

ANTECIPANDO VULNERABILIDADES: MODELO PREDITIVO APLICADO ÀS ÁREAS DE RISCO E ÀS APPS URBANAS

Thaís Oliveira RIBEIRO¹; Ana Elisa Silva de ABREU²; Talita GANTUS-OLIVEIRA³; Ana Paula Leal Pinheiro CRUZ⁴; Jefferson de Lima PICANÇO⁵

Resumo – A expansão urbana em áreas próximas a cursos hídricos, especialmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs) constitui um desafio histórico, agravado por eventos climáticos extremos e pressões socioeconômicas. Este estudo apresenta uma metodologia replicável para antecipar zonas críticas de risco, desenvolvida a partir do caso de um município paulista marcado por crescimento acelerado e conflitos fundiários. Combinando técnicas de georreferenciamento, análise espacial dinâmica e modelagem prospectiva, foi elaborado um modelo preditivo que integra dados de zoneamento urbano, vetores de expansão territorial e mapeamentos de riscos hidrológicos e geológicos, com o objetivo de orientar o crescimento urbano futuro de forma mais segura e sustentável. Os resultados demonstraram que 29% das áreas de risco identificadas encontram-se inseridas em APPs, com predomínio de riscos hidrológicos, sobretudo inundações. A aplicação do modelo revelou que Itaquaquecetuba expandiu 5,84 km² entre 2015 e 2019 (IBGE, 2019), dos quais 0,11 km² ocorreram em setores de risco. O modelo destaca-se por sua adaptabilidade a diferentes contextos urbanos, permitindo (i) a delimitação de áreas sensíveis onde a ocupação deve ser restringida e (ii) a integração de parâmetros ambientais em políticas habitacionais. Assim, o estudo reforça a importância de estratégias baseadas em evidências científicas para transformar desafios locais em soluções escaláveis, conciliando as demandas sociais com a sustentabilidade ambiental.

Abstract – Urban expansion near watercourses—particularly within Permanent Preservation Areas (APPs) represents a longstanding planning challenge, intensified by extreme weather events and socioeconomic pressures. This study proposes a replicable methodology for anticipating critical risk zones based on the case of a rapidly growing municipality in São Paulo state facing ongoing land-use conflicts. Combining georeferencing techniques, dynamic spatial analysis, and prospective modeling, a predictive model was developed that integrates urban zoning data, territorial expansion trends, and mapped hydrological and geological risks. The aim is to inform future urban development more safely and sustainably. Findings indicate that 29% of identified risk areas overlap with APPs, with hydrological risks—particularly flooding—being the most prevalent. Model application revealed that Itaquaquecetuba expanded by 5.84 km² between 2015 and 2019 (IBGE, 2019), with 0.11 km² of this growth occurring in previously mapped risk areas. The model's strength lies in its adaptability to diverse urban contexts, allowing for (i) delineating sensitive areas where occupation should be restricted and (ii) integrating resilience criteria into housing policies. This study highlights the importance of evidence-based planning strategies to transform local vulnerabilities into scalable, actionable solutions that balance social demands with environmental sustainability.

Palavras-Chave – Resiliência climática, Modelagem espacial preditiva, Redução de riscos de desastres, Planejamento urbano adaptativo.

1 Eng. Ambiental e Sanitarista, MSc em Eng. Hídrica. Doutoranda em Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Superintendente de Planej. Urb. e Meio Amb. de Pouso Alegre/MG. (35) 99893-2801, t271280@dac.unicamp.br.

2 Geóloga, MSc e PhD em Geotecnia. Professora/pesquisadora do Instituto de Geociências da Unicamp, (19) 3521-4575, aeabreu@unicamp.br

3 Geóloga, PhD Geociências. Pós-Doutoranda FECFAU/Universidade Estadual de Campinas, Pesquisadora CECS/Universidade Federal do ABC, talita.gantus@ufabc.edu.br

4 Arq. e Urbanista, MSc em Urbanismo. Doutoranda em Ambiente e Sociedade. a264455@dac.unicamp.br

5 Geólogo, MSc e PhD em Geociências (Geoquímica e Geotectônica). Professor/pesquisador do Instituto de Geociências da Unicamp. (19) 3521-4576, jeffepi@unicamp.br

1. INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada em regiões metropolitanas do Sul Global tem ampliado a exposição de populações a riscos socioambientais, especialmente em contextos marcados por desigualdades territoriais e fragilidades institucionais (Follmann et al., 2022). No Brasil, municípios em processo de expansão desordenada enfrentam desafios críticos, como a ocupação de áreas de risco a inundações e deslizamentos, agravada pela desconexão entre planejamento urbano e gestão ambiental (Aguilar et al., 2022). Essa dinâmica é intensificada pelas mudanças climáticas, que aumentam a frequência de eventos hidrológicos extremos, exigindo abordagens integradas para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a resiliência comunitária, especialmente em regiões com alta densidade populacional e pressão sobre ecossistemas frágeis (IPCC, 2021; Tate et al., 2021).

