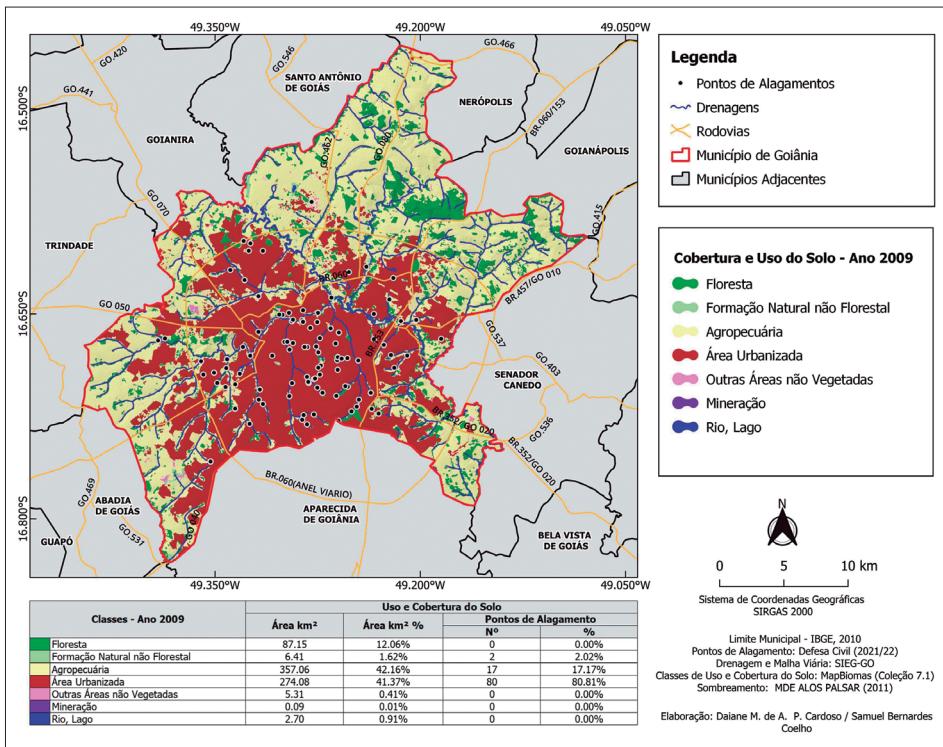


Fig. 5 - Uso e ocupação do solo no ano de 2009 com projeção da incidência de eventos hidrológicos nos anos de 2020/2021
(Fonte dos dados: IBGE, 2010; MapBiomass Coleção 7.1).

Fig. 5 - Land use and occupation in 2009 with estimated incidence of hydrological events in 2020/2021
(Data source: IBGE, 2010; MapBiomass Collection 7.1).

