

MAPAS GEOMORFOLÓGICOS DE PAISAGENS ANTRÓPICAS: METODOLOGIA, BASES CONCEITUAIS, CONTEÚDOS E ESTRUTURA DE LEGENDA

Cleide RODRIGUES

RESUMO

O papel do mapeamento geomorfológico como ferramenta para avaliar a extensão das mudanças antrópicas no meio físico em intervalos históricos vem sendo desenvolvido por estudos do processo de urbanização de São Paulo realizados no Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo nas últimas três décadas. Este artigo resume os procedimentos consolidados dessa produção, quanto ao mapeamento geomorfológico antropogênico e apresenta o repertório conceitual básico consolidado e criado, a organização da estrutura das legendas, os conteúdos mais relevantes a serem mapeados em diferentes condições de paisagens, como as paisagens altamente preservadas, denominadas 'morfologia original', ou paisagens com diferentes graus de antropização, denominadas 'morfologia antropogênica'. Este trabalho demonstra, ainda, a importância em considerar as sequências de intervenções antrópicas e a identificação de unidades de morfologias ainda mais complexas, que podem ser reveladas com as superposições de morfologia original e sequências antrópicas, sempre considerando os sistemas hidromorfológicos como referência para avaliações posteriores. Este artigo também apresenta e discute algumas representações gráficas utilizadas de acordo com as diversas escalas de mapeamento, correlações espaciais úteis dos conteúdos mapeados e sua relação com os procedimentos consolidados da cartografia geomorfológica detalhada, e oferece um guia básico para a produção de cartografia geomorfológica de paisagens antrópicas.

Palavras-chave: Geomorfologia antropogênica; Cartografia geomorfológica; Avaliações ambientais; Antropoceno.

ABSTRACT

GEOMORPHOLOGICAL MAPS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES: METHODOLOGY, CONCEPTUAL BASES, CONTENTS AND LEGEND STRUCTURE. The role of geomorphological mapping as a tool for assessing the extent of physical anthropogenic changes in historical intervals has been developed by urbanization studies of São Paulo, carried out in the Department of Geography of University of São Paulo over the last three decades. This article summarizes the consolidated procedures of this production, called anthropogenic geomorphological mapping and presents the basic conceptual repertoire consolidated and created, the organization of the structure of legends, the most relevant contents to be mapped in different conditions of landscapes, such as high preserved landscapes called 'original morphology', or landscapes with different degrees of anthropization, called 'anthropogenic morphology'. It demonstrates the importance in taking account the sequences of anthropogenic interventions and the identification of even more complex morphologies units, that can be revealed with the superpositions of original morphology and anthropogenic sequences, always considering the hydromorphological systems as a reference for subsequent evaluations. This article also presents and discusses some graphic representations used in accordance with the various mapping scales, useful spatial correlations of mapped contents and their relationship with the consolidated procedures of detailed geomorphological

cartography and offering a basic guide for the production of geomorphological cartography of anthropogenic landscapes.

Keywords: Anthropogenic geomorphology; Geomorphological mapping; Environmental evaluation; Anthropocene.

RESUMEN

MAPAS GEOMORFOLÓGICOS DE PAISAJES ANTROPOGÉNICOS: METODOLOGÍA, BASES CONCEPTUALES, CONTENIDOS Y ESTRUCTURA DE LA LEYENDA. El papel de la cartografía geomorfológica como herramienta para evaluar el alcance de los cambios físicos antropogénicos a lo largo de intervalos históricos ha sido desarrollado por los estudios del proceso de urbanización de São Paulo realizados en el Departamento de Geografía de la Universidad de São Paulo en las últimas tres décadas. Este artículo resume los procedimientos consolidados de esta producción, denominada cartografía geomorfológica antropogénica, y presenta el repertorio conceptual básico consolidado y creado, la organización de la estructura de la leyenda, los contenidos más relevantes a cartografiar en diferentes condiciones de paisaje, como paisajes muy preservados, denominados «morfología original», o paisajes con diferentes grados de antropización, denominados «morfología antropogénica». Demuestra la importancia de tener en cuenta las secuencias de intervenciones antropogénicas y la identificación de unidades morfológicas aún más complejas, que pueden revelarse con las superposiciones de la morfología original y las secuencias antropogénicas, considerando siempre los sistemas hidromorfológicos como referencia para las evaluaciones posteriores. Este artículo también presenta y discute algunas representaciones gráficas utilizadas de acuerdo con las diversas escalas cartográficas, correlaciones espaciales útiles de los contenidos cartografiados y su relación con los procedimientos consolidados de la cartografía geomorfológica de detalle, y ofrece una guía básica para la producción de cartografía geomorfológica de paisajes antropogénicos.

Palabras clave: Geomorfología antropogénica; Cartografía geomorfológica; Evaluaciones ambientales; Antropoceno.

1 INTRODUÇÃO

As sociedades industriais, informacionais e financeiras do sistema capitalista vêm ampliando sua hegemonia ao longo dos últimos séculos na definição dos padrões de transformação da superfície terrestre e de seus sistemas físicos, *locus* de grande parte dos estudos geográficos em que se insere de forma plena o objeto de estudo das pesquisas geomorfológicas. Por seu turno, a pesquisa geomorfológica propriamente dita, na condição de ramo de pesquisa específico dentro dos largos campos da Geografia e das Ciências da Terra, passou grande parte de sua história dedicando-se quase que exclusivamente a paisagens, formas e processos de áreas com alto grau de preservação, deixando de se dedicar de forma equivalente ao subcampo hoje definido e consolidado como Antropogeomorfologia

ou Geomorfologia Antropogênica. Esta especificidade da geomorfologia foi sendo desenvolvida ao longo do tempo por autores como MARSH (1864), SHERLOCK (1922), THOMAS (1956), FELS (1965), dentre outros, ganhando melhor definição em termos de princípios gerais e procedimentos por autores como GOLOMB & EDER (1964), VERSTAPPEN (1968), BROWN (1970), GREGORY (1982), NIR (1983), TOY & HADLEY (1987), GOUDIE (1986), DOUGLAS & LAWSON (1997), GOUDIE & VILES (1997, 2016). A cartografia geomorfológica, como uma das principais ferramentas e produtos da pesquisa geomorfológica, seguiu esta mesma tendência, com menor desenvolvimento da Geomorfologia Antropogênica comparativamente à geomorfologia de áreas preservadas. Isso se deu também em relação a seu repertório, procedimentos, conteú-

dos, formas de representação, mesmo diante do fato de estarmos há mais de meio século, diante do período mais agudo das transformações da superfície ocasionadas direta e indiretamente por ações das sociedades humanas e em diferentes escalas e ciclos planetários.

Na visão de cientistas da Terra que se juntaram para reivindicar o Antropoceno como intervalo temporal operacional de interesse para a avaliação paramétrica destas derivações ambientais, um grande interesse deveria ter sido gerado, especialmente a partir da fase denominada Grande Aceleração. A partir principalmente das décadas de 1990, 2000 e 2010, por diversas iniciativas institucionais e globais, já se convocava a comunidade de cientistas da natureza, em suas especialidades, a se juntarem neste esforço, no sentido de identificar, mensurar e interpretar as intervenções humanas em sua interação com processos relativamente independentes destas ações (PNUMA, WWF, UNEP, IPCC, dentre outras iniciativas). Por outro lado, estudos geográficos, sociológicos, antropológicos mais voltados à formação de base crítica a respeito da ilusão de um capitalismo sustentável também vem demonstrando a relevância da temática, ora apontando o esgotamento de recursos, o grau de consumo, pandemias, ora a questão da geração de riscos, dentre outros temas relevantes da contemporaneidade (HARVEY 2003, MARQUES 2018, FRASER 2022)

É surpreendente que algumas disciplinas científicas tenham atrasado seu desenvolvimento nesta direção, mesmo diante do crescimento de modificações generalizadas na superfície, nos oceanos e na atmosfera terrestres, com seus ciclos e balanços locais, regionais e globais modificados antropicamente por comandos sociais *sensu lato*, num cenário progressivamente agudo de esgotamento de recursos e de produção de riscos.

A cartografia geomorfológica é um dos ramos mais promissores na viabilização de métricas interessantes para avaliação desses cenários geográficos da contemporaneidade, inclusive na identificação de responsabilidades históricas, sejam em temáticas associadas à gestão territorial e ambiental, nas questões de identificação de limiares, situações de irreversibilidade, riscos, recuperação, ou na perspectiva crítica (RODRIGUES 1999, 2004, 2005, 2015)

Na tentativa de explorar o potencial da ciência geomorfológica para a compreensão destes cenários de maior complexidade, desde 1991, vimos trabalhando exatamente neste sentido, crian-

do repertório conceitual, testando procedimentos e explorando o potencial da geomorfologia para discernimento de processos geomorfológicos de matriz antrópica, natural ou complexa. Neste caminho, houve dedicação especial à questão da expansão urbana e do próprio processo de produção do espaço urbano de São Paulo. Neste processo de construção metodológica, a cartografia revelou-se um dos principais instrumentos de avaliação das mudanças antropogênicas.

Assim, este artigo é um texto com dupla função: a de abertura dos demais textos que seguem na sessão temática da cartografia da antropogeomorfologia e a de demonstração das bases metodológicas e operacionais para a confecção de mapas geomorfológicos retrospectivos e evolutivos de paisagens antropizadas. Apresenta-se o enquadramento teórico-metodológico desenvolvido e testado ao longo das últimas décadas para o estudo de paisagens antrópicas, inserindo tópicos como estruturação de legendas, seleção de conteúdos relevantes, correlações cartográficas e técnicas de mapeamento geomorfológico na análise antropogeomorfológica. Também considera avaliações e quantificações viabilizadas a partir dessas análises e da própria produção cartográfica.

Os estudos que foram desenvolvidos à luz desta metodologia tem como ênfase a cartografia retrospectiva e evolutiva de cenários geomorfológicamente significativos do processos de urbanização de São Paulo, principalmente de sistemas geomorfológicos fluviais, de mudanças em suas características morfológicas, morfométricas, de taxas e balanços de processos hidromorfológicos e da disposição e características físicas de materiais superficiais, como solos, rochas e materiais antropogênicos. (RODRIGUES 1997, 1999, 2003, 2005, 2010; RODRIGUES *et. al.* 2019). Como referencial de ordem superior, estes estudos estiveram ancorados na abordagem sistêmica (HACK 1960, CHORLEY 1962, CHORLEY & KENNEDY 1971) e em abordagens de síntese de estudos de paisagem em Geografia Física, tais como geossistemas (SOTCHAVA 1977, 1978; MONTEIRO 1978; BEROUTCHACHVILI & BERTRAND 1978; MATEO RODRIGUEZ & SILVA 2019; NEVES 2019), geomorfologia básica (inúmeros autores) além de estudiosos dos mais relevantes da geomorfologia antropogênica (NIR 1983; GOUDIE & VILES 1997, 2016) e da relação da geomorfologia fluvial e o antrópico (HOOKE & KAIN 1982; GREGORY 2004, 2006).

São apresentados os seguintes tópicos ao longo do texto: contexto histórico da leitura da antropogeomorfologia, repertório conceitual básico, principais procedimentos, organização de estrutura de legendas, conteúdos mapeáveis e relevantes dos cenários geomorfológicos de alto grau de preservação (morfologia original) e de cenários com diversos graus de intervenção antrópica (morfologia antropogênica) até a identificação de as morfologias complexas (sobreposições da morfologia original e sequências antropogênicas). Também são apresentadas e discutidas algumas das representações gráficas utilizadas de acordo com as diversas escalas de mapeamento, cruzamentos de conteúdos mapeados e sua relação com os procedimentos clássicos da cartografia geomorfológica de detalhe.