Itaquaquecetuba, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), ilustra esse cenário complexo. Com crescimento populacional 27% superior à média nacional (IBGE, 2022), o município enfrenta pressões decorrentes da ocupação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas de risco, um padrão observado em cidades latino-americanas em processo de peri-urbanização acelerada (Follmann, 2022). Estudos recentes destacam que a sobreposição entre áreas urbanizadas e zonas ambientalmente sensíveis não apenas amplia riscos de desastres, mas também reflete lacunas na governança territorial, como a carência de dados georreferenciados, a fragmentação de políticas públicas e a ausência de governança participativa (Ledo Espinoza, 2021; Aguilar et al., 2022; Gantus-Oliveira, 2023).

Apesar dos avanços normativos, como o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) e o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), a implementação efetiva desses instrumentos esbarra em desafios técnicos e operacionais. Pesquisas apontam que a ausência de integração entre mapeamento de riscos, zoneamento urbano e proteção ambiental limita a capacidade de municípios brasileiros em conter novas ocupações em áreas críticas (Follmann et al., 2022). Essa lacuna é particularmente relevante em cidades como Itaquaquecetuba, classificada entre os municípios prioritários para ações de defesa civil devido à alta suscetibilidade a eventos deflagradores de desastres (Brasil, 2023).

Nesse contexto, este estudo busca analisar como a expansão urbana interage com áreas de risco e zonas protegidas, propondo um modelo de análise espacial capaz de orientar políticas públicas preventivas. A pesquisa alinha-se a recomendações internacionais que enfatizam a integração de tecnologias geoespaciais e abordagens participativas no planejamento urbano (UN-Habitat, 2023), além de contribuir para o debate sobre cidades sustentáveis na América Latina, onde a informalidade urbana e a pressão demográfica desafiam a governança ambiental (Hudson et al., 2020). Ao articular dimensões sociais, ambientais e técnicas, este trabalho visa não apenas identificar padrões de vulnerabilidade ambiental, mas também subsidiar estratégias replicáveis para municípios com dinâmicas similares, reforçando a urgência de equilibrar desenvolvimento urbano e segurança socioambiental em um cenário de mudanças climáticas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada para este estudo integra, de forma sistemática e replicável, os dados do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) de 2025 de Itaquaquecetuba/SP, da expansão urbana obtida pelo IBGE e das Áreas de Preservação Permanente (APPs) definidas segundo o Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012). O PMRR de 2025 foi elaborado pela equipe da Unicamp (UNICAMP, 2025), no âmbito do Projeto Multicêntrico de Pesquisa-Ação e Inovação na área de elaboração de Plano Municipal de Redução de Riscos de Desastres, contratado pelo Ministério das Cidades. Primeiramente, as áreas de risco foram caracterizadas pelo PMRR, o qual delimitou e classificou os setores do município suscetíveis a processos hidrológicos (como inundação, alagamento e enxurrada), geológicos (deslizamento, solapamento, erosão) e mistos – que combinam os dois grupos –, sendo identificadas 15 tipologias distintas desses processos. Cabe destacar que a cartografia de riscos do PMRR foi realizada por meio da integração de técnicas cartográficas tradicionais – desenvolvidas pelo Ministério das Cidades e pelo Instituto de Pesquisas

Tecnológicas de São Paulo – e de metodologias participativas (Jacobi; Grandisoli, 2018), configurando-se em um mapeamento técnico-comunitário. Os dados foram espacializados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o QGIS 3.34, garantindo assim a integração das diferentes fontes cartográficas.

Paralelamente, a análise da expansão urbana considerou os dados disponibilizados pelo IBGE (2019), com foco no período entre 2015 e 2019, descartando os dados de 2005 devido à discrepância metodológica em relação aos anos mais recentes, de forma a garantir a consistência temporal dos resultados. A delimitação das APPs, para os fins desta pesquisa, baseou-se nos parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal, uma vez que o município ainda não regulamentou sua própria legislação sobre essas áreas. Dessa forma, o poder público se restringiu àquelas áreas expressas como faixas marginais dos cursos hídricos, excluindo outras categorias de APP e mantendo o foco na interface entre áreas de risco e a proteção ambiental das zonas aquáticas. Para delimitação das faixas de APP ao longo dos cursos hídricos, utilizou-se base hidrográfica do SigRH (SÃO PAULO, s.d), *shapefiles* do Comitê de Bacia do Alto Tietê (CBAT, 2018) e cursos hídricos levantados pela equipe que elaborou o PMRR de Itaquaquetuba.

