

## ABORDAGEM HISTÓRICA E FONTES DE INFORMAÇÃO PARA O MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO RETROSPECTIVO DE ÁREAS URBANIZADAS

Cleide RODRIGUES

Rodolfo Alves da LUZ

Isabel Cristina MOROZ CACCIA-GOUVEIA

Yuri VENEZIANI

Iury Tadashi Hirota SIMAS

Deborah CARVALHO

### RESUMO

O objetivo deste artigo é apresentar os procedimentos da abordagem histórica em geomorfologia e as fontes de informação recomendadas para esta abordagem, bem como os elementos básicos para o mapeamento geomorfológico retrospectivo detalhado de áreas urbanizadas. A cartografia retrospectiva consiste na identificação e representação da morfologia original (fase pré-urbanização), e a sequência de intervenções nas formas e materiais superficiais, oferecendo importante instrumento de identificação e interpretação de mudanças nos processos. São apresentados exemplos de mapeamentos e formas de utilização da informação cartográfica para posterior dimensionamento de efeitos e impactos das intervenções antrópicas em sistemas fluviais no município de São Paulo. Os estudos de geomorfologia histórica apresentados utilizaram-se principalmente de cartas topográficas e fotografias aéreas antigas e mais atualizadas, observações e medições de campo, jornais, registros fotográficos, pinturas, relatórios técnicos, sondagens, entrevistas com antigos moradores ou pessoas chave ligadas a instituições diversas, relatórios de naturalistas, dentre outras fontes de informação. São também apresentadas as técnicas de mapeamento utilizadas para identificação das fases de intervenção antrópica relevantes ou estágios históricos de perturbação, denominados: estágio pré-urbano, estágio de perturbação ativa e estágio pós-perturbação. Observa-se que cidades com urbanização relativamente moderna como São Paulo apresentam potencial para o uso de fontes históricas para o resgate de informações geográficas precisas sobre o meio físico, especialmente mapas e aerofotos antigas que revelam as condições pré-urbanas com um alto nível de precisão, particularmente para um geomorfólogo treinado. Por fim, demonstra-se como determinados instrumentais tecnológicos mais avançados podem ser aliados dentro desta perspectiva de uso de fontes históricas e retrospectivas.

*Palavras-chave:* Geomorfologia Urbana; Cartografia Geomorfológica; Antropoceno; Fontes históricas.

### ABSTRACT

HISTORICAL APPROACH AND SOURCES OF INFORMATION FOR RETROSPECTIVE GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF URBANIZED AREAS. This paper presents the procedures of the historical approach in geomorphology and the unusual sources of information recommended by this, as well as the basic elements for detailed retrospective geomorphological mapping of urbanized areas. Retrospective cartography consists of identifying and representing the original morphology (pre-

urbanization phase), and the sequence of interventions on surface forms and materials, offering an important tool for identifying and interpreting changes in processes. It is presented examples of mapping and ways of using cartographic information for later dimensioning of effects and impacts of anthropic interventions in river systems in the city of São Paulo. These studies used mainly current and old topographic maps, old and more up-to-date aerial photographs, field observations and measurements, neighborhood newspapers, photographic records, paintings, technical reports, surveys, interviews with former residents or key people related to various institutions, reports from naturalists, among other sources of information partly recommended by authors who work with historical geomorphology. The mappings identify relevant intervention phases or historical stages of disturbance, called: pre-urban stage, active disturbance stage and post-disturbance stage, are also presented. It was possible to demonstrate that cities with relatively modern urbanization such as São Paulo have the potential for the use of historical sources to recover precise geographic information about the physical environment, especially old maps and aerial photographs that reveal pre-urban conditions with a high level of precision, particularly for a trained geomorphologist. Finally, it is demonstrated how certain more advanced technological instruments can be allies within this perspective of using historical and retrospective sources.

*Keywords:* Urban Geomorphology; Geomorphological Cartography; Anthropocene; Historical sources.