2 ANTROPOGEOMORFOLOGIA

Mesmo sem adotar a completa adesão ao termo ‘antropogeomorfologia’ em suas produções e em eventos científicos, pesquisadores da área da geomorfologia, geologia e áreas afins foram, gradativamente, incorporando esta perspectiva analítica em suas necessidades específicas, considerando-a como necessária dentro do amplo espectro da Geografia Física e das Ciências da Terra, mesmo utilizando-se de repertórios e instrumentais não necessariamente complementares ou convergentes entre si (MARSH 1864, THOMAS 1956, FELS 1965, TRICART 1965, BROWN 1970). Ainda assim, a partir de meados do século XX, houve progressivo empenho de áreas das Ciências da Terra em incluir a variável antrópica, e, paulatinamente, foram destacados procedimentos promissores, questões emergentes, além de algum desenvolvimento de repertório específico e escalas de estudo. Este cenário de interesse inicial parece ter se dado não apenas em função da presença generalizada das interferências na superfície terrestre em si, mas pela valorização crescente das questões ambientais no plano mundial, e com isso, o interesse crescente em aplicação do conhecimento de Ciências da Terra em demandas de ordenamento e outras pautas de natureza aplicada (RODRIGUES 1997, 2015).

Nos primórdios deste percurso e no esforço particular da geomorfologia em incluir o fator antrópico em suas leituras, este ramo científico, envolveu principalmente estudos de avaliação dos ‘efeitos’ geomorfológicos de intervenções específicas na paisagem, como estudos de jusante de bar-

ramentos, efeitos erosivos, hidrológicos e deposicionais da urbanização, efeitos na carga sedimentar de rios represados, dentre outros (MARSH 1864, SHERLOCK 1922, THOMAS 1956, FELS 1965, WOLMAN 1967, NIR 1983, DOUGLAS 1983, GREGORY 2007). Como exemplo, e no que se refere às particularidades da urbanização, o Prof. Ian Douglas (DOUGLAS 1983), professor emérito da Universidade de Manchester, foi um dos pioneiros, chamando à atenção, desde a década de 1980, para a necessidade de se considerar as intervenções antrópicas como parte de um novo ‘metabolismo’ da superfície, indo além da ênfase dos aspectos geomorfológicos físicos destas modificações e considerando também as principais características químicas dessas mudanças. Incorporou em sua análise também numa perspectiva sistêmica, principalmente de balanço de entrada e saída de materiais em termos de áreas afetadas, volumes remobilizados e suas novas características físico-químicas. O autor foi além e trouxe exemplos de como podem ser realizadas leituras paramétricas desse metabolismo, produzindo matrizes de parâmetros, indicadores e algumas métricas dessas modificações, caracterizando os principais processos da materialidade superficial da urbanização e oferecendo uma sistematização que agrega diversos aspectos da geomorfologia (DOUGLAS 1983).

Outros exemplos relevantes destes esforços de sistematização para estudos geomorfológicos de modalidades de intervenção antrópica específicas estão presentes em obras de estudiosos que podem ser considerados os organizadores iniciais desta perspectiva, como é o caso de THOMAS (1956), NIR (1983), VERSTAPPEN (1983), GOUDIE (1986), TOY & HADLEY (1987), dentre outros. Em todas estas obras, observa-se a proposição de termos e conceitos desta nova leitura com consolidação de terminologia deste subcampo, como no caso da obra de NIR (1983), em que já contamos com o jargão ‘Anthropic Geomorphology’, ou de GOUDIE (1986) que, apesar da abrangência de sua obra na direção do impacto antrópico, propõe capítulos específicos que incluem a perspectiva geomorfológica. A consolidação mais recente desta perspectiva analítica com ênfase geomorfológica encontra-se em autores como RODRIGUES (2004), SZABÓ, (2010), GOUDIE & VILES (2016).

Dentro deste contexto histórico e ao longo das últimas três décadas, o grupo de pesquisadores aqui apresentado juntou-se a esta tarefa, colaborando significativamente no que hoje está con-

solidado como ‘Geomorfologia Antropogênica’ ou ‘Antropogeomorfologia’, com exemplos no território brasileiro, especialmente na região metropolitana de São Paulo. Isto se deu antes mesmo da emergência de uma discussão generalizada e mais presente na década de 2010 a respeito do Antropoceno, envolvendo discussões a respeito da adequação de seu uso, ou em torno da polêmica de seu início ou de se distinguir uma época, estágio ou subestágio (STEFFEN *et al.* 2007; ZALASIEWICZ *et al.* 2011, 2015; WATERS *et al.* 2016; GOUDIE & VILES 2016).

Nossos estudos, iniciados na década de 1990, envolveram a criação de repertório, vocabulário, metodologia e testes da utilização do arcabouço da geomorfologia e, principalmente da geomorfologia fluvial e abordagem sistêmica para explorar a leitura geomorfológica das modificações antrópicas. Neste processo, foram produzidos mais de 80 estudos de diversos níveis, sendo que a grande maioria dessas pesquisas também se dedicou à cartografia geomorfológica de detalhe da morfologia original e antropogênica. Além disto, esta metodologia de pesquisa e sua cartografia foram referências de estudos aplicados, como os do Plano de Manejo dos Parques Naturais do Rodoanel Mario Covas e do Plano de Manejo da APA da Várzea do Rio Tietê, ambas as áreas no Estado de São Paulo.

Dentre todos os procedimentos testados que confirmaram a potencialidade da leitura proposta está a cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva, que envolve a inclusão de diversas escalas. Esta cartografia foi testada principalmente em escalas de semi-detalhe e detalhe, e, secundariamente, em escalas regionais. A principal modalidade de intervenção antrópica considerada nesses estudos da cartografia das intervenções antrópicas foi a da modalidade das intervenções urbanas, sendo grande parte na região metropolitana de São Paulo, o que exigiu esforços contínuos e cumulativos para se obter leituras do conjunto da metrópole e do detalhamento de bacias hidrográficas em seu interior. A metodologia foi construída previamente aos mapeamentos realizados e estes, por sua vez, aperfeiçoaram parte destes procedimentos, principalmente em relação ao uso de técnicas envolvendo sistemas de informação geográfica, precisão espacial, uso de produtos mais inovadores e precisos de sensoriamento remoto, a exemplo do uso do LiDAR, ou mesmo a inserção da modelagem hidrológica em alguns casos (COSTA 2011; VENEZIANI 2014; SIMAS 2017, 2023).

3 PROCEDIMENTOS BÁSICOS PARA O MAPEAMENTO DA GEOMORFOLOGIA ANTROPOGÊNICA

Passo 1: Reconstituição cartográfica da morfologia original

A produção cartográfica da morfologia retrospectiva e evolutiva de intervenções antrópicas propõe retratar, dentro da escala do tempo histórico e por meio da linguagem cartográfica, modificações físicas da paisagem, relevantes para processos geomorfológicos ao longo de centenas de anos, décadas, anos, meses e até intervalos temporais diários, partindo de um momento ‘zero’, a partir do qual as mudanças poderão ser avaliadas qualitativa e quantitativamente. Isso significa que, dentro da metodologia, inclui-se, de início, e como condição *sine qua non*, a necessidade de se iniciar o trabalho pela própria produção da cartografia geomorfológica dos moldes clássicos (TRICART 1965, DÉMEK 1972, GRIFFITHS *et al.* 2011), mas de um momento representativo do cenário anterior em que as intervenções antrópicas que se deseja reconhecer tenham sido elaboradas. Na escala de detalhe, isso significa que as condições geomorfológicas de ordem métrica (mínimo exigido) ou de escala superior de detalhe (a ser definida no mapeamento) devem ser reconhecidas. Desta forma, difere da cartografia que se debruça sobre as atuais áreas pouco perturbadas pela ação antrópica direta ou indireta, apresentando um nível de dificuldade a mais em relação ao mapeamento de áreas preservadas em sua morfologia. É progressivamente mais desafiador na medida do aumento da intensidade de intervenção geomorfológica observada, tendo em vista as diversas dificuldades que se somam, como a da diminuição das janelas de observação diretas para o necessário trabalho de campo, a menor disponibilidade de imagens de satélite ou de outros documentos a partir dos quais podem ser levantados dados morfológico-morfométricos das condições originais. Em geral, isto significa ter que recuperar, por diferentes técnicas e graus de precisão, as condições morfológico-morfométricas holocênicas de um cenário pré-intervenção antrópica, em detalhe suficiente para a escala escolhida, que, no caso de cartografia de detalhe (1:50.000, 1:25.000, 1:10.000), abarca até a expressão métrica, se esta for generalizada no elemento geomorfológico considerado.

A este estágio de reconhecimento dos cenários pré-intervenção antrópica, denominamos cartografia retrospectiva da *morfologia original*. Seu

resgate é dependente da existência de documentação histórica desta fase de menor grau de intervenção ou da existência de janelas de reconhecimento atuais em áreas amostrais de campo e em documentos e mapas atuais que permitam o raciocínio de generalização espacial para reforçar a validade de continuidade de traçados dos limites de unidades geomorfológicas homogêneas. O profissional a realizar este tipo de resgate de dados e informações deverá, obviamente, ser um profissional experiente e bem formado em geomorfologia, tanto do ponto de vista de técnicas como do ponto de vista de conteúdos de mapeamento. Como em todo estudo de natureza científica, há sempre a necessidade anterior de se realizar uma exaustiva pesquisa bibliográfica e cartográfica, para uma boa descrição das condições geomorfológicas do cenário pré-intervenção, que guiará a pesquisa posterior para a reconstituição da cartografia da morfologia original.

Então, como necessidade primeira da cartografia dos próprios conteúdos de uma morfologia antropogênica, a cartografia da morfologia original é a condição inicial necessária, o que nos coloca diante da necessidade de utilizar tanto os procedimentos consolidados da cartografia geomorfológica (de detalhe ou de outras escalas superiores), como também técnicas e procedimentos pouco usuais. Guiados pelos pesquisadores da abordagem histórica da geomorfologia e pelos resgates realizados nestas últimas décadas, pudemos reforçar o potencial de utilização de, por exemplo: material iconográfico (pinturas, fotos, croquis, dentre outros), informações jornalísticas, audiovisuais, história oral, informações toponímicas, mapas antigos (temáticos e topográficos), relatos de viajantes, relatórios técnicos (estudos ambientais, projetos de engenharia), textos contratuais, marcos (pontes, estradas, entrevistas com moradores antigos ou populações tradicionais da área estudada, dentre outras fontes de dados (HOOKE & KAIN 1982, GURNELL *et. al.* 2003, TRIMBLE 2008). Parte dos procedimentos da pesquisa histórica e arquivística pode auxiliar na definição de procedimentos de pesquisa da morfologia original, como a localização e avaliação do potencial de utilização de documentos e acervos, tal como realizado em RODRIGUES (2001), e em CARVALHO (2006). Acervos de fotos aéreas antigas foram localizados pelas autoras e colaboradores para o mapeamento da região metropolitana de São Paulo e puderam ser utilizados em pesquisas e mapeamentos como os de SILVA (2004), LUZ (2010, 2015), dentre outros.

Dessa forma, existe um trabalho necessário de pesquisa histórica e arquivística, e um minucioso trabalho de campo para identificação de janelas de interpretação, principalmente em áreas de maior grau de perturbação. Em áreas urbanas, este trabalho tende a ser mais volumoso, tendo em vista a maior quantidade de fontes de informação e o maior grau de perturbação morfológica e as diminutas possibilidades de observação e de medições diretas.

Como, em geral, se trabalha com fragmentos de informação geográfica e geomorfológicas, o geomorfólogo experiente, mesmo com diferentes graus de precisão, será capaz de inferir, por exemplo, a contiguidade de delimitações mais prováveis de uma unidade de mapeamento, mesmo diante de supressão de informações. Um limite visível entre a base de um sistema de vertente e o início de um terraço fluvial numa fotointerpretação de um cenário antrópico pode ter esta informação suprimida e descontinuada por um aterro, ou por edificações, por exemplo. Mesmo assim, tal como utilizamos o raciocínio de convergência de evidências em fotointerpretação geográfica e geológica (ANDERSON 1982), há possibilidade de correlacionar o limite da morfologia original a outras características da morfologia antropogênica, viabilizando o mapeamento retrospectivo, ainda que o limite tenha diferentes níveis de precisão. Neste caso, haverá evidências discerníveis para leituras e interpretações em imagens de satélite, cartografia de base, aerofotos e até materiais iconográficos, na vizinhança da unidade de mapeamento. Estas informações poderão oferecer condições para a inscrição deste limite inferido por convergência de evidências, as quais deverão ser descritas para replicabilidade dos procedimentos, diminuindo o grau de subjetividade. Numa reconstituição hipotética advinda de fragmentos de fontes de informação diversas, é preciso contar com um profissional bem formado em técnicas cartográficas e cartografia geomorfológica de detalhe para proceder ao preenchimento de lacunas, ou simplesmente optar por não mapeá-las em função do grau de descaracterização morfológica e de descontinuidade espacial na escala de mapeamento.

