

CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS DE ÁREAS SUSCETÍVEIS A INUNDAÇÃO EM SÃO LUIZ DO PARAITINGA - SP

Victor Grannier Bittencourt Pinto¹
Raul Reis Amorim²

INTRODUÇÃO

No Brasil, as inundações são frequentes sendo um dos países que mais sofrem com tais eventos, ficando em 10º lugar com maior número de vítimas em 2022, de acordo com CRED (2023). Marcelino (2008) aponta ainda que 60% das ocorrências de desastres no Brasil, no século XX, são de inundações e 40% desse total se concentra na região Sudeste e Sul entre os meses de novembro e março.

Dentre as cidades afetadas por inundações no sudeste do país está São Luiz do Paraitinga - SP, localizada no Vale do Paraíba paulista, que sofreu a maior inundação de sua história em janeiro de 2010. Cada vez que o nível do rio Paraitinga sobe e chega à cota de inundação, as águas atingem as edificações de seu centro histórico tombado pelo IPHAN e CONDEPHAAT, além de ocupações ribeirinhas e a população próxima ao rio, como na última vez em fevereiro de 2024.

O ciclo hidrológico é composto de diversos processos que ocorrem na atmosfera, na superfície terrestre e em nível subterrâneo, sendo a água o principal agente nesse processo. Os principais componentes deste ciclo são a precipitação, infiltração, escoamento, evaporação e evapotranspiração (KARMANN, 2009).

Cabe aqui destacar o momento em que a água se precipita e atinge a superfície terrestre: ela pode acumular-se sobre corpos hídricos, ser interceptada pela vegetação ou cair diretamente sobre a superfície terrestre, infiltrando-se no solo ou escoando superficialmente. Nesses dois últimos ela pode ser armazenada por certo período ou ser posteriormente evaporada/ evapotranspirada, retornando à atmosfera e fechando o ciclo.

As mudanças de uso e ocupação das terras modificam os componentes naturais do ciclo hidrológico e alteram, inclusive, o balanço hídrico da bacia hidrográfica, tendo maior ou menor efeito sobre as inundações (TUCCI, 1997). Não só isso, mas o mau uso das ocupações, a partir do lançamento de poluentes (efluentes industriais, domésticos,

¹ Graduação em Geografia pela PUC-Campinas; Aluno do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da UNICAMP. v187009@dac.unicamp.br

² Professor Orientador com Livre-docência na área de Geografia pelo Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UNICAMP. raulreis@unicamp.br

agrotóxicos, dentre outros) afetam a qualidade da água em direção à jusante do corpo d'água (SILVA et. al. 2024), podendo agravar os eventos de inundações.

Além disso, o tipo de uso da terra, a depender do tipo de solo e do tipo de tratamento em que lhe é empregado - quando das culturas agrícolas, podem ter maior ou menor influência no escoamento superficial, que varia de 0,06% a 84% do total precipitado (AGUIAR et. al. 2021).

O objetivo deste trabalho é caracterizar os tipos de uso e ocupação das terras nas áreas suscetíveis a inundações de São Luiz do Paraitinga – SP, e evidenciar quais tipos mitigam ou potencializam as inundações. Para isso, ao longo do texto, será feita uma caracterização do uso e ocupação das terras do município e das áreas suscetíveis a inundações a partir da plataforma MapBiomas, e dos dados da Carta de Suscetibilidade a Movimentos de Massa e Inundações do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Ao final será apontado quais são as formas de uso da terra que minimizam ou potencializam o efeito das inundações, a partir do trabalho de Aguiar et. al., (2021). A importância deste trabalho reside em identificar o uso e ocupação das terras de São Luiz do Paraitinga - SP e apontar quais os tipos que mais impactam no escoamento da água durante a chuva, e que contribuem para a formação ou agravamento de inundações no município, dada a concentração de tais eventos no sudeste do país.