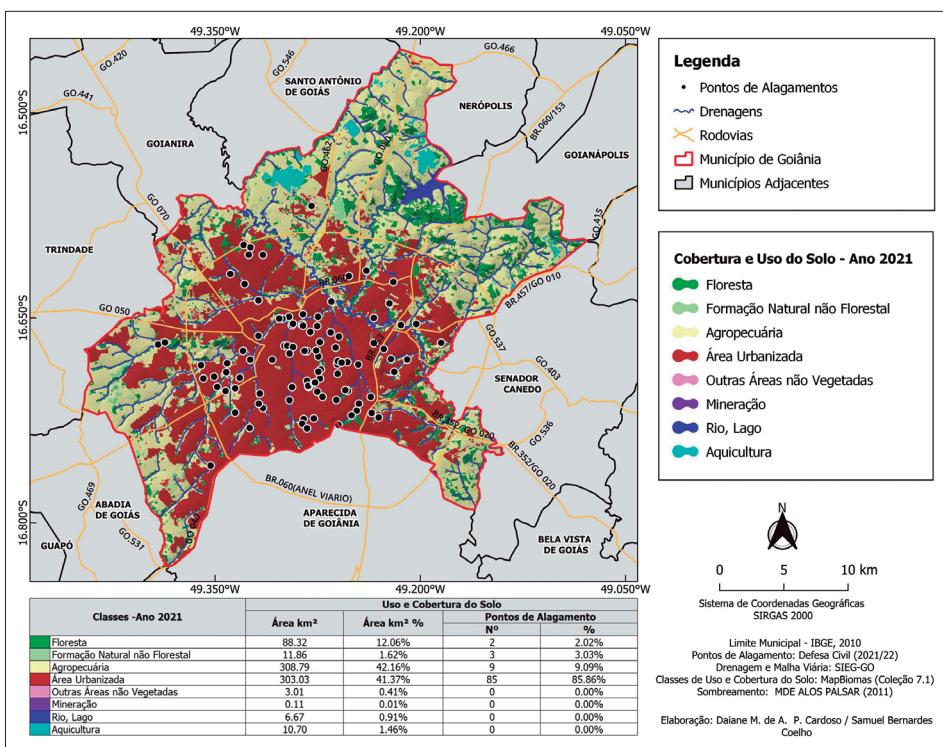


Fig. 6 - Uso e ocupação do solo no ano de 2021 com projeção da incidência de eventos hidrológicos nos anos de 2020/2021
(Fonte: IBGE, 2010; MapBiomass Coleção 7.1).

Fig. 6 - Land use and occupation in 2021 with estimated incidence of hydrological events in 2020/2021
(Source: IBGE, 2010; MapBiomass Collection 7.1).

processo de verticalização deve ser considerado, uma vez que disponibiliza menos espaço para áreas verdes naturais, acarretando em maior escoamento superficial em períodos de chuva.

Segundo a classificação do MapBiomas, áreas urbanas são aquelas com predominância de superfícies não vegetadas, incluindo estradas, rodovias e construções. Rego e Barros (2014) discutem que o processo de urbanização, relacionado aos eventos analisados, por meio da impermeabilização contínua do solo e da retirada da cobertura vegetal, tem afetado tanto áreas em processo de urbanização quanto áreas já consolidadas. De acordo com as autoras, tais fenômenos aumentam a quantidade de água acumulada nas vias de circulação pública e o volume de água que atinge os cursos d'água sem infiltrar no solo. Os resultados desta pesquisa corroboram os achados das autoras.

A partir da análise dos dados observamos que nesse intervalo de tempo o uso do solo para a classe urbanização mais que dobrou, em contrapartida áreas classificadas como ‘outras áreas não vegetadas’, diminuíram consideravelmente, passando 12,37% para 0,41% da área total do território. Também podemos observar diminuição em números absolutos de áreas classificadas como agropecuárias e florestas.

Conclusão

A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar as formas de uso e ocupação do solo e relacioná-las à ocorrência de eventos hidrológicos na cidade de Goiânia. Os resultados mostram que os eventos hidrológicos vêm ocorrendo majoritariamente em áreas classificadas como urbanizadas, sendo que os episódios têm aumentado em números absolutos juntamente com o aumento das áreas urbanizadas e ao aumento demográfico da população.

A região centro/sul destaca-se pelo quantitativo de incidência de eventos hidrológicos, os setores Parque Amazônia e Bueno são os bairros com maior número de ocorrência, sendo estes de classe média com característica residencial e também comercial. Esses bairros foram criados na década de cinquenta e hoje encontram-se em franca expansão imobiliária. Já na região Central, o bairro com maior ocorrência é o Centro, com as mesmas características de uso e ocupação do solo e de recorte socioeconômico. Os três bairros citados estão entre os mais populosos de Goiânia com uma população estimada de 24.204, 20.907 e 39.394 habitantes respectivamente.

Tais achados contribuem para o avanço da temática de uso e ocupação do solo sob a perspectiva de perigo, uma vez que correlaciona aspectos de mudança de uso, impermeabilização correlacionados aos desastres

ambientais intensamente recorrentes em áreas urbanas, sendo um contributo para o debate conceitual. Podendo ainda contribuir com as decisões técnicas dos órgãos municipais incluindo a Agência Municipal do Meio Ambiente e a Secretaria de Planejamento do município de Goiânia, uma vez que os resultados dessa pesquisa podem embasar a tomada de decisão no que diz respeito à propositura e aprovação de projetos.