Após a padronização e integração dos dados, realizou-se o cruzamento espacial entre as áreas de risco, os limites das APPs e a expansão da mancha urbana. O resultado dessa interseção foi tratado em Excel®, o que permitiu quantificar, em metros quadrados e percentuais, a sobreposição das áreas de risco com as zonas protegidas, evidenciando a incidência de riscos nas áreas que deveriam ser preservadas. Com base nessa análise, foi desenvolvido um modelo preditivo que integra as zonas de risco, a evolução da expansão urbana e as APPs, permitindo, por meio de regras de decisão espacial, a simulação de cenários futuros. O modelo prevê, com base nos padrões recentes e nos condicionantes ambientais, as áreas onde a ocupação humana deve ser restrita ou requer monitoramento intensivo, contribuindo, assim, para orientar políticas públicas e estratégias de gestão territorial.

Para validação, os resultados preditivos foram confrontados com a expansão urbana efetivamente observada no período de 2015 a 2019, possibilitando ajustes nos parâmetros do modelo para assegurar sua reprodutibilidade. A utilização de fontes oficiais e de ferramentas de geoprocessamento livre, como o QGIS, reforça a replicabilidade desta metodologia, a qual pode ser aplicada em outros contextos urbanos e regionais com características similares. Dessa forma, a abordagem integrada e baseada em evidências científicas demonstrou ser capaz de antecipar áreas críticas de risco em face da expansão urbana.

2.1. Área de estudo

A área de estudo abrange o município de Itaquaquetuba, localizado na Região Metropolitana de São Paulo. Com uma área territorial de 82,622 km² e uma população estimada em 382.521 habitantes (IBGE, 2024), o município apresenta um adensamento urbano significativo e desafios complexos relacionados ao uso e ocupação do solo. Na Figura 1 é apresentado o mapa de localização de Itaquaquetuba.