Os mapeamentos com procedimentos diversos de reconstituição deverão ter em seu memorial explicativo a descrição destas diferentes metodologias, como no caso de vastas áreas de mapeamento, que terão fontes diversas e formas diversas de preenchimento de lacunas.

Nas diversas experiências de mapeamentos de reconstituição da morfologia original realizados por pesquisadores que auxiliaram nos testes desta metodologia, o reconhecimento deste cenário original viabilizou avaliações paramétricas precisas, principalmente os mapeamentos que geraram geoindicadores de mudanças antropogênicas (RODRIGUES 2010, MOROZ-CACCIA GOUVEIA 2010, LUZ 2015, MOROZ-CACCIA GOUVEIA & RODRIGUES 2017, RODRIGUES *et. al.* 2019).

É igualmente importante, neste ponto, considerar o conceito abrangente de morfologia original a partir do qual os mapeamentos realizados se apoiam (RODRIGUES 2023, inédito). A partir deste conceito, algumas considerações sobre o cenário original devem ser realizadas. Não se concebe como cenário geomorfológico original a ser restituído aquele com ausência total de intervenção antrópica, mas, novamente, há que se considerar o que é relevante geomorfológicamente na escala do mapa a ser produzido e considerar as informações de intervenção antrópicas discerníveis. Assim é que, mesmo diante da proposição geral de utilização referencial temporal de fases pré-colombianas para o caso do mapeamento da maior parte do continente americano, em que já se reconhecem formas cumulativas de participação das sociedades indígenas nas derivações antrópicas por estas realizadas, essas podem ser consideradas, aprioristicamente, pouco relevantes para mudanças em taxas, balanços e magnitude de processos geomorfológicos, principalmente para os processos que envolvem mudanças generalizadas na dinâmica hídrica de superfície e subsuperfície, envolvendo modalidades de fluxos hídricos, tempo de residência, vetores de circulação, armazenamento, taxas, regimes e balanços e suas tendências espaciais (BRUNSDEN 1996).

É certo que, numa escala de estudo e de representação cartográfica, essas mudanças podem ser ou não representativas. Contudo, o mais importante é explicitar os raciocínios de generalização espacial que estão sendo considerados na reconstituição cartográfica da morfologia original. Como exemplo, o caso dos planaltos dissecados do sudeste do Brasil, a integridade da morfologia (sentido amplo) de unidades geomorfológicas de escala média e de detalhe pode ter, como referência desta consideração de morfologia preservada, parâmetros geométricos de topos de interflúvios, extensão de vertentes, declividades e taxas de mudança de declividade de perfis de vertentes, configuração de

percurso fluvial em planta, aspectos geométricos de anfiteatros de nichos de nascente, concavidades e convexidades de subunidades interfluviais, aspectos geométricos de patamares, colos, de expressão escalar métrica, decamétrica e até quilométrica. Outros exemplos de diferentes escalas poderão atribuir outros parâmetros geométricos das formas do que se considera original nestes mapeamentos de reconstituição da morfologia original.

A integridade destes aspectos superficiais da morfologia, quando na escala métrica e de maior detalhe, permite inferir a integridade (ainda que parcial) da morfologia do sistema considerado além de suas estruturas morfológicas internas, pedológicas e litológicas.

Como referência geral para os mapeamentos da morfologia original nessa abordagem retrospectiva, são consideradas não apenas as unidades e compartimentos geomorfológicos em sua expressão bi e tridimensional mas, igualmente, informações a respeito de mudanças e rupturas ao longo destes sistemas, agregando maior aderência a leituras quali-quantitativas sobre balanço de processos (SAVIGEAR 1965, DYLIK 1968, YOUNG 1974). Um exemplo clássico dessa possibilidade na escala regional é o da consideração simultânea de informações da compartimentação geomorfológica em si com a de uma bacia hidrográfica, sendo que o primeiro representa conjuntos homogêneos de morfologia original nesta escala, enquanto o outro representa posição hierárquica e outros atributos relevantes, como suas características cumulativas ou vetorais, para tendências espaciais de processos hidrológicos e fluviais. Este mesmo raciocínio pode ser utilizado em escalas menores, considerando, simultaneamente, aspectos de uma morfologia original homogênea, tais como concavidades, elementos retilíneos, rupturas de perfis e aspectos da morfologia posicional no sistema estudado, como setores superiores, médios e inferiores (DYLIK 1968). Dentre exemplos de reconstituição da morfologia original que respeitaram os procedimentos aqui descritos, podemos citar: mapeamento da bacia do Ribeirão Guavirutuba (LIMA 1990), mapeamento da APA da várzea do Rio Tietê (Figuras 1 e 2, FUNDAÇÃO FLORESTAL 2011); mapeamento da planície fluvial meândrica do rio Pinheiros (LUZ & RODRIGUES 2013); mapeamento da morfologia original da bacia hidrográfica do Rio Tamandateí (MOROZ-CACCIA GOUVEIA 2010); mapeamento da bacia hidrográfica do Córrego da Móoca (BERGES 2013); mapeamento da bacia do rio Jacarei (SOARES 2008), dentre outros.

Unidades Morfológicas		Materiais Superficiais		Processos Predominantes	
Canal	Canal do Rio Tietê e afluentes		Cascalhos e seixos no leito e areias e cascalhos nas margens.	Fluxos hidráulicos de alta energia, com transporte de carga de fundo e processos erosivos na margem côncava e deposicionais na convexa (típicos de canais meândricos).	
	Meandros Abandonados		Apresentam areias finas, silte e argila com matéria orgânica no topo e areias grossas, cascalhos e seixos na base.	Canais fluviais que foram abandonados por cutoff ou avulsão, apresentando processos de colmatagem.	
Planície de Inundação	Backswamps		Sedimentos finos (silte e argila) acumulados pelas águas que são represadas após as inundações.	Área de amortecimento das vazões de pico devido as águas que são represadas após as inundações, envolvendo depósitos de materiais finos por decantação, acúmulo de matéria orgânica e provável gleização dos solos	
	Níveis	Nível 1		Sedimentos com grande variedade granulométrica com 4 a 7 metros de espessura. Em termos gerais, predominam areias e cascalhos na base sob camadas pedológicas mais ou menos freqüentes do topo.	Areias grossas, cascalhos e seixos advindos da movimentação lateral do canal fluvial, cobertos por Sedimentos finos advindos da carga suspensa das águas de cheia, e que suportam incipientes processos pedológicos com predominante gleização. em sua base estratigráfica pode ocorrer sedimentos depositados em condições ambientais diferentes das atuais.
		Nível 2		Sedimentos quaternários, com predomínio de texturas grosseiras na base (seixos, cascalhos e areias grossas) e finas no topo (areias finas, siltes e argilas). No geral, apresentam solos bem desenvolvidos.	
Terraços	Níveis	Nível 1		Sedimentos quaternários, com predomínio de texturas grosseiras na base (seixos, cascalhos e areias grossas) e finas no topo (areias finas, siltes e argilas). No geral, apresentam solos bem desenvolvidos.	Processos pedológicos e erosivos que ocorrem sobre os sedimentos previamente depositados pela dinâmica fluvial de uma planície de inundação que foi abandonada. Sedimentação fluvial é menos importante, ocorrendo somente durante as cheias excepcionais.
		Nível 2			

FIGURA 1 – Legenda da carta de Morfologia Original da APA da Várzea do rio Tietê. Fonte: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

FIGURE 1 – Legend of the Original Morphology chart of the Tietê River Floodplain Environmental Protection Area. Source: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

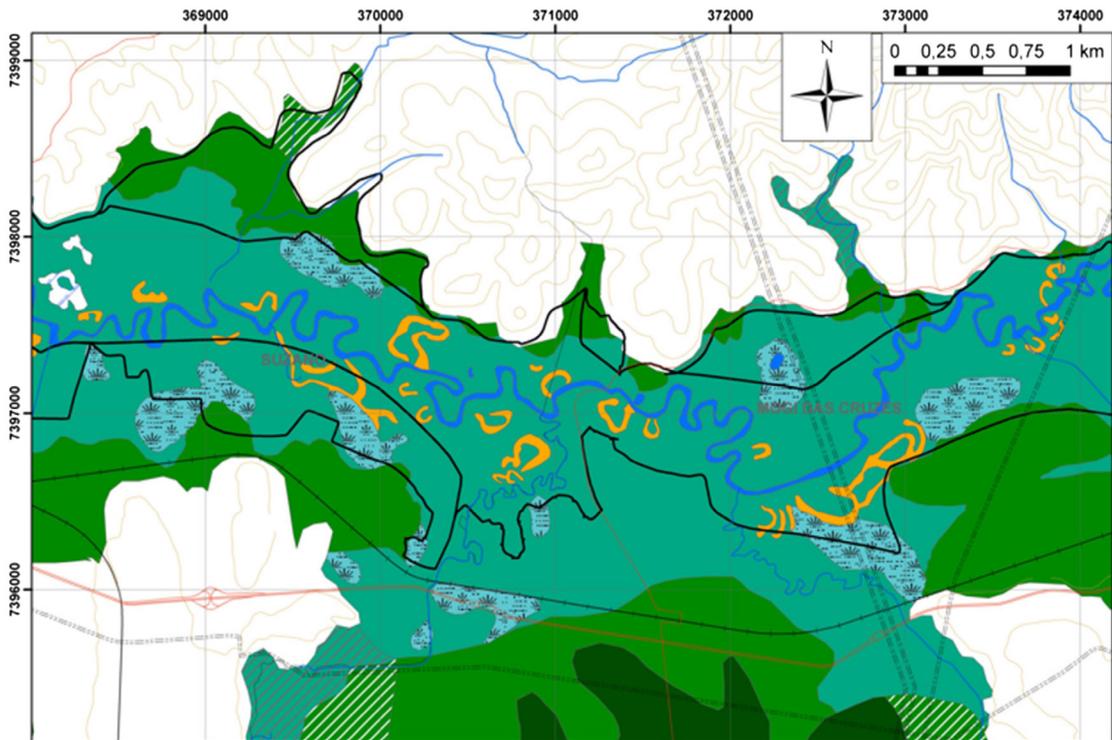


FIGURA 2 – Fragmento da carta de Morfologia Original da APA da Várzea do rio Tietê. Fonte: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

FIGURE 2 – Fragment of the Original Morphology chart of the Tietê River Floodplain Environmental Protection Area. Source: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

Passo 2: Organização da estrutura de legenda e de conteúdos de mapeamento da morfologia original

Nos testes realizados, a subdivisão hierárquica que se mostrou recomendável para o primeiro nível vem sendo a da separação dos conteúdos de legenda pertencentes à morfologia original ou à morfologia antropogênica, os dois conjuntos de conteúdos de ordem superior no mapeamento retrospectivo, portanto, estes dois conceitos devem estar bem consolidados e explicitados. O autor deverá então estruturar essa primeira subdivisão em todos os mapas da sequência retrospectiva, considerando a morfologia original, a morfologia antropogênica ou semi-preservada de fases ou datas específicas, e mapa síntese, que é o das unidades morfológicas complexas (MC) (Figura 3).

