

## Mapeamento das Unidades Morfológicas Complexas da bacia hidrográfica rio Aricanduva, São Paulo/SP

Silva, N.R. (UNESP/FCT) ; Moroz Caccia Gouveia, I.C. (UNESP/FCT)

### RESUMO

O processo de urbanização na cidade de São Paulo modificou o uso e ocupação da terra e como consequência a tendência hidrodinâmica, sendo um exemplo a bacia do rio Aricanduva, localizada na zona leste da cidade de São Paulo. Para compreender as causas e consequências das modificações impostas iremos utilizar o Mapeamento das Unidades Morfológicas Complexas, proposto por Rodrigues (2004, 2005), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017), Luz (2010, 2014). Ao definir os valores de acordo com o grau de derivação em relação às unidades morfológicas originais permitem identificar os diferentes níveis de perturbação morfológica; classificar qualitativamente (tendências espaciais); quantitativamente (por área) e, por fim, identificar as características hidrodinâmicas (como tendência ao escoamento superficial concentrado ou difuso) e o grau de conservação ambiental. O artigo mostra que o Mapeamento das Unidades Morfológicas Complexas possível identificar áreas suscetíveis a inundações

### PALAVRAS CHAVES

*Geomorfologia Antropogênica; Cartografia Geomorfológica; Uso e cobertura da terra; Rio Aricanduva; Urbanização*

### ABSTRACT

The urbanization process in the city of São Paulo changed the use and occupation of the land and as a consequence the hydrodynamic tendency, being an example the basin of the river Aricanduva, located in the east zone of the city of São Paulo. For understand the causes and consequences of the imposed changes we will use the Mapping of Complex Morphological Units, proposed by Rodrigues (2004, 2005), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017), Luz (2010, 2014). When defining the values according to the degree of derivation in relation to morphological units originals allow identifying the different levels of morphological disturbance; classify qualitatively (spatial trends); quantitatively (by area) and, finally, to identify the hydrodynamic characteristics (such as tendency to concentrated or diffuse runoff) and the degree of conservation environmental. The article demonstrates that the Mapping of Morphological Units Complex possible to identify areas susceptible to flooding

### INTRODUÇÃO

Ao longo da história da formação da cidade de São Paulo, a partir de 1554, os rios e córregos foram fundamentais para sua expansão (utilizados principalmente para navegação, abastecimento, atividades domésticas e lazer) assim, as bacias hidrográficas dos rios Tamanduateí, Pinheiros e Aricanduva - afluentes do Rio Tietê - foram palco e cenário para a expansão da cidade. Porém, ao longo das transformações de uma São Paulo “colônia” para “cidade industrial”, os rios e córregos, com sua morfologia natural, tornaram-se empecilhos para a expansão da mancha urbana e logo seus traçados e curvas naturais foram modificados em prol da consolidação da urbanização. Atualmente (2020), o município de São Paulo é dividido em cinco zonas administrativas, e temos nessa configuração a zona oeste, zona central, zona sul, zona norte e zona leste. Este artigo direciona suas investigações para as transformações ocorridas na bacia hidrográfica rio Aricanduva, localizada na zona leste de São Paulo/SP. A estruturação socio-territorial da zona leste se desenvolveu de forma descontínua, na qual uma série de pequenos núcleos urbanos denominadas “vilas” se espalharam ao longo do caminho que ligava São Paulo ao Rio de Janeiro, através da antiga ferrovia Central do Brasil no final do século XIX (ROLNIK; FRÚGOLI JR, 2001). Tal estruturação revela que essa porção da cidade era conhecida como “lado de lá” da várzea do Carmo e da ferrovia Santos - Jundiaí, onde foram implementadas indústrias, definindo assim uma forte barreira entre o centro e a ocupação periférica, originando moradias de trabalhadores em loteamentos irregulares ao