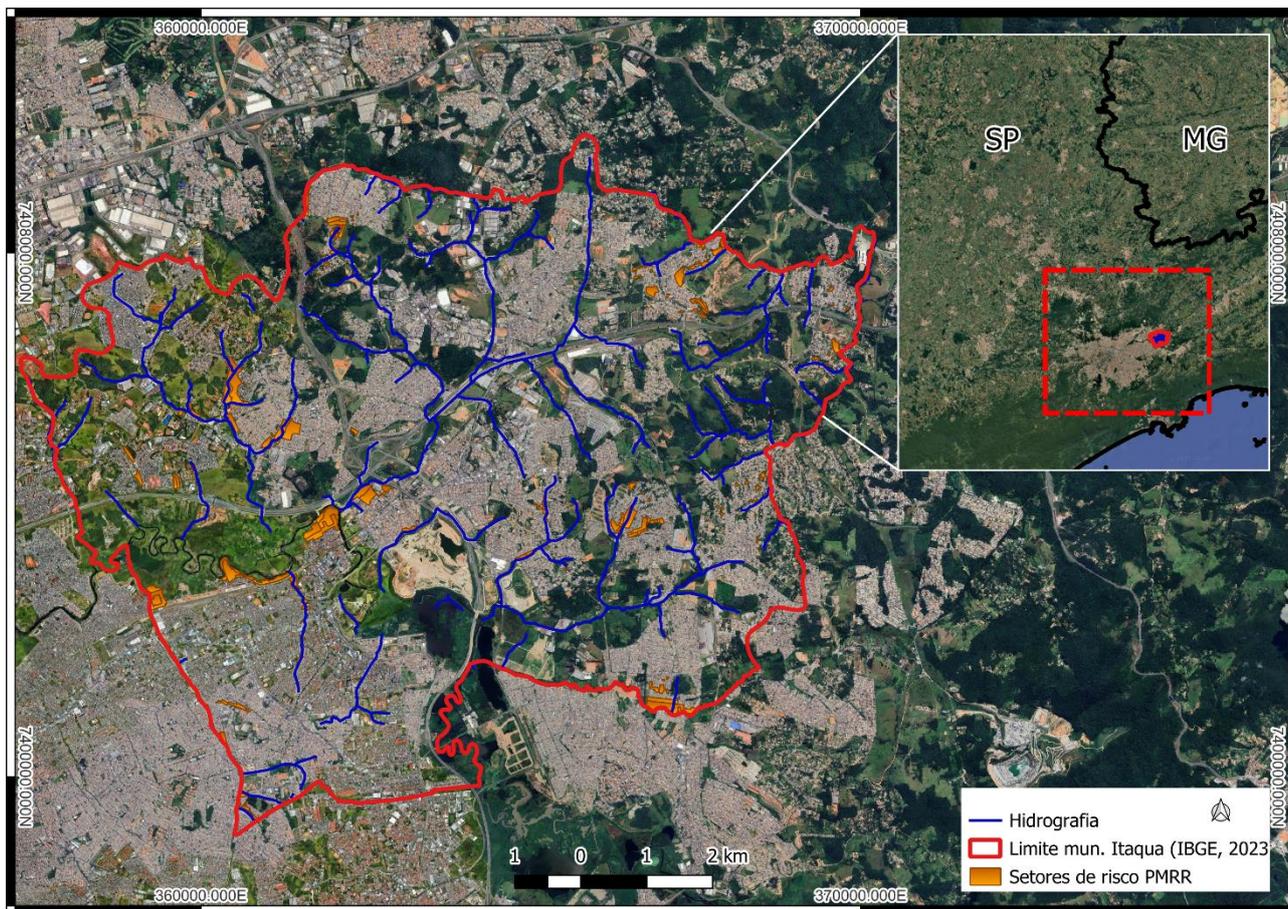


Figura 1. Localização da área de estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise integrada das áreas de risco e da dinâmica de expansão urbana em Itaquaquecetuba revela uma intrincada relação entre o crescimento da malha urbana e a vulnerabilidade ambiental, especialmente em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Os resultados demonstram que 29% das áreas identificadas como de risco se sobrepõem a essas zonas legalmente protegidas, o que sublinha a urgência de uma gestão territorial que consiga articular a preservação ambiental e a demanda por moradias em áreas seguras. Destaca-se que o déficit habitacional em Itaquaquecetuba é de 10.603 moradias, segundo dados da Pnad Contínua do IBGE (FIPE, 2024) – situação que leva à ocupação de APPs pela população economicamente vulnerável.

Ademais, olhando para as áreas de risco e, APP, existe a predominância de riscos hidrológicos – com 83% dos casos em APP, caracterizados por inundações, alagamentos e enxurradas – enfatiza a sensibilidade das faixas marginais aos cursos d’água frente à intensa pressão da urbanização. Essa vulnerabilidade hidrológica demanda a implementação de estratégias de manejo de águas pluviais e de drenagem urbana, que considerem a dinâmica natural dessas áreas protegidas, minimizando os impactos da ocupação. Aliadas a essas estratégias devem ser propostas Soluções Baseadas na Natureza (SBN) que não somente recuperem a área vegetada, mas que cumpram também funções ecossistêmicas de mitigação dos riscos e de adaptação climática (Cohen-Shacham et al., 2016). Esses dados estão sintetizados na Figura 2.

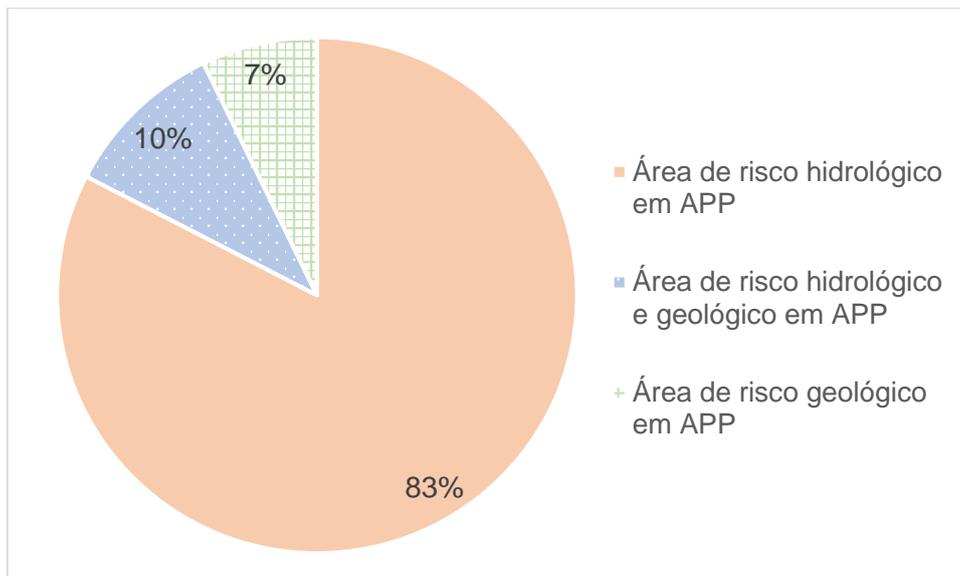


Figura 2. Processos presentes nas áreas de risco em APPs.

A coexistência de riscos geológicos, representando 7% dos casos exclusivamente e 10% quando combinados com fatores hidrológicos, reforça a complexidade do cenário de riscos em Itaquaquecetuba. A detecção desses processos geodinâmicos, mesmo em áreas de APP, evidencia a necessidade de estudos geológico-geotécnicos detalhados e de um monitoramento contínuo da estabilidade das encostas, sobretudo num contexto em que a expansão urbana pode desestabilizar o equilíbrio natural do terreno.