Como recomendação, seguida por grande parte dos exemplos cartográficos produzidos, os mapas da morfologia original devem utilizar preferencialmente, texturas cujo padrão facilita a leitura analógica rápida e indicativa de aspectos geométricos da morfologia original e utilizar gradação monocromática e padrões geométricos de preenchimento, como por exemplo em tons de cinza, para viabilizar uma das principais etapas da metodologia de mapeamento que é a da sobreposição entre conteúdo da MO (morfologia original) e da MA (morfologia antropogênica). Na confecção da cartografia da morfologia original, o que se procura é dar maior ênfase às informações de natureza morfológico-morfométrica na representação gráfica, inserindo os demais conteúdos

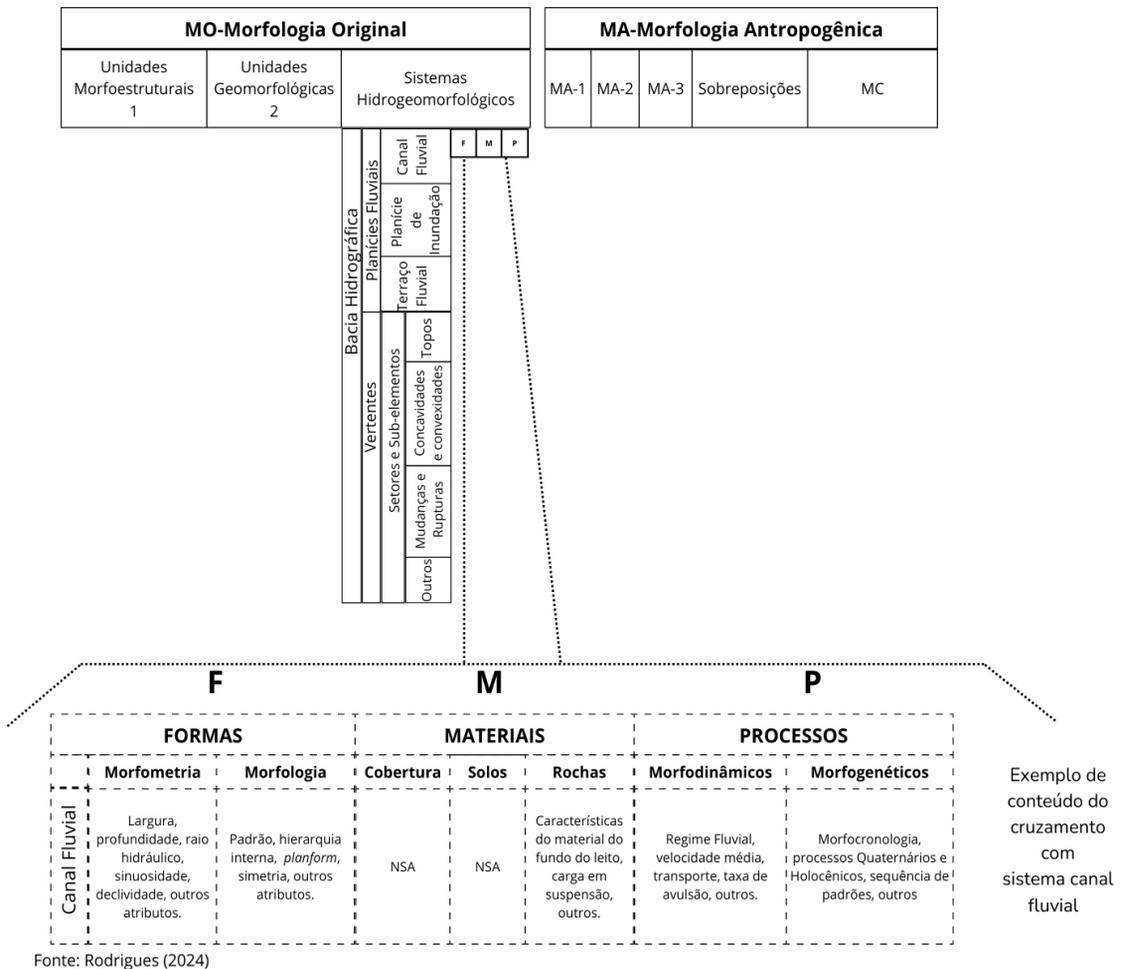


FIGURA 3 – Estrutura geral da legenda para a cartografia retrospectiva, com destaque para a morfologia original. Org.: Rodrigues, C. (2024).

FIGURE 3 – General structure of the legend for the retrospective cartography, highlighting the original morphology. Org.: Rodrigues, C. (2024).

necessários (materiais superficiais, solos, rochas e processos) em pranchas específicas, quadros-legenda detalhados e em memorial explicativo. Esses procedimentos mostraram-se ainda mais necessários principalmente para a demanda metodológica por superposição de conteúdo dos dois conjuntos principais: morfologia original e antropogênica. Algumas destas experiências de mapeamento podem ser encontradas em LIMA (1990), BATISTA (2002), CARVALHO (2002), LUZ (2010), ALVES (2013) e LUZ & RODRIGUES (2013). Na maior parte dos mapeamentos de reconstituição das planícies fluviais, como em LUZ (2010), MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010), VENEZIANI (2014), TURCARELLI (2016), RODRIGUES et al. (2019) e RODRIGUES (2021), foi dada preferência para utilização da cor em diferentes tonalidades de verde, mais usual para formas fluviais e subdivisões internas (COLTRINARI 1974). Essa liberdade se deu em função da facilidade cada vez maior de se sobrepor conteúdos e executar leituras precisas em ambientes SIG. Mesmo assim, para a representação final e publicação, consideramos que a utilização do monocromatismo para a morfologia original seja mais recomendável para o mapeamento completo da cartografia retrospectiva.

Tanto na estruturação de legenda da morfologia original, como na estruturação de legenda das fases representativas de morfologias antropogênicas, a discriminação das unidades morfoestruturais ou unidades geomorfológicas de maior escala deve estar articulada a três sistemas hidromorfológicos básicos: bacias hidrográficas, sistemas de vertentes e sistemas fluviais senso estrito, para viabilizar o uso de geoindicadores nos processos de avaliação e mensuração de mudanças (RODRIGUES 2010). Além da abordagem sistêmica, parte da estrutura de legenda é também inspirada nas experiências de mapeamento regionais do RADAMBRASIL, ROSS & MOROZ (1996) e na abordagem Ecodinâmica de TRICART (1977). Na escala de grande parte de nossos estudos, há, contudo, outras discriminações, como a discriminação de setores de vertentes e de subcompartimentos de origem fluvial no sentido mais restrito do termo (diretamente elaborados por canais fluviais e pulsos de inundação), ampliando os conteúdos de mapeamento e não apenas em função da escala.

Após essa subdivisão de sistemas hidromorfológicos, que apresentam balanços de processos morfodinâmicos próprios, mas que envolvem todos os processos geomorfológicos, como os processos atuantes numa planície fluvial, que, de um ponto

de vista escalar, pode ser considerado de domínio processual sedimentar e, noutra escala de detalhe, envolve também reconhecer formas originadas por processos erosivos e deposicionais descontínuos, como os de avulsão de canais ou de entalhamento fluvial, de decantação, dentre outros, que definem uma subdivisão morfogenética interna e diferentes tipos de solos hidromórficos.

Assim, procedemos à subdivisão interna destes sistemas na estrutura da legenda, habitualmente localizada na coluna esquerda da estrutura da legenda e do quadro de legenda, e situada no quarto nível de subdivisão interna, conforme a figura 3.

O subcompartimento hidromorfológico entra como 4º nível e pode ser alcançado em mapeamentos de detalhe, sendo seguidos pelas subdivisões de quinto nível, o de subcompartimento hidrogeomorfológico, que corresponde a subdivisões internas do sistema vertente e dos sistemas fluviais (sentido estrito). Para o quarto nível e quanto ao sistema vertente, as informações a serem consideradas são as subdivisões morfológico-morfométricas como concavidades, convexidades, rupturas e mudanças de setores superiores, médios e inferiores das vertentes, sempre no sentido de separar tendências espaciais de processos hidromorfológicos (SOARES 2008; MOROZ-CACCIA GOUVEIA 2010; RODRIGUES 2010, 2015). Nessa subdivisão interna, devem ser considerados simultaneamente:

- aspectos morfológico-morfométricos das geometrias em planta e em perfil de formas de subunidades de vertentes, definindo domínios neutros, de concentração e de dispersão hídrica, conceitos esses utilizados em estudos de processos e de mapeamentos como os de COLTRINARI (1974), DIETRICH *et al.* (1986), COLANGELO (1996), SOARES (2008), MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010), MOROZ-CACCIA GOUVEIA & RODRIGUES (2017), ainda que tenham sido considerados de forma diversa entre estes autores. Essas subunidades geométricas se mantêm como relevantes na produção de mapeamentos geomorfológicos de escala de detalhe, tendo em vista a alta correlação espacial entre tendências espaciais de balanços de processos hidrológicos externos e internos, ou seja, uma forma de aproximação para delimitar condições diferenciais de fluxos hídricos superficiais e de regimes hídricos do solo, um dos principais comandos da pedogênese e da própria morfologia. Essas correlações são parcialmente consideradas e vem sendo reforçadas em estudos morfopedológicos como os de BOULET (1978), FURIAN *et al.* (1999), QUEIROZ NETO (2000), CASTRO *et al.*

(2018), dentre outros.

- posição altimétrica relativa de setores (DYLIK 1968) de vertentes, como os setores superiores, médios e inferiores, que podem ser delimitados por essa subdivisão hipsométrica tripartite, relativa à amplitude variável entre topo e fundo de vale (nível de base local) e às principais descontinuidades e mudanças destes setores. Essa subdivisão é guiada pela criação de intervalos altimétricos cuja delimitação final é guiada por mudanças e rupturas de perfis de vertentes, conforme SAVIGEAR (1965), PITTY (1966), DYLIK (1968), YOUNG (1976), dentre outros. Essa setorização foi utilizada em estudos como os de RODRIGUES (2005, 2010), SOARES (2008), ALMEIDA (2014) (Figura 4).

Há, portanto, diferenças substantivas do conteúdo morfológico a ser mapeado e diferenças de procedimentos do mapeamento da morfologia original de detalhe no que se refere aos sistemas de vertentes em experiências como as de COLTRINARI (1974), COLANGELO (1996) e COUTARD *et al.* (2020), aproximando-se um pouco mais da proposta de VILLELA *et al.* (2013), ainda que não sejam idênticas. Uma outra particularidade do mapeamento da morfologia original para avaliações e mapeamento antropogênico é a da consideração simultânea de: atributos morfológico-morfométricos de setores de vertente, conforme SAVIGEAR (1965), DYLIK (1968) e YOUNG (1974), relevantes para a hidrodinâmica e, ao mesmo tempo, aspectos geométricos como os das curvaturas em planta e em perfil, definindo-se setores de dispersão e de concentração, conforme os autores citados acima.

De forma geral, esses atributos morfológico-morfométricos podem ser retirados de: cartas topográficas de detalhe, MDTs, MDSs (de acurácia similar quanto aos dados de entrada), fotografias aéreas ou produtos de sensoriamento remoto que gerem representações tridimensionais confiáveis na escala e sempre em fases nas quais a área de estudo exiba menor perturbação antrópica. Recomenda-se que após essa subdivisão, proceda-se ao levantamento lito-estrutural e pedológico, de forma articulada às subdivisões morfológicas obtidas em gabinete, numa condição de montagem de um universo amostral estruturado nos raciocínios acima considerados e que darão maior suporte à generalização cartográfica. Uma vez que os dados de campo e de laboratório não correspondam às correlações teóricas aqui apontadas ‘*a priori*’, haverá uma necessária reorganização do universo amostral para este trabalho de campo e sub-

seqüentes coletas e análises, explorando-se visitas a construções, sondagens e escavações em curso.

Produzida a carta da morfologia original, o próximo passo é o da produção da cartografia antropogênica, que poderá implicar em diferentes pranchas para diferentes fases de intervenção de interesse.