## RESUMEN

ENFOQUE HISTÓRICO Y FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA RETROSPECTIVA DE ZONAS URBANIZADAS. El objetivo de este artículo es presentar los procedimientos del enfoque histórico en geomorfología y las fuentes de información recomendadas para este enfoque, así como los elementos básicos para una cartografía geomorfológica retrospectiva detallada de las zonas urbanizadas. La cartografía retrospectiva consiste en identificar y representar la morfología original (fase de preurbanización), así como la secuencia de intervenciones en las formas superficiales y los materiales, ofreciendo una herramienta importante para identificar e interpretar los cambios en los procesos. Se presentan ejemplos de cartografía y formas de utilizar la información cartográfica para evaluar mejor los efectos e impactos de las intervenciones antropogénicas en los sistemas fluviales del municipio de São Paulo. Los estudios de geomorfología histórica presentados utilizaron principalmente mapas topográficos y fotografías aéreas antiguas y más actualizadas, observaciones y mediciones de campo, periódicos, registros fotográficos, pinturas, informes técnicos, encuestas, entrevistas con antiguos residentes o personas clave vinculadas a diversas instituciones, informes de naturalistas, entre otras fuentes de información. También se presentan las técnicas cartográficas utilizadas para identificar las fases relevantes de intervención antrópica o etapas históricas de perturbación: etapa preurbana, etapa de perturbación activa y etapa postperturbación. Se observa que las ciudades con una urbanización relativamente moderna, como São Paulo, tienen el potencial de utilizar fuentes históricas para recuperar información geográfica precisa sobre el medio físico, especialmente mapas antiguos y aerofotos que revelan las condiciones preurbanas con un alto nivel de precisión, especialmente para un geomorfólogo formado. Por último, se muestra cómo pueden utilizarse ciertas herramientas tecnológicas más avanzadas dentro de esta perspectiva de utilización de fuentes históricas y retrospectivas.

*Palabras clave:* Geomorfología urbana; Cartografía geomorfológica; Antropoceno; Fuentes históricas.

## 1 INTRODUÇÃO

A Geomorfologia propõe uma abordagem integrada entre os três principais componentes da superfície da Terra (HART 1986): 1) as formas (morfologia); 2) os materiais (solos, rochas, água, vegetação, materiais tecnogênicos) e; 3) os processos (intemperismo e pedogênese, hidrodinâmica, erosão, transporte e deposição). Num mapeamento geomorfológico são identificadas morfologias em todos os seus aspectos, referentes a rochas, materiais superficiais como solo e materiais tecnogênicos, bem como se considera sua tridimensionalidade e tendências espaciais de processos em andamento, além dos processos morfogenéticos e a idade das formas e materiais (TRICART 1965, COLTRINARI 1984, HART 1986, HAYDEN 1986).

O reconhecimento integrado destes componentes constitui a essência da pesquisa geomorfológica e, na maior parte das vezes, é realizado pela identificação da espacialidade desses fenômenos. Nem sempre o objeto de estudo da Geomorfologia pode ser explicado verbalmente, mas sim descrito por meio de mapas, sendo estes tanto o produto quanto o próprio instrumental para se atingir os objetivos da pesquisa geomorfológica, exercendo assim a dupla função de produto e instrumental. Isso se coloca como ainda mais verdadeiro devido ao fato de que no processo de produção, são necessárias constantes integrações, inclusive entre fases de levantamentos de gabinete e de campo e laboratório, sendo os mapas preliminares reveladores de correlações espaciais a serem exploradas (OTTO & SMITH 2013).

Por outro lado, os mapas só podem ser elaborados se existirem dados acessíveis a respeito de atributos relevantes sobre as formas, materiais superficiais e processos, bem como se forem aplicadas técnicas adequadas de mapeamento.

O uso de fontes históricas para a cartografia geomorfológica detalhada é especialmente indicado para o mapeamento de áreas urbanizadas (LIMA 1990; RODRIGUES 1997, 2004), pois permitem resgatar características geomorfológicas originais de sistemas hidrogeomorfológicos intensamente antropizados, além de fornecerem importantes orientações para coleta de amostras, datações e identificação de processos geomorfológicos originais ou antropogênicos.