longo do século XX (ROLNIK; FRÚGOLI JR., 2001). O processo de urbanização da zona leste ocorreu de modo lento, porém a partir dos anos 1960 e 1970 houve uma aceleração com as construções da Avenida Radial Leste e posteriormente com a implementação da linha vermelha do Metrô. Tais obras consolidaram o eixo de expansão em direção ao fundo de vale do rio Aricanduva (ROLNIK; FRÚGOLI JR., 2001). À medida que a mancha urbana da cidade de São Paulo se desenhou à leste, acabou intensificando as transformações nas vertentes, córregos, rios, várzeas, colinas e morros a fim de facilitar a construção de loteamentos, vias e obras de mobilidade. Tais obras de engenharia alteram drasticamente o relevo, os solos e a rede de drenagem. Como consequência, temos o aumento na frequência e magnitude das inundações e alagamentos, processos erosivos e movimentos de massa que, combinados com a situação de segregação e desigualdade, podem gerar uma diversidade de riscos e vários níveis de perturbação. O resultado é organização de lugar gerador de muitos perigos às populações e, neste sentido, é colocado em evidência as relações entre problemáticas ambientais, sociais e urbanas (VEYRET, 2007), desde a sua dimensão espacial num movimento contraditório e dialético, é assumir uma investigação que aponte os processos históricos geradores de transformação de uma morfologia original para outra, antropogênica, com aumento de escoamento superficial em áreas impermeabilizadas e, conseqüentemente, aumento dos riscos (inundações, enxurradas, alagamentos). Para compreensão e mensuração do comportamento hidrodinâmico na bacia hidrográfica rio Aricanduva iremos apresentar o Mapeamento das Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação, proposto por Rodrigues (2004, 2005), Moroz-Caccia Gouveia (2010, 2017), Luz (2010, 2014), no qual destacam a importância do mapeamento para identificar áreas suscetíveis processos hidrodinâmicos antropogênicos (infiltração, escoamento difuso e concentrado) e demais desequilíbrios provenientes dos processos de urbanização.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