Passo 3: Cartografia da morfologia antropogênica

Primeiramente, devem ser estabelecidas as fases de interesse para reconstrução de cenários de morfologia antropogênica e isso se viabiliza a partir do reconhecimento ou na procura de datas ou intervalos temporais nos quais se deram as maiores derivações ou maiores graus de perturbação geomorfológica da modalidade de intervenção em estudo. Isso exige a pesquisa histórica anteriormente mencionada, acompanhada da própria análise geomorfológica dessas fontes de informações históricas. Em geral, busca-se analisar documentos que versam sobre uso e apropriação da terra, atividades agrárias e formas de manejo, mineração, sistema viário, obras hidráulicas e outras obras de construção civil, além de modalidades mais diversas, como as da urbanização. Exige análise geomorfológica de diversas fontes de informação, mas, principalmente, de documentos e imagens a respeito do uso e apropriação da terra, que serão objeto de interpretações da natureza física das modificações nele implicadas.

Para esta definição de fases de perturbação, o mínimo recomendado é o do estabelecimento de 3 delas, representativas dos seguintes cenários: morfologia original (MO), perturbação ativa (que pode ser desdobrada em MA 1, 2, 3 ou mais) e a fase de consolidação morfológica e manutenção (MC) (NIR 1983, DOUGLAS 1983, TOY & HADLEY 1987, dentre outros).

Trata-se de uma referência geral de subdivisão que não significa a obrigatoriedade do estabelecimento de intervalos temporais homogêneos, pois, cada modalidade de intervenção irá impor o reconhecimento de sua dinâmica própria. Por exemplo, se há necessidade de se compreender fases específicas de grandes obras de engenharia, como no caso de grandes obras hidráulicas, isso significa que tenhamos que reconstituir cenários de fases de criação de empréstimos, bota-foras, desvios de percurso fluvial, enrocamento, enchimento de reservatórios, fases operacionais, dentre outras relevantes do ponto de vista de criação direta e indireta de novas morfologias e de novas características mecânicas e químicas dos materiais remobilizados nestas novas superfícies. Algumas referências de estudos que

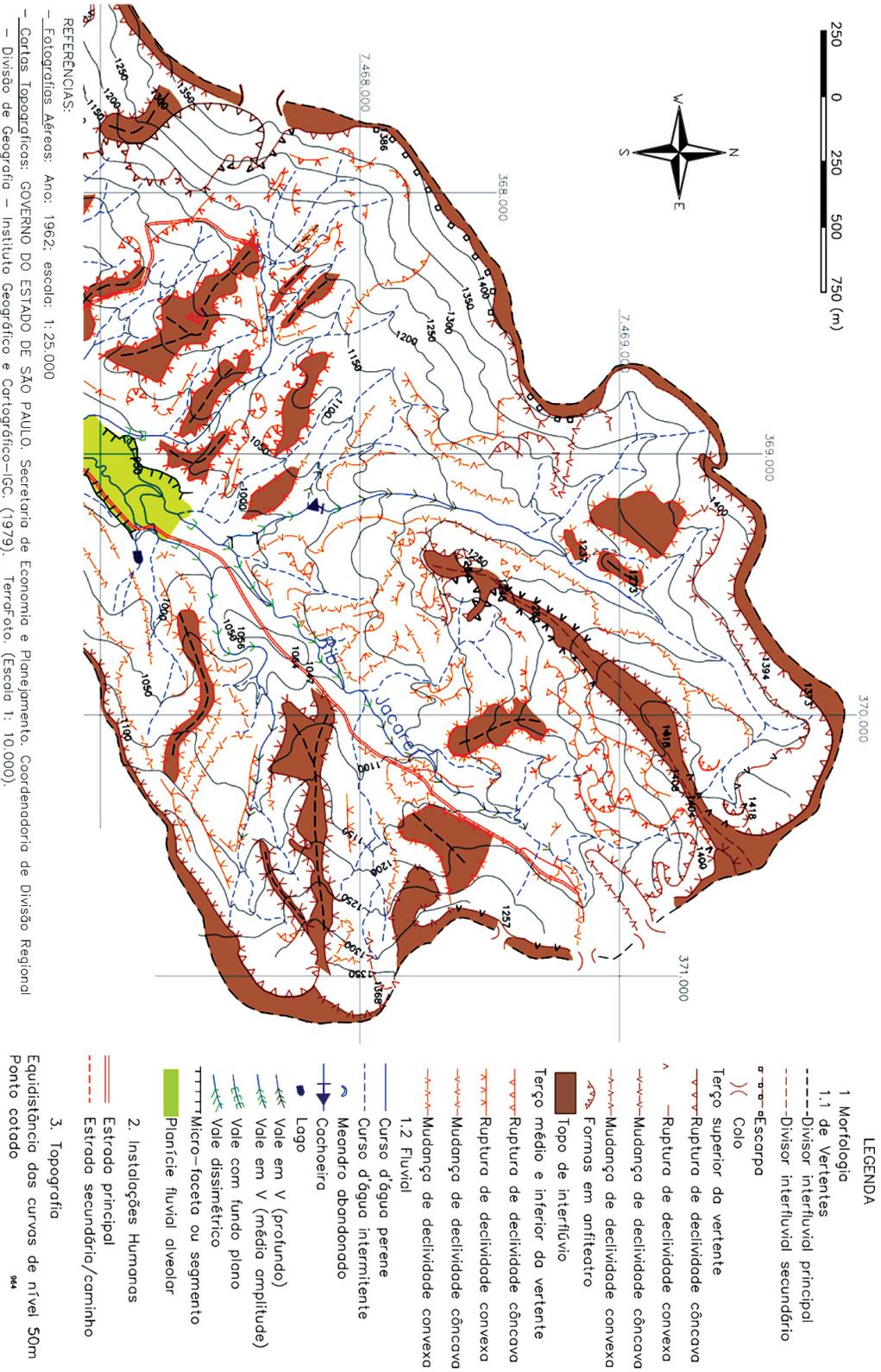


FIGURA 4 – Exemplo da utilização de setorização de vertente em cartografia geomorfológica. Fonte: SOARES (2008).

FIGURE 4 – Example of the use of slope sectorization in geomorphological cartography. Source: SOARES (2008).

acompanham este raciocínio podem ser encontradas em: HOOKE & KAIN (1982), NIR (1983), LIMA (1990), GOUDIE & VILES (2016), LUPINACCI (2017), PELOGGIA (2019), dentre outros. Essas fases podem ser ainda mais subdivididas, a partir do interesse e da leitura focalizada em cada estudo. Por exemplo, em nosso caso, ao nos debruçarmos nas mudanças antropogênicas de sistemas e subsistemas da bacia hidrográfica do Alto Tietê (BAT) ao longo de intervalos seculares, nos obrigou a considerar, em primeiro lugar, as grandes rupturas geomorfológicas dessas modificações, como as minerações de areia, as intervenções hidráulicas do Sistema Billings na década de 1930, as fases de expansão e de verticalização urbanas, fases de pré e de pós intervenção de obras de retificação, alargamento e de aprofundamento de canais fluviais, dentre outras (LIMA 1990; CARMO 1998; BATISTA 2002; CARVALHO 2002; MOROZ-CACCIA GOUVEIA 2010; LUZ 2010, 2015; BERGES 2013; VENEZIANI 2014; SIMAS 2017, 2023).

No processo de definição destas fases, impõem-se algumas necessidades e limitações. Quanto a estas últimas, por vezes nos impõem a condição de ausência de documentação histórica que respeite a definição teórica e apriorística das fases relevantes na perspectiva de mudanças geomorfológicas, o que nos obriga a considerar outras fases e momentos históricos, mas isto não significa que a perspectiva evolutiva esteja inviabilizada.

Além do estabelecimento das fases, é importante considerar que a seleção de conteúdos da morfologia antropogênica deve ser orientada pelas intervenções antrópicas diretas, num primeiro momento, e pelas indiretas, num segundo momento, ou seja, considerando os efeitos geomorfológicos esperados por estas intervenções diretas, principalmente em relação à processos hidrológicos e sedimentológicos (BROWN 1970; NIR 1983; RODRIGUES 1997, 1999, 2004; SZABÓ 2010; GOUDIE & VILES 2016). Nesse sentido é que são definidos os atributos morfológicos, de materiais e de processos, de interesse para o mapeamento antropogênico e para a avaliação quantitativa. Desta forma, recomenda-se a manutenção de uma organização de legenda com os mesmos atributos descritores destes três planos, e, ao mesmo tempo, articulando-os aos sistemas geomorfológicos originais, acrescentando outros atributos descritores de formas, materiais (de cobertura e antropogênicos) e processos de origem antrópica ou mista. Estas considerações quanto à organização matricial do quadro-legenda são relevantes para o posterior processo de avaliação do grau de mudan-

ça (derivação, perturbação ou antropização), viabilizando-se a comparação e a utilização de métricas para essa que é uma das principais leituras viabilizadas pelos mapeamentos (Figura 5).

Em relação aos conteúdos de legendas que devem ser considerados na perspectiva de sistemas hidrogeomorfológicos (bacias hidrográficas, subsistemas de vertentes, subsistemas planície fluvial e de canais fluviais) para o mapeamento da morfologia antropogênica em todas as fases de perturbação mencionadas, o princípio básico da seleção de conteúdos e atributos é o da possibilidade teórica ou comprovada por monitoramentos e experimentação, que determinados padrões de uso, manejo, apropriação e modificação direta do meio físico podem desencadear em termos de mudanças em balanços, regimes, taxas, magnitude, frequência e intensidade de processos hidromorfológicos. Essa é a base da orientação para a seleção dos atributos das formas, materiais e processos a serem mapeados. Assim, para o conjunto da morfologia antropogênica em mapeamentos de detalhe, até as intervenções diretas de expressão métrica deverão ser consideradas, o que significa levantar a existência de pontes, fundações, túneis, tubulações, drenagem urbana, cortes, impermeabilizações, condutos, terraplanagem, aterros, edificações, lixões, áreas mineradas, rejeitos, verticalização, jardins urbanos, dentre conteúdos similares, quando se consideram as paisagens urbanizadas (Figuras 6 e 7).

Não se tratam, portanto, de novos conteúdos de mapeamento, mas novas formas de correlação do conjunto deles em articulação à espacialidade dos sistemas geomorfológicos, o que deve ser compreendido como uma sistemática inovadora e fundamental em seu conjunto e que permite interpretar novas tendências espaciais em termos de características morfológicas de materiais superficiais e de processos, viabilizando leituras comparativas e avaliações diversas.

A partir destes elementos descritores (ruas, cortes, aterros, etc. e de suas características morfológicas e atributos como volumes, ângulos, profundidades, rupturas, etc.) e de suas características de distribuição espacial, tal como densidade, rugosidade, padrão, dentre outros, é que são definidos os padrões de morfologia antropogênica a serem cartografados. São dois níveis de conteúdos: alguns mais elementares e outros mais integradores e de síntese (padrões). Estes últimos são identificáveis por meio dos elementos descritores para se chegar a padrões discerníveis de apropriação do meio físico.

		MO-Morfologia Original			MA-Morfologia Antropogênica				
					MA-1	MA-2	MA-3	Morfologia Complexa	
		Sistemas Hidrogeomorfológicos			Descritores FMP	Descritores FMP	Descritores FMP	Sequência de Padrões	
					Padrões	Padrões	Padrões		
Bacia Hidrográfica	Planícies Fluviais	Canal Fluvial	F	M	P	Fonte: Rodrigues (2024)			
		Planície de Inundação							
		Terraço Fluvial							
	Vertentes	Setores e Sub-elementos	Topos						
			Mudanças e Rupturas						
	Outros								

FIGURA 5 – Estrutura geral da legenda para a cartografia retrospectiva, com destaque para a morfologia antropogênica. Org.: Rodrigues, C. (2024).

FIGURE 5 – General legend structure for retrospective cartography, highlighting anthropogenic morphology. Org.: Rodrigues, C. (2024).