Do ponto de vista das políticas públicas, a pesquisa em questão poderá ser utilizada como norteador de pauta, bem como um referencial teórico no que tange o planejamento territorial urbano incluindo ações regionalizadas de médio a longo prazo voltadas ao uso e ocupação das áreas, bem como à educação (cultura) e prevenção aos desastres ambientais, podendo assim, proporcionar à sociedade goiana a vivência em um ambiente menos suscetível. A informação de perigo relacionado aos aspectos socioeconômicos e sua espacialização (mapeamento) podem ser dispositivos eficientes no que diz respeito à capacitação do poder público e da população frente aos desastres ambientais, sendo que a partir desses dados, pode-se gerar uma agenda de ação municipal de cultura e prevenção aos desastres ambientais.

No que se refere às pesquisas futuras, sugere-se analisar as categorias de uso e ocupação do solo relacionando-as ao regime de precipitação pluviométrica, com recorte temporal, podendo assim relacionar os impactos das alterações climáticas com as ações locais.

Referências bibliográficas

- Almeida, L. Q. (2012). Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações. *Coleção PROPG Digital (UNESP)*.
- Amaro, A. (2005). Consciência e cultura do risco nas organizações. *Territorium - Revista da Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurabça, ISSN: 0872-8941*, Minerva Coimbra | RISCOS, Coimbra, n.º 12, 5-9.
- DOI: https://doi.org/10.14195/1647-7723_12_1
- Aquino, A. R. de, Piedade, A. L. F., Buongermino, C. R. P., Santos, D. R. A. dos, Rocha, E. D., Kiiper, F. de M., Paletta, F. C., Affonso, G. S., Bordon, I. C. A., Coelho, J. M. S., Almeida, J. R. de, Pidone, L. A., Oliveira, M. J. A. de, Ribeiro, R. B., Yamagishi, R. B., Muller, R. M. L., Mattiolo, S. R., Boemer, V. A., Rubbia, W. M. (2017). “Riscos ambientais urbanos”, In: *Risco ambiental*. São Paulo: Blucher, 25 -32.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL: SECRETARIA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL (2021). *GIRD+10: caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres*. Brasília, DF.