O fluxograma a seguir, do Modelo Preditivo e Regras de Decisão Espacial (Figura 3), sintetiza todas as etapas do processo analítico adotado neste estudo. O diagrama abrange desde a coleta e padronização dos dados (PMRR, IBGE e legislação ambiental) até a aplicação das regras de decisão – que definem restrições ou medidas de monitoramento e intervenção –, culminando na geração de produto que suporta diretrizes para o planejamento territorial. Essa representação visual facilita a compreensão da lógica metodológica e das interações entre os diferentes parâmetros considerados.

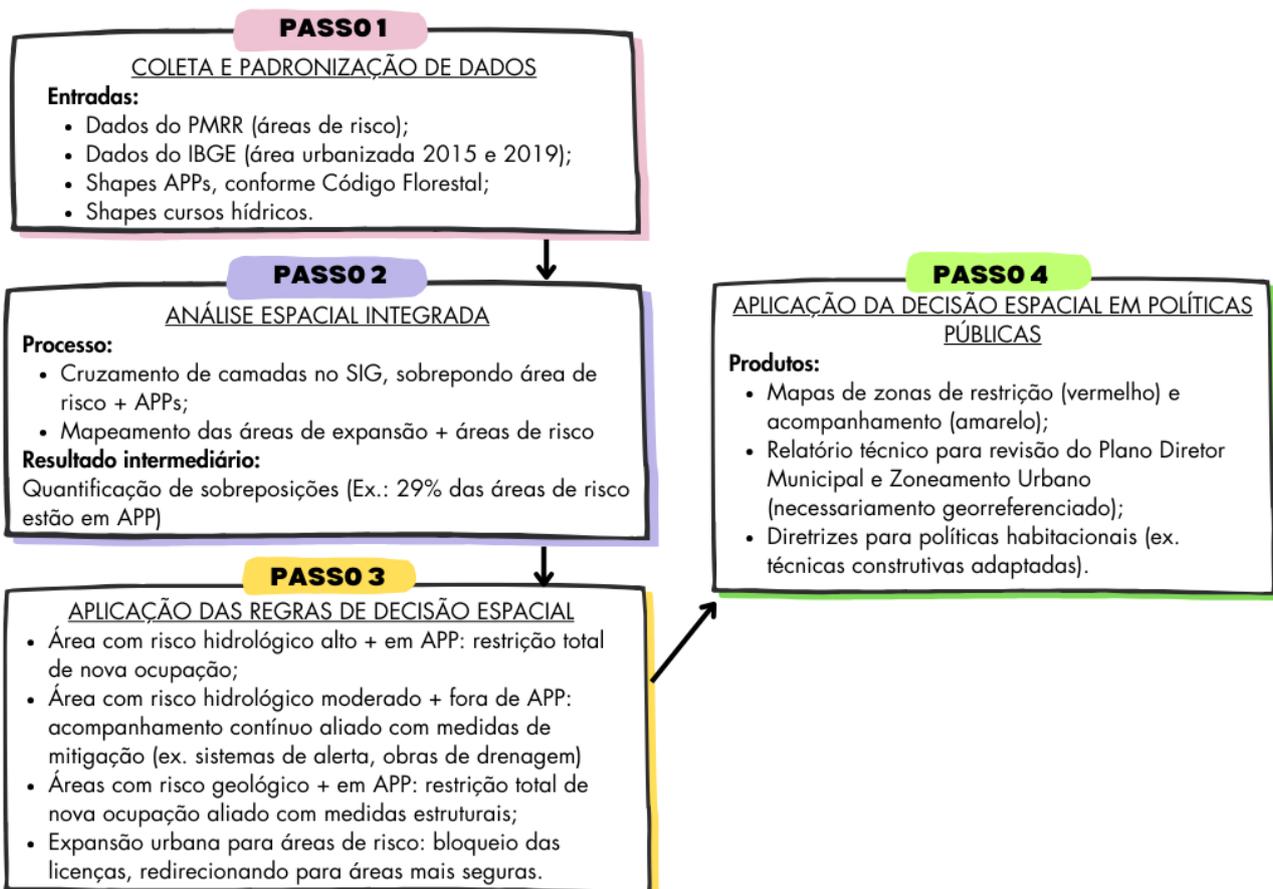


Figura 3. Fluxograma do modelo preditivo desenvolvido para Itaquaquecetuba/SP.