MATERIAIS E MÉTODOS

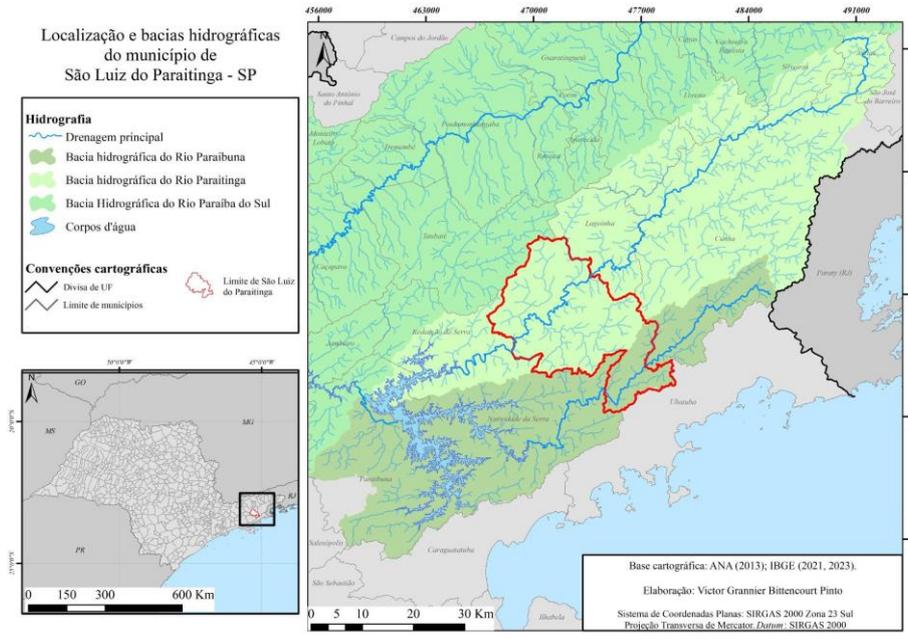
São Luiz do Paraitinga é um município no Vale do Paraíba paulista, que faz limite com Ubatuba, Natividade da Serra, Redenção da Serra, Taubaté, Lagoinha e Cunha, distante 170km da capital São Paulo, e se encontra entre os paralelos 23° 05' 69" S e 23° 23' 49" S, e meridianos 45° 25' 36" O e 45° 04' 32" O.

O município se encontra entre duas bacias hidrográficas (figura 1), a do Paraitinga, e a do Paraíba, ambas inseridas no bioma mata atlântica, e com pluviosidade média de 1.200 mm anuais na região, sendo mais concentrada entre novembro e março (DAEE, 2023). Numa das planícies do Rio Paraitinga, o núcleo inicial da cidade foi fundado espremida entre o rio e os altos morros, com o objetivo de ser ponto de descanso de tropeiros que subiam a serra ou iam em direção a Ubatuba (PETRONE, 1959).

No município se encontram morros de rochas do tipo granito-gnáissicas, do Pré-Cambriano, de profunda decomposição promovida pela alta pluviosidade, resultando nos morros mamelonares dos Mares de Morros de Ab'Sáber (2003), com altitudes que

atingem os 1800 m nas cabeceiras do Paraitinga, na Serra da Bocaina e do Mar; enquanto nas áreas centrais e de várzea do rio Paraitinga temos cotas variando entre os 650 e 800 metros até atingir a confluência com Paraibuna nos 620m (AB’SÁBER e BERNARDES, 1958).

Figura 1. Mapa de localização de São Luiz do Paraitinga - SP e suas principais bacias hidrográficas.



Fonte: Elaborado por Victor Grannier Bittencourt Pinto.

Base cartográfica: ANA (2013); IBGE (2021, 2023).

Para se chegar aos objetivos propostos, primeiramente foram adquiridos dados da coleção 8 do Projeto MapBiomias, datados de 2022 e publicados no ano seguinte, referente ao município de São Luiz do Paraitinga - SP e espacializados, adotando os mesmos critérios de representação do uso e ocupação das terras que a metodologia do Projeto MapBiomias define, sendo utilizado o nível 4 de caracterização.

Com os dados em mãos, no software ArcGIS, foram calculadas as áreas em hectares e realizado o somatório destas para ter noção da quantidade de cada categoria de uso e ocupação, assim como saber qual sua proporção em relação à área total do município através da porcentagem daquela área.

O passo seguinte foi extrair tais dados de uso e ocupação para as áreas suscetíveis a inundação a partir da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações da CPRM.