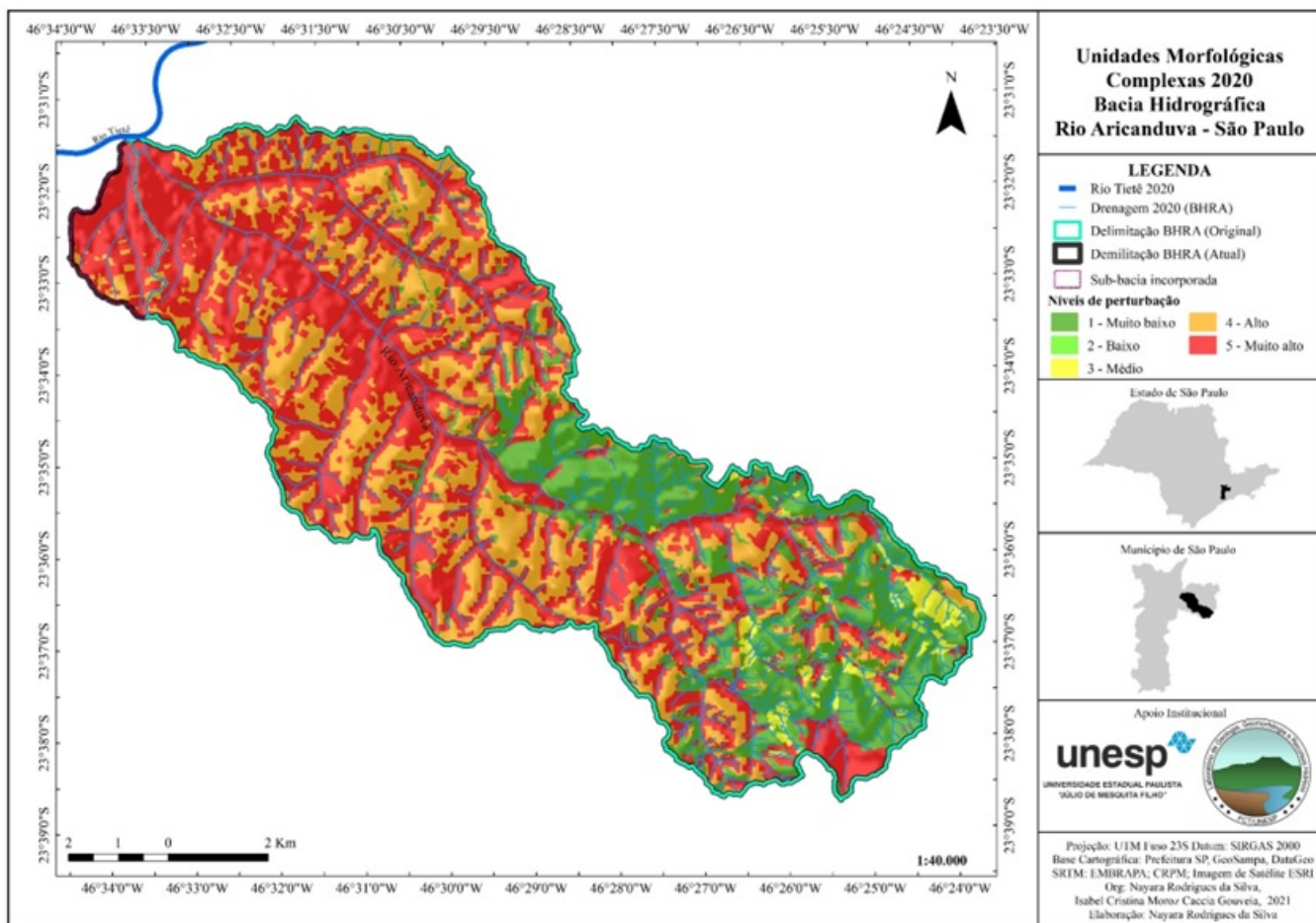
Os procedimentos para qualificar os processos hidrodinâmicos antropogênicos (infiltração, escoamento difuso e concentrado) na Bacia Hidrográfica Rio Aricanduva, basearam-se em Rodrigues (2004, 2005), Moroz - Caccia Gouveia (2010, 2017) e Luz (2014). Os autores citados apresentam modelos de cálculo para identificar as tendências hidrodinâmicas níveis de perturbação da área de estudo. Deste modo, foram produzidos o Mapa das Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbações Hidrogeomorfológicas. Com a finalidade de elaborar mapas que apresentem as tendências de infiltração e escoamento, aplicou-se a sobreposição ponderada. A sobreposição foi feita através da ferramenta Weighted overlay (Spatial Analyst Tools> Overlay> Weighted overlay) presente no ArcGis. Utilizou-se duas variáveis: o Mapa de Uso e Ocupação da Terra, disponibilizado pelo GeoSampa, o qual atualizamos de acordo com as imagens de satélite fornecidas pelo ArcGis e Google Earth; e o Mapa de Geomorfologia Original da bacia hidrográfica rio Aricanduva. Tal sobreposição indicou os Níveis de Perturbação Hidrogeomorfológicas. Dentre várias possibilidades de análises qualitativas é possível quantificar o grau de artificialidade dos canais fluviais, através da mensuração de mudanças no comprimento e padrão, impostas por retificações; a supressão de planícies de inundação ou a perda de suas funcionalidades no amortecimento de picos de vazão; a substituição de áreas com tendência à infiltração por áreas com tendência ao escoamento superficial e suas implicações no aumento de ocorrências de enxurradas, alagamentos e inundações. Para classificar as unidades morfológicas complexas e apresentar o seu comportamento hidrodinâmico é necessário compreender que cada tipo de uso e cobertura da terra está atrelado à diferentes comportamentos hidrodinâmicos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com Rodrigues (2004, 2005) a correlação entre morfologia original e antropogênica possibilita identificar as unidades morfológicas complexas a fim de apresentar as dinâmicas hidrogeomorfológicas e determinar o grau de perturbação. O mapeamento das unidades morfológicas complexas e classificação dos níveis de perturbação é uma ferramenta que pode ser incorporada aos estudos de zoneamentos das cidades, pois possibilita especializar e prever as dinâmicas hidrogeomorfológicas de bacias hidrográficas. Na figura 1 são apresentados as unidades morfológicas complexas e os níveis de perturbação hidromorfológicas. Figura 1: Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação FIGURA 1 - TABELA Na figura 1 nota-se que cada tipo de uso e cobertura exerce um grau de perturbação no comportamento hidrodinâmico,