A aplicação da metodologia de análise espacial dinâmica e modelagem prospectiva permitiu quantificar a expansão urbana do município, evidenciando um acréscimo de 5,84 km² entre 2015 e 2019 (IBGE, 2019). Nesse intervalo, identificou-se que 0,11 km² dessa expansão incidem sobre setores de risco previamente mapeados pelo PMRR de 2025. Embora essa sobreposição represente aproximadamente 0,25% do crescimento total, ela demonstra que vetores de expansão urbana ainda se direcionam para áreas ambientalmente sensíveis, potencializando os riscos existentes. Esse resultado ressalta a necessidade de integrar ativamente os mapas de risco e as análises de vulnerabilidade ambiental aos instrumentos de planejamento e gestão territorial, como o Plano Diretor Municipal e as políticas de licenciamento ambiental e urbanístico. Todavia, o estudo demonstra uma lacuna que diz respeito à análise da vulnerabilidade social, a partir da integração de dados sociodemográficos que possam expor as condições urbanísticas e socioeconômicas da população exposta – a qual será alvo das políticas públicas incidentes no território.

O modelo preditivo desenvolvido neste estudo culmina na geração de um mapa final (Figura 4) que evidencia, de forma clara, as áreas de restrição à ocupação e as áreas de acompanhamento. Em outras palavras, a cadeia metodológica – que compreende a coleta e padronização dos dados, a análise espacial integrada e a aplicação das regras de decisão – chega, como etapa final, à elaboração de um mapa temático. Nesse mapa, as áreas que, segundo os critérios estabelecidos, apresentam risco hidrológico ou geológico elevado e se localizam em Áreas de Preservação Permanente (APPs) são destacadas em vermelho, e propõe-se que, para o planejamento urbano elas configurem zonas de restrição total de ocupação. Por outro lado, as áreas que, apesar de apresentarem riscos, estão localizadas fora das APPs ou possuem risco moderado, são demarcadas em amarelo, representando zonas sujeitas a acompanhamento contínuo e à aplicação de zoneamento específico para expansão da ocupação urbana.