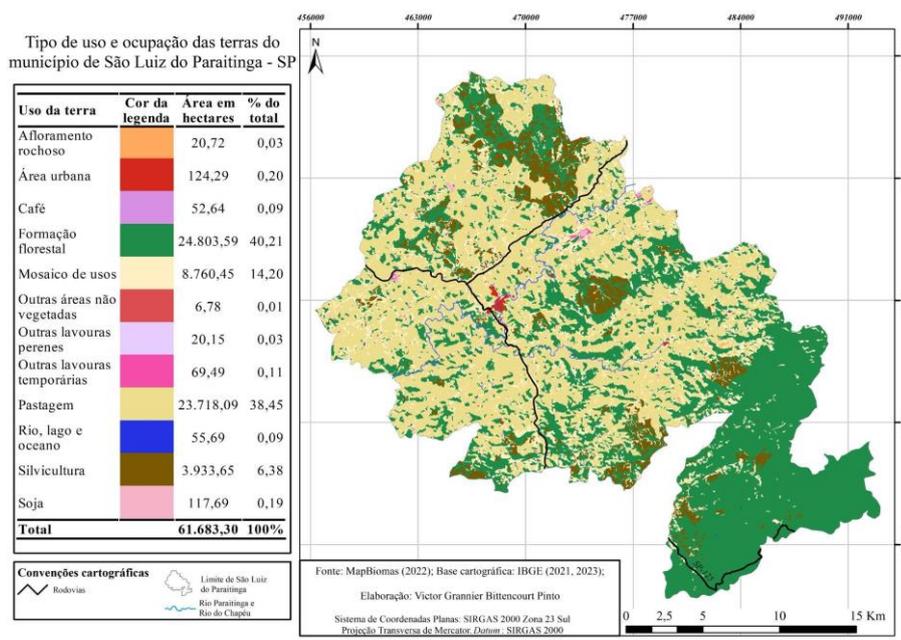
Para as áreas da categoria Mosaico de Usos foram verificadas, para este recorte, a predominância no uso e ocupação das terras, com ajuda de imagens de 2022 disponibilizadas gratuitamente no Google Earth, a fim de definir com maior precisão se aquela área potencializa ou atenua a ocorrência de inundações no município.

Para detectar se determinada área potencializa ou atenua a ocorrência de inundações, foi realizado um levantamento bibliográfico de autores que evidenciam em seus trabalhos como as diferentes formas de ocupação da terra influenciam no escoamento superficial da água. Dentre os autores, destacamos Aguiar et. al., (2021); e Pinese Júnior, Cruz e Rodrigues (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos têm como fonte os dados do uso e cobertura das terras, referente ao ano de 2022 da coleção 8.0 do MapBiomas, em que foram encontrados os seguintes usos da terra em São Luiz do Paraitinga - SP: Afloramento rochoso; Café; Formação florestal; Mosaico de usos; Outras lavouras perenes; Outras lavouras temporárias; Outras áreas não vegetadas; Pastagem; Rio, lago e oceano; Silvicultura; Soja e; Área urbana. A figura 2 apresenta os diferentes tipos de uso e ocupação das terras para o município estudado, totalizando uma área de 61.683,30 hectares.

Figura 2. Tipos de uso e ocupação da terra em São Luiz do Paraitinga - SP.



Fonte: MapBiomas (2022); Base cartográfica: IBGE (2021, 2023).

Elaboração: Victor Grannier Bittencourt Pinto

Os dados mostram uma forte presença da pastagem no município, com quase 40%, na bacia hidrográfica do rio Paraitinga, inclusive em áreas próximas ao curso d'água. As áreas de agricultura somadas representam 6,79% (4.193,63 ha) que se divide entre lavouras de café (52,64 ha - 0,09% do total), silvicultura (3,933,65 ha - 6,38% do total), soja (117,69 ha - 0,19% do total) e demais lavouras perenes e temporárias (89,64 ha - 0,14% do total) o que evidencia uma fraca presença das atividades relacionadas à agricultura no município.

Por mais que cerca de 40% do município (24.803,59 ha) esteja recoberta pela classe formação florestal, grande parte dela está situada na Macrozona de Proteção de Mata Nativa (SÃO LUIZ DO PARAITINGA, 2023), inserida na bacia hidrográfica do rio Paraíba - que não é afluente do Rio Paraitinga - nas áreas amorreadas do reverso da Serra do Mar paulista. As demais formas de uso e ocupação das terras não foram destacadas aqui por não terem uma área expressiva no município.