Para autores como VERSTAPPEN (1983), GOUDIE (1993), RODRIGUES (2004), GURNELL *et al.* (2003), dentre outros, a acurácia

da documentação ou dos dados básicos dessa produção cartográfica pode ser melhor compreendida especialmente se produzida ao longo dos últimos 100 anos, como é o caso das principais referências e dos dados básicos utilizados para a reconstituição cartográfica da área da metrópole de São Paulo, especialmente seu município. HOOKE & KAIN (1982) já alertavam que este seria o caso principalmente dos países do “Novo Mundo” onde, os mapas históricos, apresentam boa qualidade cartográfica e revelam também os sistemas naturais antes das intervenções antrópicas, numa etapa de maior precisão do instrumental.

Em nossos estudos, dedicados particularmente à região metropolitana de São Paulo, as fontes de informação histórica foram aplicadas a diversos objetivos, considerando não apenas a cartografia geomorfológica retrospectiva, mas também a aplicação de geoindicadores para avaliação e dimensionamento de mudanças quanto as tendências espaciais de processos hidromorfológicos.

Aqui, damos ênfase à apresentação resumida das principais orientações para a utilização da abordagem histórica para a concretização da cartografia retrospectiva, que se inicia sempre com o objetivo de resgatar e reunir num documento inicial, todas as informações possíveis para a reconstituição dessa paisagem geomorfológica pré-intervenção (urbana), de onde partem as sobreposições e leituras subsequentes, mesmo que utilizando fontes de informação diversas e fragmentos de informação. Também apresentamos os principais problemas normalmente encontrados com este tipo de produção cartográfica, para os quais os pesquisadores devem estar atentos. Além disso, resume-se parte das experiências de pesquisa de cartografia geomorfológica de São Paulo realizadas ao longo dos últimos 20 anos, nas quais a abordagem histórica e a cartografia geomorfológica retrospectiva e evolutiva foram necessárias nas avaliações pretendidas e, por meio das quais, algumas técnicas de levantamento e de fontes de informação podem ser consideradas exemplares para os procedimentos.

## 2 A ABORDAGEM HISTÓRICA EM GEOMORFOLOGIA

Desde 1992, temos entrado em contato com os principais autores que propõem e desenvolvem a condução da pesquisa na perspectiva da abordagem histórica em geomorfologia, da qual também vimos participando. Dentre esses autores podemos citar, sem esgotá-los: COOKE &

REEVES (1976), THORNES & BRUNSDEN (1977), HOOKE & KAIN (1982), TRIMBLE *et al.* (1987), GREGORY (1987), TRIMBLE & COOKE (1991), HOOKE (1997), HIGGIT & LEE (2001), BRAVARD & MAGNY (2002), GURNELL *et al.* (2003), PIÉGAY *et al.* (2004). No Brasil, ainda que esta abordagem venha sendo assim denominada há pouco tempo, podem ser anotados autores que inspiraram seu desenvolvimento ou fizeram uso dela, e grande parte deles já eram considerados atuantes em Geografia histórica em suas diferentes matrizes, como por exemplo: AB'SÁBER (1957), PETRONE (1961, 1965), BERTRAND (1972), TITARELLI (1975), SEABRA (1977), SOTCHAVA (1977, 1978), MONTEIRO (1981, 2000), ABREU (1982), SEABRA (1987), dentre inúmeros outros.

Em termos de uso efetivo de fontes históricas de informação para avaliação de mudanças de paisagem, e especialmente de natureza antrópica, são inúmeras e diversas as pesquisas que podem ser consideradas histórico-geográficas. E, dentre estas tendências, os estudos de retroanálise em Ciências da Terra são inúmeros, tanto no Brasil como no exterior. Do primeiro grupo, devemos anotar, a título de exemplo, sem esgotar as menções: MOURA (2001), ASSUMPCÃO & MARÇAL (2012), SILVA *et al.* (2019), ZANATTA *et al.* (2020), AMARAL *et al.* (2021), dentre outros.

A abordagem histórica em geomorfologia, dentre outras características, consiste em utilizar fontes de informação e documentos históricos pouco usuais para as avaliações geomorfológicas com perspectivas analíticas diversas: a) na direção das interpretações geomorfológicas propriamente ditas em termos de sistemas naturais e sua operacionalidade no tempo geológico, sejam intervalos de centenas de milhões de anos, ou de milhares de anos ou ainda menores e b) na perspectiva de avaliações de mudanças históricas recentes engendradas pelas atividades antrópicas em intervalos temporais menores.