dependendo da morfologia original em conjunto com a uso e cobertura da terra. A figura 2 corresponde ao Mapa de Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação Hidrodinâmica da bacia hidrográfica rio Aricanduva. Neste mapeamento foram identificadas 35 unidades morfológicas complexas. A ocupação urbana é predominante na bacia hidrográfica rio Aricanduva. FIGURA 2 - MAPA Na figura 2 as áreas em vermelho que corresponde ao nível de perturbação muito alto (5) totalizando 43% do mapa, são áreas com o maior adensamento urbano, impermeabilidade e/ou solo exposto, que eleva os problemas de drenagem interna; já nível alto (4) na cor laranja, são áreas com presença de equipamentos públicos e residenciais com poucas áreas permeáveis, totalizando 41% do mapa. Os tons de verde indicando níveis de perturbação muito baixo (1) representa 1% no mapa e baixo (2) totalizando 14% do mapa e ambos correspondem as áreas como parques, praças ou canteiros que apresentam um bom índice de vegetação arbórea e/ou gramíneas, por fim as áreas com nível de perturbação médio (3) representa 1% do mapa com áreas agrícolas/parques. Figura 3: Pontos de inundação Na figura 3 podemos identificar a eficácia da metodologia adotada, no qual recorte da unidade morfológica complexa (em destaque no círculo próximo ao mapa) é a MA3aP, que corresponde a morfologia antropogênica em planície fluvial com estágio final de ocupação urbana, e seu comportamento hidrodinâmico é definido como: “problemas de drenagem interna, áreas aterradas com necessidade de compactação e de instalação de sistema de drenagem., ocorrência de inundações e deposição de sedimentos e lixo” (conforme apresentado no figura 1 Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação), sendo seu nível de perturbação muito alto. Ao realizar a sobreposição do recorte com os pontos de inundação do dia 16 de janeiro identificamos que a metodologia adotada corresponde aos objetivos da pesquisa, pois o comportamento hidrodinâmico é drasticamente alterado com o processo de urbanização e como consequências têm o aumento da frequência de inundações e podemos identificar através dos mapeamentos, assim contribuindo para desenvolvimento de instrumentos de gestão ambiental e urbana. Claro (2013) destaca que a metodologia adotada é uma ferramenta importante para o planejamento urbano e ambiental, pois as análises realizadas e os documentos cartográficos podem colaborar para o desenvolvimento do plano diretor, implementação de equipamentos públicos e delimitação de áreas verdes para diminuir a impermeabilização.

*Figura 3*



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia apresentada Unidades Morfológicas Complexas e Níveis de Perturbação pode ser considerada como métrica para avaliação e análise das alterações impostas ao meio físico atrelada à ação antropogênica, pois apresenta como o comportamento hidrodinâmico é alterado de acordo com tipo de uso e ocupação imposta à terra e quais os níveis de perturbação para cada uso.

## AGRADECIMENTOS

Ao programa de pós-graduação em Geografia (PPGG) - UNESP/FCT e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- LUZ, R. A. Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização. Tese (Doutorado em Geografia Física), DG-FFLCH-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. A cidade de São Paulo e seus rios: uma história repleta de paradoxos, *Confins* (on line), 27, 2016.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na Região Metropolitana de São Paulo. Tese (Doutorado em Geografia Física), DG-FFLCH-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010, 363p.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí - Região Metropolitana de São Paulo. In:

Revista do Departamento de Geografia n°27, São Paulo, 2017.

- RODRIGUES, C. Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na metrópole de São Paulo. *Geosp - Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 2, p. 325-348, ago. 2015. ISSN 2179-0892.
- RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C.; LUZ, R [et al]. Diagnóstico dos recursos hídricos. In Cavicchioli, A. (Coord.) Relatório Diagnóstico do Meio Físico: documento elaborado conforme especificação do Termo de Referência para Elaboração do Plano de Manejo APA Várzea do Rio Tietê, sob contrato nº 7102.0000344.10.2 – Vol. II. São Paulo: Escola de Artes e Ciências Humanas – EACH, 2011.
- RODRIGUES, C.; VIEIRA, B. C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA [et al]. Diagnostico setorial – Geomorfologia Fluvial e Recursos Hídricos – dos Parques Naturais Municipais: Embu e Itapeperica da Serra. São Paulo: DG/FFLCH.
- RODRIGUES, C. Avaliação do impacto da urbanização em sistemas hidrogeomorfológicos: desenvolvimento e aplicação de metodologia na Grande São Paulo. in *Revista do Departamento de Geografia n°20*, São Paulo, 2010.
- RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistemas Hidro-Geomorfológicos. “Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo”, in: *Anais do VII Simpósio Nacional de Geomorfologia*, Belo Horizonte, 2008. 18p.
- RODRIGUES, C. Sistemas Geomorfológicos e o Impacto da urbanização na Metrópole de São Paulo, Guia de Excursão, VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, São Paulo, 2006. 15p.
- RODRIGUES, C. Morfologia Original e Morfologia Antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. In: *Revista do Departamento de Geografia n. 17*, São Paulo, 2005, p.101-111.
- RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da Geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: CARLOS, A. F. A. e OLIVEIRA, A. U. (org) *Geografias de São Paulo: Representações e crise da metrópole*, vol.1, Ed. Contexto, São Paulo, 2004. p. 89-114.
- RODRIGUES, C. Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros. (Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, FFLCH-USP), São Paulo, 1997. 280p.
- RODRIGUES, C. et al. Geomorfologia urbana histórica para avaliação de forçantes naturais e antrópicas na variabilidade da magnitude, frequência e das tendências espaciais de eventos de inundações em São Paulo. *Environnement et géomatique: approches comparées France-Brésil*, Rennes, 12-15 nov. 2014.