As áreas suscetíveis a inundação no município possuem uma área de 2.400ha (3,8% do total do município), sendo 230 ha (0,4%) de alta suscetibilidade, 840 ha (1,4%) de média suscetibilidade e 1330 ha (2,2%) de baixa suscetibilidade a inundação (CPRM, 2015). Em São Luiz do Paraitinga, tais áreas correspondem às planícies aluviais dos rios e dos terraços fluviais baixos e flancos de encostas (figura 3).

Figura 3. Áreas suscetíveis a inundação em São Luiz do Paraitinga - SP, sendo alta suscetibilidade (esq.), média suscetibilidade (meio) e baixa suscetibilidade (dir.)



Fonte: CPRM (2015); Organizado por: Victor Grannier Bittencourt Pinto.

Nessas áreas percebe-se a alarmante proporção de 75,91% dessas áreas sendo ocupadas por pastagens, e apenas 18,07% pela categoria formação florestal. A área urbana suscetível a inundações, de acordo com o cruzamento dos dados da CPRM e do MapBiomas corresponde a 3,92%. As áreas mapeadas como rio, lago e oceano chegam a 1,12% de ocupação, e as áreas de café, outras áreas não vegetadas, outras lavouras temporárias, silvicultura e soja juntas chegam a 0,89% das áreas suscetíveis a inundação.

Não foram encontradas áreas de afloramento rochoso e áreas classificadas como outras lavouras perenes nas zonas de suscetibilidade à inundação.

Dentre os usos da terra que potencializam a ocorrência de inundação em São Luiz, a partir do escoamento superficial, está a área urbana (figura 4), que se encontra predominantemente impermeabilizada por conta das características dos materiais empregados que não permitem a infiltração da água no solo (concreto, cimento, asfalto, dentre outros); seguido pela pastagem, que escoava quase $\frac{1}{4}$ do total precipitado quando em encostas degradadas; seguido por eucalipto, lavouras e, por último, as florestas - sendo, portanto, a melhor forma de mitigação (AGUIAR et.al., 2021).

Figura 4. Área urbana de São Luiz do Paraitinga - SP com o rio Paraitinga à direita.



Fonte: Victor Grannier Bittencourt Pinto (2024).

É interessante notar a forma com que a vegetação intercepta os pingos de chuva, e que podem contribuir para o retardamento da água de chegar nos rios: a partir do barramento das gotículas de água pela copa das árvores, reduzindo o pico de escoamento superficial e anulando do *splash* que desagrega partículas do solo e promove a erosão. As áreas de plantio interceptam inicialmente a ação das gotículas de água, formando uma barreira contra o escoamento superficial, mas após a colheita, em que o solo pode ficar exposto e receber gado, acaba por compactar o solo e dificultar a infiltração natural (ALVES e FORMIGA, 2019; PINESE JÚNIOR, CRUZ e RODRIGUES, 2008.).

Podemos perceber que os tipos de uso e ocupação mais agravantes para as inundações se localizam na bacia hidrográfica do rio Paraitinga, já que existem 23,7 mil hectares de pastagens naquela área, o que representa 38,45% da área total do município, ao mesmo tempo em que está presente em 75% das áreas suscetíveis a inundação. Isso evidencia, dentre outros aspectos, a má gestão das áreas de preservação permanente dos

corpos d'água, já que apenas 18% das áreas suscetíveis à inundação estão ocupadas por este tipo de categoria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo caracterizar os tipos de uso e ocupação das terras de São Luiz do Paraitinga -SP e evidenciar quais tipos mitigam ou que potencializam as inundações, através de uma correlação entre o uso e ocupação das terras e bibliografias que evidenciam um maior ou menor escoamento superficial a depender da categoria de uso das terras. No caso, a grande área de pastagem é quem mais contribui para a potencialização de inundações, seguido das áreas impermeabilizadas do centro da cidade com o maior potencial de escoamento superficial, cuja área em relação ao total do município é pequena. As áreas de melhor mitigação de inundações estão localizadas na região sul do município, formado por florestas, que interceptam e retardam a ação da água da chuva.