- Brüseke, F. J. (1997). Risco social, risco ambiental, risco individual. *Ambiente & Sociedade*. Campinas, v. 1, n. 1, 117-134.
- Carvalho, S. N. (2001). Estatuto da Cidade: aspectos políticos e técnicos do plano diretor. *São Paulo em Perspectiva*, v. 15, n. 4, 130-135.
- De Castro, S. A. (2000). *Riesgos y peligros: una visión desde la geografía*. Universidad de Barcelona.
- De Sampaio D., Ricardo., Junior, S.C. (2007). Risco ambiental: conceitos e aplicações. *CLIMEP- Climatologia e Estudos da Paisagem*, v. 2, n. 2.
- De Souza, M. L. (2006). Cidades, globalização e determinismo econômico. *Revista Cidades*, v. 3, n. 5.
- Goiânia. Lei Complementar nº 349, de 04 de março de 2022. Dispõe sobre o Plano Diretor e o processo de planejamento urbano do Município Goiânia e dá outras providências. Diário Oficial do Município de Goiânia, n. 7752, 04 mar. 2022.
- Goiás. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. *Monitoramento Preventivo em Pontos de Alagamentos (2020/2021)*. Goiânia, GO.
- Gonçalves, K. D. S., Siqueira, A. S. P., Castro, H. A. D., Hacon, S. D. S. (2014). Indicador de vulnerabilidade socioambiental na Amazônia Ocidental. O caso do município de Porto Velho, Rondônia, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 19, 3809-3818.
- Guevara, T., & Wallace, J. (2023). Planeamiento y crecimiento urbano en la ciudad de San Carlos de Bariloche (2001-2019). urbe. *Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 15, e20220161.
- Hogan, D. J., Cunha, J. D., Carmo, R. D., & Oliveira, A. D. *Urbanização e vulnerabilidade socioambiental: o caso de Campinas*. Migração e ambiente nas aglomerações urbanas. Campinas: NEPO/UNICAMP, 395-418, 2001.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2015). *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 ago. 2022.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2010). *Censo Demográfico 2010*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 fev. 2021.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA *Cidades e Estados*. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/goiania>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- ICS - INSTITUTO CIDADES SUSTENTÁVEIS. *Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades - Brasil*, 2022. Disponível em: <http://idcs.cidadessustentaveis.org.br>. Acesso em: 22 set. 2022.
- IPCC - CLIMATE CHANGE (2014). *Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Pachauri, R.K., Meyer, L.A., Eds., IPCC: Geneva, Switzerland, 151.
- Jatobá, S. U. S. (2011). *Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social*.
- Lourenço, L. (2014). Risco, Perigo e Crise. Trilogia de base na definição de um modelo conceptual-operacional. *Realidades e desafios na gestão dos riscos-Diálogo entre ciência e utilizadores*, 61-72.
- Luiz, G. C., Romão, P. A. (2019). Interação Solo-Atmosfera e Processos de Inundação e Alagamento na Cidade de Goiânia-GO. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.12, n.05, 1891-1903.
- Marandola Jr, E., Hogan, D. J. (2004). Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, 95-110.
- Marques, M. L., Silva, M. C., Camargo, D. M. (2017). Análise espacial da vulnerabilidade socioambiental no município de Campinas, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 9, 1711-1723.
- Mendonça, F. (org.) (2021). *Riscos híbridos: concepções e perspectivas socioambientais*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Mocci, M. A., Leonelli, G. Cunha V. (2021). Expansão urbana na legislação urbana brasileira: uma revisão temporal. *Revista Brasileira de Direito Urbanístico| RBDU*, 61-80.
- Moreira, P. A. G., Ferreira, N. C., Mendes, T. A. (2021). Determinação de áreas impermeáveis por meio de ferramentas de geoprocessamento. *Geociências*, São Paulo, UNESP, v. 40, n.4, 1081-1099.
- Moreira, J. F. R., Silva, C. A. (2012). Paisagem urbana e áreas verdes: contexto dos parques urbanos de Goiânia. *Boletim Goiano de Geografia*, Goiânia, v. 32, n. 2, 239-254.
- Nunes, L. H. (org.). (2015). *Urbanização e desastres naturais: abrangência América do Sul*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Olímpio, J. L. S., Zanella, M. E. (2017). Riscos naturais: conceitos, componentes e relações entre natureza e sociedade. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 40, 94-109.
- Portis, G. T., Santos, A. M. dos, Nunes, F. G. (2020). Análise espaço temporal da alteração do uso do solo sob influência de um polo gerador de viagens em Goiânia, GO, Brasil. *Ambiente Construído*, v. 20, 513-525.

- Rego, T. L., Barros, J. R. (2014). *Alagamentos e inundações em Goiânia: uma análise a partir da imprensa local e dos registros da defesa civil.*
- Ribeiro, M. E. J. (2010). *Goiânia: os planos, a cidade e o sistema de áreas verdes, 2000 (Dissertação de Mestrado).* Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Santos, K. A., Rufino, I. A. A., Barros, M. N. M. (2017). Impacts da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande-PB. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, 943-952.
- Souza Jr, C. M., Z. Shimbo, J., Rosa, M. R., Parente, L. L., A. Alencar, A., Rudorff, 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*, v. 12, n. 17, 2735 p.
- UNITED NATIONS - UN (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables.* New York: United Nations. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/files/documents/2020/Jan/un_2017_world_population_prospects-2017_revision_databooklet.pdf. Acesso em: 3 ago. 2022.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC. (2020). *Atlas Digital de Desastres no Brasil.* Centro de Estudos e Pesquisas em Engenharia e Defesa Civil - Ceped/UFSC. Disponível em: www.atlas.cepel.ufsc.br. Acesso em: 22 set. 2022.
- Veyret, Y. (org.). (2003). *Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.* São Paulo: Contexto.