A respeito destes padrões morfológicos de intervenções e de apropriações, é preciso considerar que algumas formas de identificação de gabinete, podem se beneficiar do uso de fotografias aéreas, imagens de satélite, imagens do Google Earth, dentre outras possibilidades, em que o uso da terra e materiais / vegetação de cobertura podem ser identificados e reinterpretados para a leitura geomorfológica. Nesta mesma linha, estes padrões podem ser preliminarmente reconhecidos por meio de cartas de uso da terra e de cobertura vegetal, produtos nem sempre disponíveis, e que muitas vezes impõe a necessidade de produzi-los, já com os conteúdos e atributos de interesse da leitura geomorfológica (LIMA 1990; RODRIGUES 2004, 2005, 2008, 2010). Isso quer dizer que, nas cartas de uso da terra e de cobertura vegetal, as informações normalmente mapeadas

são úteis, mas devem ser ressignificadas para a leitura da antropogeomorfologia. Por exemplo, o que se considera uso residencial urbano (uso da terra funcional) pode apresentar a necessidade de se discriminar fisicamente esse conteúdo genérico, em termos de descritores como: padrões de arruamento, adensamento de edificações, tamanho de lote, existência de cortes e aterros, volumes remobilizados, taxas de impermeabilização, dentre outros elementos morfológicos descritores (LIMA 1990, CARMO 1998) (APÊNDICE 1 – Mapa da morfologia antropogênica e semi-preservada 1972/1973 - Bacia do Ribeirão Guavirutuba-SP).

Do ponto de vista da representação gráfica, idealmente, as cores são reservadas aos conteúdos da morfologia complexa, tendendo a respeitar as cores em tons de vermelho e de violeta para a morfologia

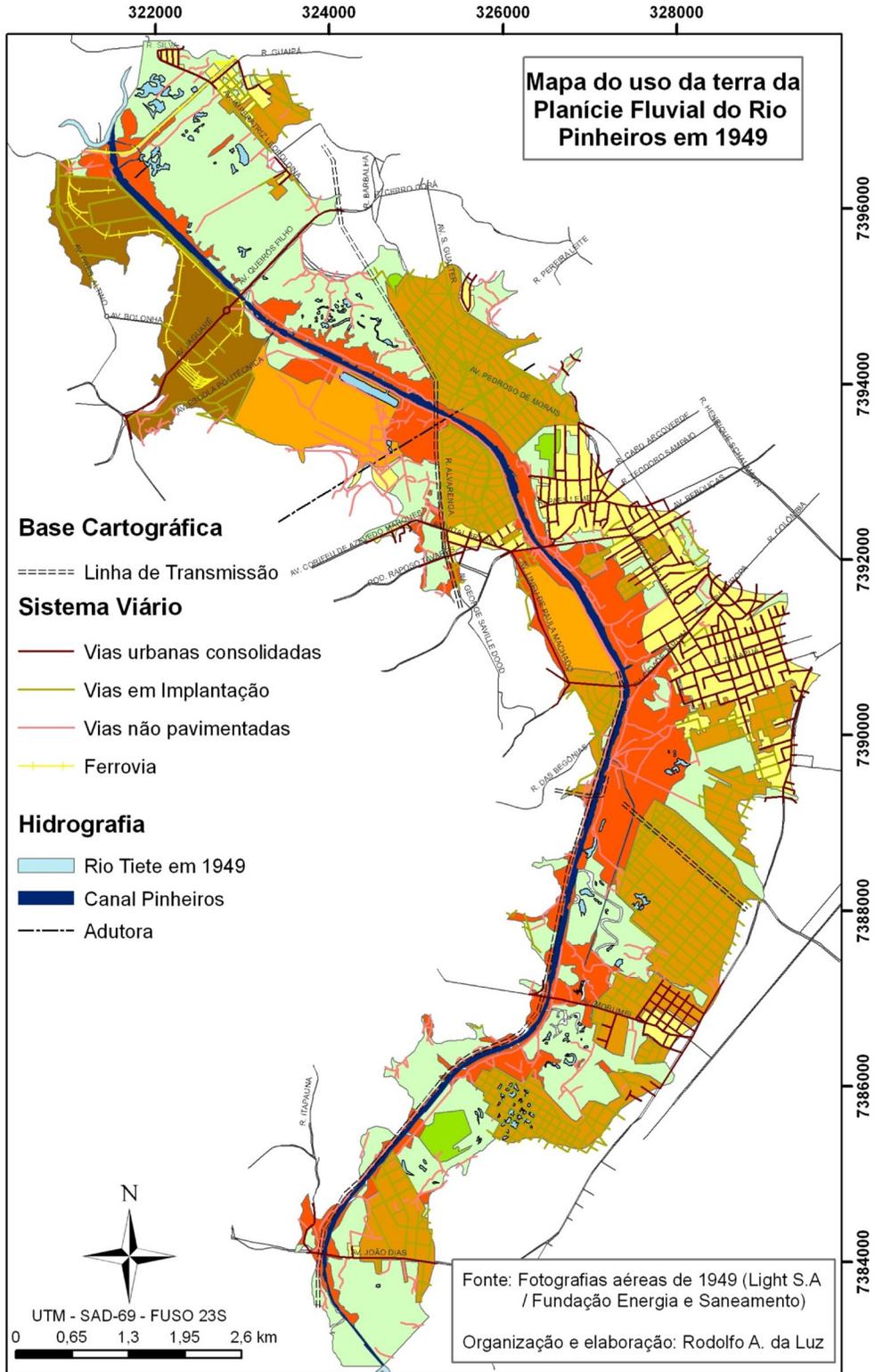


FIGURA 6 – Mapa de uso da terra da planície fluvial do rio Pinheiros em 1949, utilizado como base para cartografia da morfologia antropogênica. Fonte: LUZ (2014).

FIGURE 6 – Land use map of the Pinheiros River plain in 1949, used as the basis for mapping anthropogenic morphology. Source: LUZ (2014).

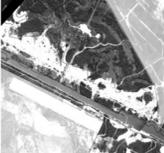
Categoria de uso	Exemplo (Fotografia aérea de 1949)	Características da ocupação	Hidromorfologia	Grau de perturbação
Terrenos não perturbados 		Áreas remanescentes ou com uso agrícola. Superfície com vegetação original e secundária ou com plantio.	Infiltração viabilizada pela permeabilidade da cobertura da superfície do terreno e presença de vegetação. Perda de solo por erosão restrita aos locais com intervenções agrícolas.	Inexistente ou Muito Baixo
Agricultura 				
Residencial térreo consolidado 		Lotes e arruamentos bem definidos, alta densidade de edificações térreas com vegetação esparsa com remanejamento de material superficial.	Tendência ao escoamento superficial concentrado. Remoção dos horizontes superficiais do solo (inferiores a 1 metro), cortes e aterros localizados.	Médio
Estradas e ferrovias 		Aterros e cortes de estradas e ferrovia.	Tendência ao escoamento superficial concentrado, principalmente nas descontinuidades lineares. Aterramentos elevados e cortes profundos (superiores a 1 metro).	Alto
Equipamento urbano em implantação 		Lotes e arruamentos em implantação para diferentes usos. Baixa densidade de edificações, vegetação original removida, superfície com gramíneas e solo exposto com remanejamento de material superficial.	Remoção dos horizontes superficiais do solo (inferiores a 1 metro) e exposição do solo aos processos erosivos. Cortes e aterros com remobilização de material. Tendência ao escoamento superficial difuso e concentrado em descontinuidades lineares com significativa mobilização de material superficial. Infiltração favorecida nas áreas ainda não edificadas e sem arruamento.	
Residencial em implantação 				
Industrial em implantação 				
Movimentos de terra e obras de retificação do canal 		Solo remobilizado por obras estruturais como a retificação do canal sem vegetação	Remoção dos horizontes superficiais do solo (superiores a 1 metro) e aterramentos elevados com exposição do solo aos processos erosivos. Tendência ao escoamento superficial difuso e concentrado com grande mobilização de material superficial.	Muito alto

FIGURA 7 – Legenda do mapa de uso da terra da planície fluvial do rio Pinheiros em 1949, utilizado como base para cartografia da morfologia antropogênica. Fonte: LUZ (2014).

FIGURE 7 – Legend of the land use map of the Pinheiros river plain in 1949, used as the basis for mapping anthropogenic morphology. Source: LUZ (2014).

antropogênica, sejam elementos descritores ou padrões, inspirados que fomos pela experiência de André Journaux em sua cartografia do meio ambiente e sua dinâmica na Baixada Santista (CETESB 1985).

São exemplos de estudos que seguiram estes procedimentos metodológicos: CARVALHO (2002), ALAMEDDINE (2005), MOROZ-CACCIA

GOUVEIA (2010), dentre outros. No caso do mapa de níveis de perturbação morfológica da APA Várzea do rio Tietê (Figura 8) (FUNDAÇÃO FLORESTAL 2011), a concepção metodológica está integralmente inserida nesta metodologia, apesar das sobreposições terem sido dificultadas pelo uso das cores na morfologia original. O exemplo é de um mapa deri-

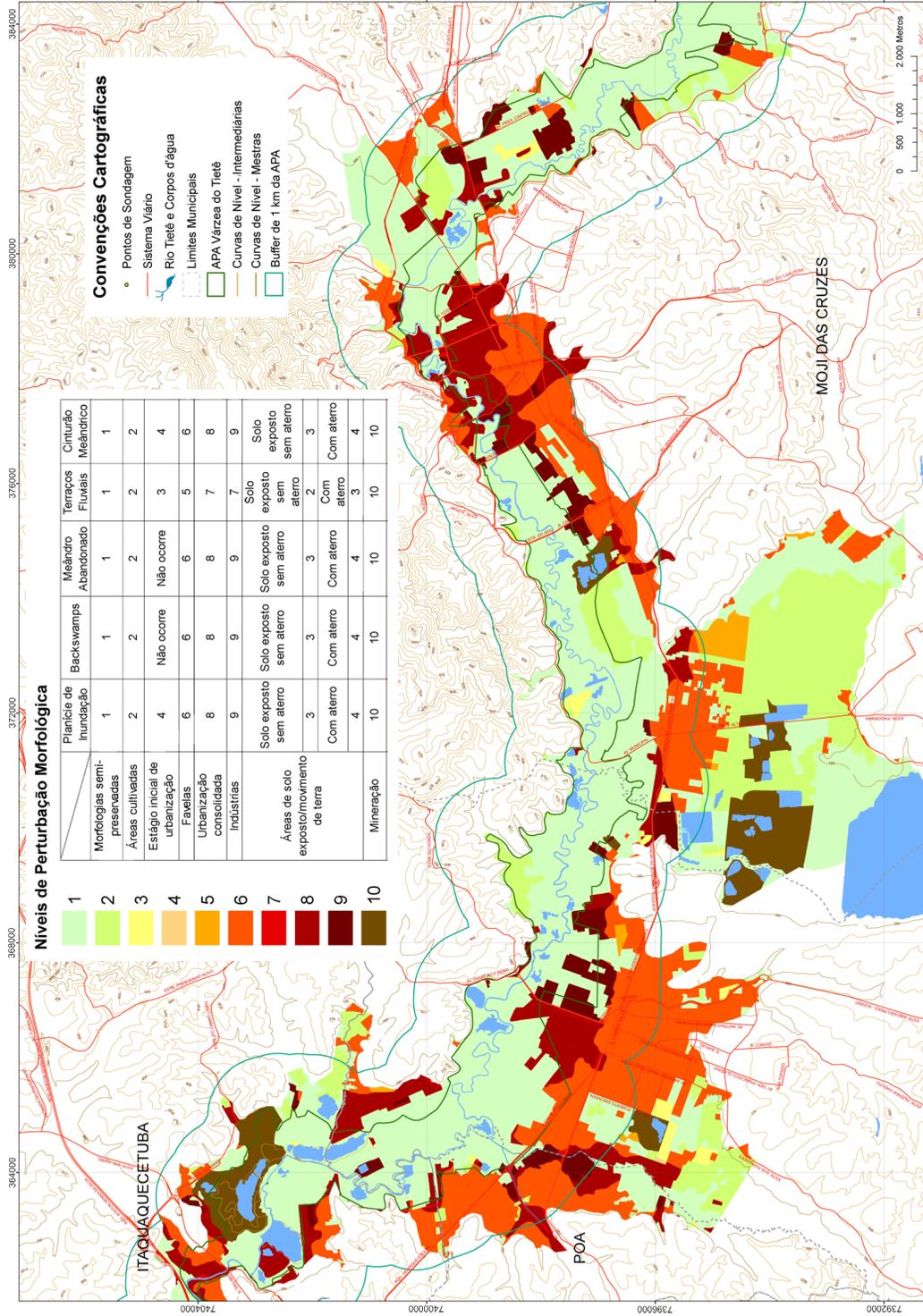


FIGURA 8 – Mapa de níveis de perturbação morfológica em trecho da APA Várzea do rio Tietê. Fonte: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

FIGURE 8 – Map of morphological disturbance levels in a stretch of the APA Várzea do Rio Tietê. Source: FUNDAÇÃO FLORESTAL (2011).

vado da metodologia, pois já é de leitura do significado da morfologia antropogênica, classificada de acordo com o grau de intervenção ou de perturbação antrópica nos sistemas geomorfológicos, um subproduto, portanto. Neste caso, a cartografia da morfologia antropogênica viabilizou a separação de unidades de maior e menor integridade geomorfológica, a fim de orientar ações de requalificação urbana e de recuperação e conservação ambiental.