Para se entender melhor os efeitos do uso e ocupação das terras em São Luiz do Paraitinga, lança-se o desafio para que trabalhos posteriores se debruçam sobre a bacia hidrográfica, já que a escala do município sozinha não explica o que vem à montante da cidade. Ao mesmo tempo, este estudo aponta as irregularidades do uso e ocupação das terras e que necessitam de uma nova gestão sustentável das terras conforme especificam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Palavras-chave: Inundações; Pastagem; Florestas; Ciclo Hidrológico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES e ao Programa de Excelência Acadêmica (PROEx).

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N.; BERNARDES, N. **Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo**. CNG, 1958.

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas**. 7ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Base Hidrográfica Ottocodificada da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul**. Escala 1: 250.000. Base de dados em formato digital [Shapefile]. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2013. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/map>>. Acesso em: 06 jun. 2024.

AGUIAR, T. C., SPLETOZER, A. G., SILVEIRA, L. J., BARBOSA, R. A., DIAS, H. C. T., Escoamento superficial em diferentes tipos e usos do solo: Revisão sistemática entre 2000 e 2020. **Revista Meio ambiente: Gestão, preservação e desenvolvimento sustentável**, 3. Editora e-publicar. pp. 435-452. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/355248082_ESCOAMENTO_SUPERFICIAL_EM_DIFERENTES_TIPOS_E_USOS_DO_SOLO_REVISAO_SISTEMATICA_ENTRE_2000_E_2020>. Acesso em: 11 jun. 2024.

ALVES, P. L.; FORMIGA, K. T. M. Efeitos da arborização urbana na redução do escoamento pluvial superficial e no atraso do pico de vazão. *Ciência Florestal* Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 193–207, Jan./Mar. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5902/1980509825820>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). **2022 Disasters in numbers: Climate in action**. CRED. 2023. Disponível em: <https://www.emdat.be/categories/adsr>. Acesso em: 05 jun. 2024.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Banco de dados hidrológicos. 2023. Disponível em: <<http://www.hidrologia.dae.sp.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

KARMANN, I. Água: ciclo e ação geológica. In: TEIXEIRA, W., FAIRCHILD, T., R., TOLEDO, M. C. M. de, TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 2009. p.186-209.

MARCELINO, E. V. 2008. **Desastres Naturais e Geotecnologias: Conceitos básicos**. Santa Maria: CRS/INPE. 20p. (publicação interna). Disponível em: <<http://mtc-m16c.sid.inpe.br/displaydoccontent.cgi/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/06.03.14.25?closebutton=yes&languagebutton=pt-BR&displaytype=FileList>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

PETRONE, P., A região de São Luís do Paraitinga. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 21, n. 3, p. 240-336, Rio de Janeiro, jul-set 1959. Disponível em: <https://www.rbg.ibge.gov.br/index.php/rbg/issue/view/101>. Acesso em: 11 jun. 2024.

PINESE JÚNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 157-175, Dezembro 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000200010>>. Acesso em: 11 jun. 2024.

Projeto MapBiomass - **Coleção 8 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2023. Disponível em: "https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_8/lcl/coverage/brasil_coverage_2022.tif". Acesso em: 27 maio 2024.

SÃO LUIZ DO PARAITINGA (Município). LEI COMPLEMENTAR N° 2.343, DE 19 DE OUTUBRO DE 2023. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do município de São Luís do Paraitinga, e dá outras providências. São Luiz do Paraitinga, SP. 19 out. 2023. Disponível em: <https://ecrie.com.br/sistema/conteudos/arquivo/a_30_2_14_12122023104131.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2024.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações: Município de São Luiz do Paraitinga - SP**. [digital]. [s.l.] Ministério de Minas e Energia/ Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral/ CPRM. Revisão 03. 2015. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Cartas-de-Suscetibilidade-a-Movimentos-Gravitacionais-de-Massa-e-Inundacoes---Sao-Paulo-5088.html>>, Acesso em: 27 maio 2024.

SILVA, D. F., TUCCI, C. E. M., MARQUES, P. K., COSTA, M. E. L., CORREA, A. C. S., MONTEIRO, M. P., & ARAÚJO, L. M. N. 2024. Drenagem e manejo de águas pluviais no Brasil: conceitos, gestão e estudos de caso. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 21, e1. Disponível em: <<https://doi.org/10.21168/rega.v21e1>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. In: TUCCI, C.E.M. **Água Doce**. 1997. Cap.14.