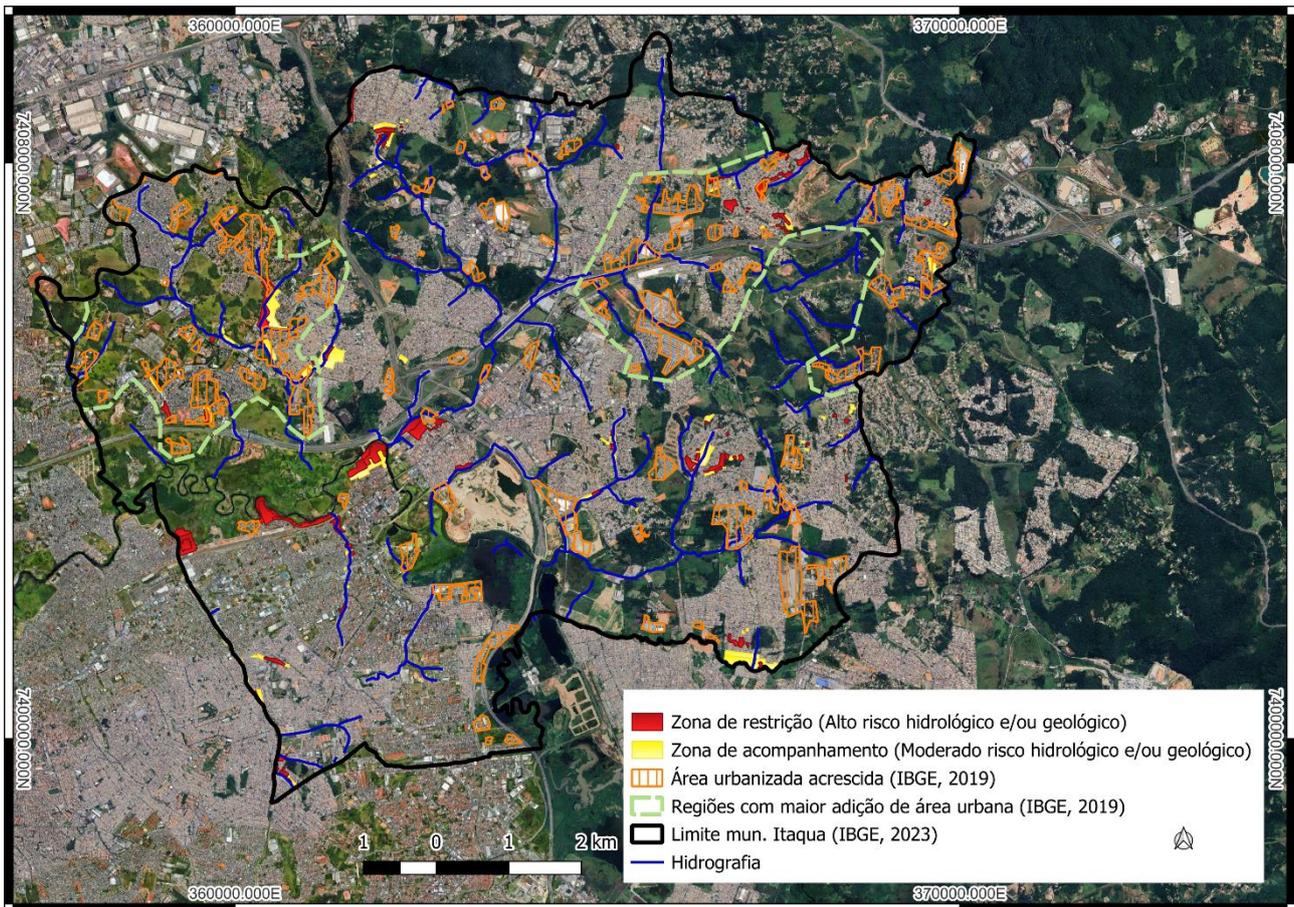


Figura 4. Mapa com zonas de restrição (vermelho), zonas de acompanhamento (amarelo), conforme proposta desse trabalho. Em laranja, regiões de maior expansão urbana em Itaquaquecetuba/SP, segundo IBGE.

Essa representação visual é fundamental para a tomada de decisão no planejamento urbano, pois fornece uma visão integrada dos riscos em função da expansão urbana e da vulnerabilidade ambiental. Através desse mapa, gestores e planejadores podem identificar com precisão as áreas onde intervenções imediatas são necessárias e onde ações preventivas podem ser implementadas para reduzir os impactos futuros, contribuindo para um desenvolvimento urbano mais resiliente e sustentável.

Além disso, com a aplicação do modelo preditivo, é possível realizar a análise da sobreposição entre áreas de risco e APPs, na qual evidencia-se que o Plano Diretor Municipal necessita ir além das diretrizes gerais do Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001). Diante da vulnerabilidade constatada – especialmente considerando que Itaquaquecetuba integra a lista dos municípios prioritários para ações de proteção e defesa civil (BRASIL, 2024) – torna-se imperativo que as diretrizes do Art. 42-A da Lei Federal nº 10.257/2001 sejam seguidas. Assim, é essencial incorporar no Plano Diretor o mapeamento detalhado das áreas de risco, o planejamento estratégico para a implementação de ações preventivas e medidas de drenagem urbana eficazes, além de diretrizes claras para a preservação e ocupação das áreas verdes, atuando também contra a impermeabilização do solo.

É evidente a necessidade de um zoneamento urbano georreferenciado, que traduza essas informações em restrições de uso e ocupação bem definidas. A ausência desse georreferenciamento em Itaquaquecetuba configura uma fragilidade na capacidade do município de implementar efetivamente as medidas previstas na legislação e no próprio Plano Diretor. Modernizar o sistema de zoneamento e internalizar as exigências legais são, portanto, condições *sine qua non* para orientar um desenvolvimento urbano que priorize a segurança da população e a integridade ambiental.

Por fim, a capacidade do modelo preditivo proposto de identificar áreas sensíveis, onde a ocupação deve ser restrita, e de integrar esse diagnóstico em políticas habitacionais representa um

avanço significativo na gestão de riscos em nível local. A replicabilidade desta metodologia para outros contextos municipais, com desafios socioambientais similares, demonstra seu potencial de escalabilidade. A delimitação de zonas de restrição, baseada em critérios técnicos e científicos robustos, pode prevenir a criação de novas áreas de risco, protegendo tanto o meio ambiente quanto a população. Além disso, a incorporação de estratégias de preservação ambiental poderá orientar futuras políticas de desenvolvimento sustentável, as quais devem ser integradas ao planejamento urbano e às políticas de gestão de riscos e desastres.

4. CONCLUSÕES

A análise integrada da expansão urbana e das áreas de risco em Itaquaquetuba permitiu identificar uma significativa sobreposição destas últimas com Áreas de Preservação Permanente, sinalizando uma vulnerabilidade ambiental intrínseca e a persistência de um modelo de urbanização com impactos ambientais relevantes. A predominância de riscos hidrológicos nas APPs e a constatação de que uma pequena parcela da expansão urbana recente incide sobre essas áreas reforçam a urgência de uma gestão territorial informada por dados espaciais precisos.

A metodologia desenvolvida, baseada no cruzamento de dados do PMRR, IBGE e legislação ambiental, demonstrou ser eficaz na identificação de áreas críticas e na quantificação da sobreposição entre diferentes camadas de informação. O modelo preditivo proposto apresenta potencial para auxiliar no planejamento futuro, indicando áreas restritas à ocupação e subsidiando a integração de parâmetros de resiliência em políticas habitacionais.

Entretanto, a identificação da ausência de georreferenciamento do zoneamento urbano emerge como uma limitação crucial para a efetividade da gestão territorial no município. Essa lacuna informacional compromete a precisão da análise espacial e dificulta a implementação de medidas preventivas e de ordenamento territorial eficazes. Não obstante, ressalta-se a necessidade de incorporação de uma análise da vulnerabilidade social, a partir da integração de dados sociodemográficos que possam expor as condições urbanísticas e socioeconômicas da população exposta ao risco.