Passo 4: identificação e mapeamento das unidades de morfologia complexa

A partir do reconhecimento e do mapeamento das sequências de sobreposições destes padrões de morfologia antropogênica, estas sequências são correlacionadas espacial e cartograficamente à morfologia original. Assim, uma última etapa é viabilizada: a da discriminação de unidades morfológicas de maior complexidade, a da morfologia complexa (MC), que reúne todo o histórico de uma evolução geomorfológica natural derivada em sequências de intervenções antropogênicas. A relevância de identificação desta unidades complexas foi discutida em RODRIGUES (2010), em que demonstra a utilidade em se discriminar estas unidades espaciais e como podem ser utilizadas em diversas leituras, sejam elas críticas (graus de antropização, irreversibilidade, apropriação desigual, etc.) ou para a elaboração de instrumentos de ordenamento territorial e ambiental e gestão de riscos. O exemplo mais completo deste tipo de mapeamento foi o realizado por MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010), no qual foi desenvolvido, para a bacia do Rio Tamandateí, a leitura cartográfica completa da metodologia aqui descrita e sua produção cartográfica, o que merece uma descrição à parte (APÊNDICE 2).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O espectro de aplicações possíveis dos mapeamentos gerados por estas discriminações de conteúdos e da própria evolução dos cenários geográficos reconhecidos, é bastante amplo. Neste sentido, as leituras de grau de perturbação antrópica, ou de antropização, são fortemente beneficiadas, independentemente dos critérios de ponderação destes conteúdos. Grande parte dos geoindicadores, que são métricas para avaliação destas mudanças, podem ser gerados a partir desta cartografia, indicando para cada sistema hidrogeomorfológico, seus graus de derivação, comparativamente ao equilíbrio dinâmico próprio e esperado de cada um deles.

A partir destas leituras, outras avaliações também se beneficiam, como por exemplo, as avaliações de grau de supressão de compartimentos geomorfológicos, graus de resiliência, potencial de recuperação e restauração desses sistemas físicos, potencial das unidades como suporte ecológico, avaliações de reversibilidade e de limiares, avaliação de conectividade, avaliação de serviços ambientais potenciais ou perdidos, além de avaliações de riscos, discriminando-se a suscetibilidade espacial a processos. Como exemplos destes últimos, os estudos realizados permitiram obter geoindicadores que, de forma geral, e em relação ao processo de urbanização de São Paulo, identificaram taxas de mudanças morfológicas significativamente superiores ao estado de equilíbrio dinâmico dos sistemas estudados, com valores acima da escala métrica em intervalos temporais decadais e de centenas de metros em intervalos centenários. Esta nova morfologia, criada pela agência humana e seus agentes sociais, pode ser interpretada pela cartografia retrospectiva e evolutiva, como evento formativo e de longa duração. Noutra leitura, avaliou-se, por meio da cartografia, que houve uma perda de aproximadamente 80% das planícies fluviais na bacia hidrográfica do Alto Tietê, e, como consequência, perda de suas funcionalidades hidrosedimentológicas, como as de amortecimento de vazões de pico, atenuação de velocidade de fluxos e de estocagem de sedimentos, ao longo do processo centenário de urbanização. As leituras viabilizadas por este tipo de cartografia permite chegar a auxiliar na identificação de responsabilidades históricas de agentes sociais na produção de cenários de riscos, setores econômicos priorizados na apropriação espacial, ou até mesmo na realização de perícias ambientais.

Por último, é preciso destacar o pioneirismo de diversos estudos aqui citados, que, ao longo de mais de 30 anos, ajudaram a desenvolver diversos aspectos desta metodologia abrangente e desafiadora, em especial, auxiliaram na definição dos melhores procedimentos cartográficos a ela relacionados. Desta forma, agradeço ao conjunto numeroso de orientandos que souberam abraçar a proposta desde seus primórdios, época em que nem mesmo havia um repertório comum consolidado.

5 AGRADECIMENTOS

Aos pareceristas da Revista Derbyana pelas sugestões apresentadas que enriqueceram o manuscrito.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAMEDDINE, N. 2005. *Proposta de mapeamento de unidades morfológicas complexas na bacia hidrográfica do Ribeirão Pirajuçara*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia.
- ALMEIDA, I.S. 2014. *Identificação de interferências antrópicas em bacias hidrográficas com base em levantamentos cartográficos: o caso do rio Verde no município de São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia.
- ALVES, N.S. 2013. *Mapeamento hidromorfo dinâmico do Complexo Fluvial de Anavilhanas: contribuição aos estudos de Geomorfologia Fluvial de rios Amazônicos*. 2013. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 214 p. <https://doi.org/10.11606/T.8.2013.tde-02082013-130114>
- ANDERSON, P.S. (Ed.). 1882. *Fundamentos para fotointerpretação*. Sociedade Brasileira de Cartografia, Rio de Janeiro.
- BATISTA, S.C. 2002. *Conversa cartográfica: processo de expansão urbana na metrópole paulistana e unidades geomorfológicas de média escala*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia, 202 p.
- BERGES, B. 2013. *Geomorfologia Urbana Histórica aplicada à análise das inundações na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca – São Paulo/SP*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 179 p. <https://doi.org/10.11606/D.8.2013.tde-17122013-125259>
- BERTRAND, G. 1972. *Paisagem e geografia física global: esboço metodológico*. Instituto de Geografia-USP (Cadernos de Ciências da Terra, 13), São Paulo, 27 p.
- BOULET, R. 1978. *Toposéquences de sols tropicaux en Haute Volta: équilibres et déséquilibres pédobioclimatiques*. ORSTOM, 272 p.
- BROWN, E.H. 1970. Man shapes the Earth. *The Geographical Journal*. 139(1): 74–85. <https://doi.org/10.2307/1795683>.
- BRUNSDEN, D. 1996. Geomorphological events and landform change. *Zeitschrift für Geomorphologie*. 40(3): 273–288. <https://doi.org/10.1127/zfg/40/1996/273>
- CARMO, W.R. 1998. *A técnica de levantamento de perfis para dimensionamento da intervenção antrópica: uma experimentação no Bairro do Jusa/Guarapiranga, SP*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia, 98 p.
- CARVALHO, D.L.R. 2002. *Ensaio de cartografia geomorfológica de detalhe sob a abordagem da antropogeomorfologia. Bairro Jardim Serrano (Ribeirão Pires – RMSP)*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia. 120 p.
- CARVALHO, D.L.R. 2006. *Indicadores geomorfológicos de mudanças ambientais no sistema fluvial do Alto Tietê, município de São Paulo: pesquisa documental*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 232 p.
- CASTRO, S.S.; FERREIRA, R.P.D.; QUEIROZ NETO, J.P.; RUELLAN, A. 2018. Morfogênese e pedogênese em São Pedro (SP). *Boletim Paulista de Geografia*, 100: 130–155. <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/1503>
- CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. 1985. *Carta do meio ambiente e de sua dinâmica - Baixada Santista*. CETESB/SMA, 1 v. e mapas (Memorial Descritivo - Metodologia do Prof. André Journaux).
- CHORLEY, R.J. 1962. Geomorphology and general systems theory. *Geology Survey*

- Professional Paper*, 500B: 47–67. <https://doi.org/10.3133/pp500B>
- CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. 1971. *Physical Geography: a systems approach*. Prentice Hall International, Londres, 370 p.
- COLANGELO, A.C. 1996. O modelo de feições mínimas, ou das unidades elementares de relevo: um suporte cartográfico para mapeamentos geológicos. *Revista do Departamento de Geografia*. 10: 29–40. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0003>
- COLTRINARI, L. 1974. *Contribuição à geomorfologia da região de Guaratinguetá-Aparecida*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 206 p.
- COSTA, H.B. 2011. *Hidrogeomorfologia e Sistemas de Informação Geográfica. Integrados a um Modelo Hidrológico na bacia do Córrego Poá, Taboão da Serra-SP*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 137 p.
- COUTARD, J.P.; JOURNAUX, A.; MELFI, C.C.M.; OZOUF, J.C.; QUEIROZ NETO, J.P.; WATANABE, A.S. 2020. Carta geomorfológica do vale do rio do Peixe em Marília, SP – 1: 100.000. *Revista do Instituto Geológico*, 41(1): 29–33. <https://doi.org/10.33958/revig.v41i1.690>
- DEMEK, J. (ed). 1972. *Manual of Detailed Geomorphological Mapping*. IGU Commission on Geomorphological Survey and Mapping, Praga, 344 p.
- DIETRICH, W.E.; WILSON, C.J.; RENEAU, S.L. 1986. Hollows, colluvium, and landslides in soil-mantled landscapes. In: A.D. Abrahams (Ed.) *Hillslope Processes*. London, Routledge, 1st ed., p. 361–388.
- DOUGLAS, I. 1983. *The Urban Environment*. Edward Arnold, Baltimore, 240 p.
- DOUGLAS, I.; LAWSON, N. 1997. An earth science approach to material flows generated by urbanisation and mining. In: S. Bringezu, M. Fischer-Kowalski, R. Kleijn, V. Palm (Eds.). *Regional and national material flow accounting: From paradigm to practice of sustainability*. Wuppertal: Wuppertal Institute for Climate, Environment, and Energy, 339 p. (Wuppertal Special, 4)
- DYLIK, J. 1968. The Significance of the Slope in Geomorphology. *Bulletin de la Societé des Sciences et des Lettres de Lodz*, 19(13): 1–17.
- FELS, E. 1965. Nochmals: Anthropogene Geomorphologie. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 109: 9–15.
- FRASER, N. 2022. *Cannibal Capitalism: how our system is devouring democracy, care, and the planet and what we can do About It*. Verso Books, 208 p.
- FUNDAÇÃO FLORESTAL. 2011. *Plano de manejo da APA Várzea do Rio Tietê*. Fundação Florestal, Secretaria do Meio Ambiente (Em fase de aprovação). Disponível em <https://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/em-aprovacao/apa-varzea-do-rio-tiete/>. Acessado em 01 nov. 2024.
- FURIAN, S.; BARBIÉRO, L.; BOULET, R. 1999. Organization of the soil mantle in tropical Southeastern Brazil (Serra do Mar) in relation to landslides processes. *Catena*, 38(1): 65-83. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00015-6](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00015-6)
- GOLOMB, B.; EDER, H.M. 1964. Landforms made by man. *Landscape*, 13: 4–7.
- GOUDIE, A.S. 1986. *The Human Impact on the Natural Environment: Past, Present, and future*. West Sussex, Wiley-Blackwell, 410 p.
- GOUDIE, A.S.; VILES, H.A. 1997. *The Earth transformed: An Introduction to Human Impacts on the Environment*. Chichester, Wiley-Blackwell, 288 p.
- GOUDIE, A.S.; VILES, H.A. 2016 *Geomorphology in the Anthropocene*. Cambridge University Press, Cambridge, 324 p. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316498910>
- GREGORY, K.J. 2004. Human activity transforming and designing river landscapes: a review perspective. *Geographica Polonica*, 77(2): 5–20.

- GREGORY, K.J. 2007. The human role in changing river channels. *Geomorphology*, 79(3-4): 172–191. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018>
- GRIFFITHS, J.S.; SMITH, M.J.; PARON, P. 2011. Introduction to applied geomorphological mapping. In: *Geomorphological mapping: methods and applications*. Elsevier, Oxford, p. 3–12.
- GURNELL, A.M.; PEIRY, J.L.; PETTS, G.E. 2003. Using Historical Data in Fluvial Geomorphology. In: G.M. Kondolf & H. Piégay. *Tools in Fluvial Geomorphology*. West Sussex, Wiley, p. 77–101. <https://doi.org/10.1002/0470868333.ch4>
- HACK, J.T. 1960 Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American Journal of Science*, 258: 80–97.
- HART, M.G. 1986. *Geomorphology pure and applied*. George Allen & Unwin, Londres, 246 p. <https://doi.org/10.4324/9780429263255>
- HOOKE, J.M.; KAIN, R.J.P. 1982. *Historical change in the physical environment: a guide to sources and techniques*. Londres, Butterworth Scientific, 236 p.
- LIMA, C.R. 1990. *Urbanização e intervenções no meio físico na borda da bacia sedimentar de São Paulo, uma abordagem geomorfológica*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 103 p.
- LUZ, R.A. 2010. *Geomorfologia da planície fluvial do rio Pinheiros entre os bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, São Paulo (SP)*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 104 p. <https://doi.org/10.11606/D.8.2010.tde-03112010-093445>
- LUZ, R.A. 2015. *Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 245 p. <https://doi.org/10.11606/T.8.2014.tde-29062015-152030>
- LUZ, R.A.; RODRIGUES, C. 2013. Reconstituição geomorfológica de planícies fluviais urbanizadas: o caso do rio Pinheiros, São Paulo-SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 14(1): 47–57. <https://doi.org/10.20502/rbg.v14i1.354>
- MATEO RODRIGUEZ, J.S.; SILVA, E.V. 2019. Teoria dos Geossistemas: o legado de V.B. Sochava. In: J.M.M. Rodriguez, E.V. Silva (ed.) *Volume 1: Fundamentos teórico-metodológicos*. Fortaleza, Edições UFC, 176 p.
- MARQUES, L. 2018. *Capitalismo e Colapso Ambiental*. Campinas, Editora Unicamp, 736 p.
- MARSH, G.P. 1864. *Man and Nature; or, Physical Geography as Modified by Human Action*. Londres, Sampson Low, Son and Marston, 560 p.
- MONTEIRO, C.A.F. 1981. *A questão ambiental no Brasil (1960 – 1980)*. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 133 p. (Série Teses e Monografias, 42).
- MONTEIRO, C.A.F. 2000. *Geossistemas: a história de uma procura*. Editora Contexto, São Paulo, 127 p.
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I.C. 2010. *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*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, São Paulo. 366 p. <https://doi.org/10.11606/T.8.2010.tde-31012011-123012>
- MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I.C.; RODRIGUES, C. 2017. Mudanças morfológicas e efeitos hidrodinâmicos do processo de urbanização na bacia hidrográfica do rio Tamanduateí – Região Metropolitana de São Paulo. 2017. *GEOUSP*, 21(1): 257–283. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.105342>
- NIR, D. 1983. *Man, a geomorphological agent: a introduction to Anthropogenic Geomorphology*. Keter Publishing House, Jerusalém, 165 p.

- PELOGGIA, A.U.G. 2019. Conceitos fundamentais da análise de terrenos antropogênicos: o estudo da agência geológico-geomorfológica humana e de seus registros. *Revista do Instituto Geológico*, 40(1): 1–17. <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.626>
- PITTY, A.F. 1966. Some problems in the location and delimitation of slope profiles. *Zeitschrift für Géomorphologie*, 10: 454–461.
- QUEIROZ NETO, J.P. 2000. Geomorfologia e Pedologia. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 1(1): 59–67. <https://doi.org/10.20502/rbg.v1i1.70>
- RODRIGUES, C. 1997. *Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 279 p.
- RODRIGUES, C. 1999. On antropogeomorphology. In: International Association of Geomorphologists, REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY, Rio de Janeiro, *Anais*.
- RODRIGUES, C. 2001. Documentos geográficos: arquivos de fotos aéreas como opção de pesquisa. *Memória Energia*, 28: 26–41.
- RODRIGUES, C. 2004. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: A.F.A. Carlos & A.U.D. Oliveira (Orgs.) *Geografias de São Paulo: representação e crise da metrópole*. São Paulo, Contexto, p. 89–114.
- RODRIGUES, C. 2005. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. *Revista do Departamento de Geografia*. 17: 101–111. <https://doi.org/10.7154/RDG.2005.0017.0008>
- RODRIGUES, C. 2010. Avaliação do impacto humano da urbanização em sistemas hidro-geomorfológicos. Desenvolvimento e aplicação de metodologia na grande São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, 20: 111–125. <https://doi.org/10.7154/RDG.2010.0020.0008>
- RODRIGUES, C. 2015. Atributos ambientais no ordenamento territorial urbano: o exemplo das planícies fluviais na Metrópole de São Paulo. *Revista GEOUSP*, 19(2): 324–347. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2015.102805>
- RODRIGUES, C. 2024. *Geomorfologia Antropogênica e seu desenvolvimento em estudos do processo centenário da urbanização de São Paulo, município e metrópole*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Tese de Livre Docência. (No prelo, inédito).
- RODRIGUES, C.; GOUVEIA, I.C.M.C.; LUZ, R.A.; VENEZIANI, Y.; SIMAS, I.T.H.; SILVA, J.P. 2019. Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo. *Revista do Instituto Geológico*, 40(1): 105–123. <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.631>
- RODRIGUES, B.S. 2021. *Mudanças Antropogênicas em Planícies Fluviais Urbanizadas: o caso da Planície do rio Baquirivu-Guaçu (RMSP)*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia, 113 p.
- ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. 2011. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, 10: 41–58. <https://doi.org/10.7154/RDG.1996.0010.0004>
- SAVIGEAR, R.A.G. 1965. A technique of morphological mapping. *Annals of the Association of American Geographers*, 55(3): 514–538. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1965.tb00532.x>
- SHERLOCK, R.L. 1922. *Man as a geological agent: an account of his action on inanimate nature*. High Holborn, Londres, 372 p.
- SILVA, R.P. 2004. *Mudanças no uso da terra e no coeficiente de manutenção numa bacia do Alto Tietê*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São

- Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia.
- SIMAS, I.T.H. 2017. *Análise retrospectiva de episódios de inundações na Bacia Hidrográfica de Rio Aricanduva - São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 168 p. <https://doi.org/10.11606/D.8.2017.tde-21072017-162915>
- SIMAS, I.T.H. 2023. *Análise forense de episódios de inundação em bacia hidrográfica urbanizada de São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 151 p. <https://doi.org/10.11606/T.8.2023.tde-01082023-182909>
- SOARES, F.P. 2008. *Cartografia morfológica de detalhe e intervenções antrópicas no Alto Jacaré: subsídios à avaliação da degradação ambiental do Sistema Cantareira*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 112 p. <https://doi.org/10.11606/D.8.2008.tde-16012009-125423>
- SOTCHAVA, V.B. 1977. *O estudo de geossistemas*. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 51 p. (Métodos em Questão, 16).
- SOTCHAVA, V.B. 1978. *Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre*. Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 23 p. (Biogeografia, 14).
- STEFFEN, W.; CRUTZEN P.; McNEILL, J.R. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *Journal of the Human Environment*, 36(8): 614–621. [http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)
- SZABÓ, J. 2010. Anthropogenic Geomorphology: Subject and System. In: J.SZABÓ; L.DÁVID; D.LÓCZY. *Anthropogenic Geomorphology: A guide to man-made landforms*. Londres, New York, Springer Dordrecht Heidelberg, p. 3–10. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3058-0_1
- THOMAS, W.L. 1956. *Man's role in changing the face of the Earth*. University of Chicago Press, Chicago, 1236 p.
- TRICART, J. 1965. *Principes et méthodes de la géomorphologie*. Masson Et Cie Editeurs, Paris, 496 p.
- TRICART, J. 1977. *Ecodinâmica*. IBGE, Rio de Janeiro, 91 p.
- TRIMBLE, S.W. 2008. The use of historical data and artifacts in geomorphology. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 32(1): 3–29. <http://dx.doi.org/10.1177/0309133308089495>.
- TOY, T.J.; HADLEY, R.F. 1987. *Geomorphology and reclamation of disturbed lands*. Academic Press, New York, 480 p.
- TURCARELLI, T. 2016. *Antropogeomorfologia de Piratininga: abordagem espaço-temporal das ações antrópicas na planície do Rio Tamanduateí: As Sete Voltas - Várzea do Carmo - Parque Dom Pedro II*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Trabalho de Graduação Individual em Geografia. 117 p.
- VENEZIANI, Y. 2014. *A abordagem da geomorfologia antropogênica e de modelagens hidrológica e hidráulica na bacia do Córrego Três Pontes (SP) para determinação de picos de vazão e da vulnerabilidade a inundações*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 272 p. <https://doi.org/10.11606/D.8.2014.tde-30112015-133046>
- VERSTAPPEN, H.T. 1968. *Geomorphology and Environment. Inaugural address*. Waltman, Delft. 1: 1–23.
- VERSTAPPEN, H.T. 1983. *Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development*. Elsevier, Amsterdam, 437 p.
- VILLELA, F.N.J.; ROSS, J.L.S.; MANFREDINI, S. 2013. Relief-rock-soil relationship in the transition of Atlantic Plateau to Peripheral Depression, Sao Paulo, Brazil. *Journal of*

- Maps*, 9(3): 343–352. <https://doi.org/10.1080/17445647.2013.805170>
- WATERS, C.N.; ZALASIEWICZ, J.; SUMMERHAYES, C.; BARNOSKY, A.D.; POIRIER, C.; GALUSZKA, A.; CEARRETA, A.; EDGEWORTH, M.; ELLIS, E.C.; ELLIS, M.; JEANDEL, C.; LEINFELDER, R.; MCNEILL, J.R.; RICHTER, D.D.; STEFFEN, W.; SYVITSKI, J.; VIDAS, D.; WAGREICH, M.; WILLIAMS, M.; ZHISHENG, GRINEVALD, J.; ODADA, E.; ORESKES, N.; WOLFE, A. 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269): 1–10. <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>
- WOLMAN, G. 1967. A Cycle of Sedimentation and Erosion in Urban River Channels. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 49(2/4): 385–395. <https://doi.org/10.1080/04353676.1967.11879766>
- YOUNG, A. 1974. *Slope Profile Survey*. British Geomorphological Research Group, London, 27 p. (Technical Bulletin, 11).
- ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; HAYWOOD, A.; ELLIS, M. 2011. The Anthropocene – a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369: 835–841. <https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0339>
- ZALASIEWICZ, J.; WATERS, C.N.; WILLIAMS, M.; BARNOSKY, A.; CEARRETA, A.; CRUTZEN, P.; ELLIS, E.; ELLIS, M.A.; FAIRCHILD, I.A.; GRINEVALD, J.; HAFF, P.K.; HAJDAS, I.; LEINFELDER, R.; MCNEILL, J.; ODADA, E.O.; POIRIER, C.; RICHTER, D.; STEFFEN, W.; SUMMERHAYES, C.; SYVITSKI, P.M.; ORESKES, N. 2015. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century level is stratigraphically optimal. *Quaternary International*, 383: 196–203. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.04>

Endereço da autora:

Cleide Rodrigues* (ORCID 0000-0003-4481-7445) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prestes, 338, Butantã, CEP 05508-000, São Paulo, SP, Brasil. *E-mail:* cleidrig@usp.br

*Autora correspondente

Artigo submetido em 2 de dezembro de 2024, aceito em 15 de dezembro de 2024.