A gestão de riscos em Itaquaquetuba demanda uma abordagem integrada e multidisciplinar, com a urgente necessidade de aprimoramento da qualidade e da precisão dos dados de planejamento, incluindo o georreferenciamento do zoneamento urbano. A aplicação consistente de metodologias, como a aqui apresentada, aliada ao investimento em infraestrutura de dados espaciais, é fundamental para a construção de um futuro urbano mais seguro, resiliente e ambientalmente sustentável. Estudos futuros devem se concentrar na superação das limitações de dados e na exploração de cenários prospectivos mais detalhados, visando aprimorar a capacidade de antecipação e mitigação de riscos em face da dinâmica da expansão urbana. Também deverão aprofundar a investigação dos vetores específicos de expansão urbana e avaliar a eficácia dos cenários de intervenção propostos, ampliando a aplicabilidade do modelo preditivo em contextos similares.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, A. G., FLORES, M. A., & LARA, L. F. (2022). Peri-urbanization and land use fragmentation in Mexico City: informality, environmental deterioration, and ineffective urban policy. *Frontiers in Sustainable Cities*, 4, 790474, 2022. <https://doi.org/10.3389/frsc.2022.790474>.

CBAT, Comitê de Bacia do Alto Tietê. A bacia: Shapefiles, 2018. Disponível em: <https://comiteat.sp.gov.br/a-bacia/shapefiles/#1552657669711-2a934d6f-fbbf>. Acesso em 16 mar. 2025.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257/2001. *Estatuto da Cidade*. Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em 31 mar. 2025.

- BRASIL. Lei Federal nº 12.651/2012. Código Floresta. Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 31 mar. 2025.
- BRASIL. *Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres*. Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília-DF, 2023.
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. *Municípios Prioritários para Ações de Proteção e Defesa Civil 2024*. Brasília: MIDR, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/protacao-e-defesa-civil-sedec/municipios_prioritarios_2024.pdf. Acesso em: 13 abr. 2025.
- COHEN-SHACHAM, E. et al. Nature-based solutions to address global societal challenges. *IUCN: Gland, Switzerland*, v. 97, n. 2016, p. 2036, 2016.
- FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas -. Estudos para revisão do Plano Diretor Estratégico e Elaboração do Plano Municipal de Habitação de Itaquaquecetuba. São Paulo, 2024.
- FOLLMANN, A. Geographies of peri-urbanization in the global south. *Geography Compass*, 16(7), e12650, 2022. <https://doi.org/10.1111/gec3.12650>.
- FOLLMANN, A., KENNEDY, L., PFEFFER, K., & WU, F. Peri-urban transformation in the Global South: a comparative socio-spatial analytics approach. *Regional Studies*, 57(3), 447–461, 2022. <https://doi.org/10.1080/00343404.2022.2095365>.
- GANTUS-OLIVEIRA, T. *Planejamento territorial urbano para gestão de riscos e resiliência a desastres. Um estudo de caso em Santos, São Paulo*. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2023.
- HUDSON, P., HAGEDOORN, L. & BUBECK, P. Potential linkages between social capital, flood risk perceptions, and self-efficacy. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11, 251–262.11, 251–262, 2020. <https://doi.org/10.1007/s13753-020-00259-w>.
- JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E. Aprender junto. Práticas colaborativas e aprendizagem social. Melhor prevenir: olhares e saberes para a redução de risco de desastre. São Paulo: IEE-USP, 60-71, 2018.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Áreas urbanizadas*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades: Panorama de Itaquaquecetuba*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 31 mar. 2025.
- IPCC. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*, 2021. Acesso em: 31 mar. 2025. Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>.
- LEDO ESPINOZA, P. J. Peri-urbanization in Sacaba, Bolivia: challenges to the traditional urban planning approach. *International Planning Studies*, 26(3), 286–301, 2020. <https://doi.org/10.1080/13563475.2020.1839389>.
- SÃO PAULO. *Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos so Estado de São Paulo (SigRH)*. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhat/apresentacao>. Acesso em: 16 mar. 2025
- TATE, E., RAHMAN, M. A., EMRICH, C. T., & SAMPSON, C. C. Flood exposure and social vulnerability in the United States. *Nat Hazards* 106, 435–457, 2021. <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04470-2>.
- UNICAMP. Plano Municipal de Redução de Riscos - PMRR. Itaquaquecetuba, SP. Etapa 2. Mapeamento do Risco. 4 volumes. 2025.
- UN-HABITAT. *Integrated Spatial Planning for Resilient Cities*. United Nations, 2023. Disponível em: <https://unhabitat.org>. Acesso em: 31 mar. 2025.