Esta abordagem é viabilizada por meio da análise de documentos histórico-geográficos como: aerofotos de diversos aerolevamentos antigos e recentes, cartografia de base e cartografia temática antigas e recentes, imagens de satélite de diferentes períodos e bandas, dados hidrológicos, hidráulicos e climatológicos, estruturas permanentes na paisagem (pontes, estradas, reservatórios etc.), cadastros fundiários, fotografias antigas, jornais, descrição de naturalistas, viajantes e escritores, dados arqueológicos, depósitos de lixo, entrevistas

com antigos moradores e pessoas-chave em instituições, dentre outras possibilidades (GURNELL *et al.* 2003, TRIMBLE 2008, RODRIGUES & MOROZ-CACCIA GOUVEIA 2013).

Para autores como GURNELL *et al.* (2003) e TRIMBLE (2008), a utilização de dados e de artefatos históricos como aqueles comumente utilizados em geografia histórica, podem oferecer ferramentas poderosas para a análise geomorfológica, desde datações-chave até o rastreamento para identificação de mudanças induzidas pelas sociedades humanas ou induzidas pela natureza.

Para autores como THORNES & BRUNSDEN (1977), HOOKE & KAIN (1982), TRIMBLE *et al.* (1987), GREGORY (1987), WHITLOW & GREGORY (1989), TRIMBLE & COOKE (1991), GURNELL *et al.* (2003), PIÉGAY *et al.* (2004), TRIMBLE (2008), DOUGLAS & LAWSON (2008), RODRIGUES (inédito), é possível identificar alguns princípios gerais na utilização de dados históricos, mas não é possível propor uma única forma de se utilizarem estes dados.

Como orientação aos nossos estudos que fizeram uso de procedimentos típicos da abordagem histórica em geomorfologia, RODRIGUES (inédito) aponta como necessidade inicial:

a) Levantamento de fontes de informação. Essa etapa primordial do início da pesquisa antecede o levantamento de dados propriamente dito, e compreende atividades em que o pesquisador deve realizar avaliações do potencial informativo de instituições, empresas e pessoas-chave. Por meio de consultas bibliográficas, entrevistas e inúmeras visitas, pode ser criada uma lista de locais promissores para buscas e avaliações dos arquivos e acervos.

b) Sondagem de acervos. Etapa preliminar para avaliação do potencial de utilização de documentação técnico-histórica, para as leituras pretendidas (em que se inclui a da linguagem cartográfica).

c) Pesquisa de natureza arquivística. Nesta etapa é necessário explorar e identificar o potencial de acervos e arquivos e os eventuais dados ali contidos quanto à sua: natureza, técnicas de obtenção, avaliação de confiabilidade, compatibilidade com as atuais técnicas de obtenção, continuidade da série histórica, estado de preservação física (suportes digitais ou analógicos), estado organizacional, existência de instrumentos de busca ou de acesso, dentre outras.

Muitas vezes, estas três primeiras etapas demandam um tempo longo, gasto com contatos,



agendamentos, visitas e, por vezes, o envolvimento com tarefas de arquivologia, como o que foi necessário desenvolver nos acervos da Fundação do Patrimônio Energético de São Paulo na década de 2000, quando da oportunidade de desenvolver pesquisa arquivística para obter acesso à documentação. Nesta oportunidade e nesta instituição, foram necessários três pesquisadores para as tarefas típicas de arquivologia (RODRIGUES 2001)

d) Acondicionamento e montagem de arquivos. Principalmente no caso de fotografias aéreas e de mapas, é necessário produzir instrumentos de busca eficazes, como listagens e mapas-índice, além de elaboração de fichas de identificação dos dados, com informações do estado de conservação, nomenclatura, tipo documental, data de publicação, título e sub-título, data de coleta, responsável pela coleta, dentre outras necessidades, conforme CARVALHO (2006).

e) Avaliação da documentação quanto ao interesse específico do estudo: geoindicadores, processos erosivos, processos deposicionais, mudanças fluviiais, dentre inúmeros outros.

HOOKE (1997) anota como passos importantes para o mapeamento e a compilação de dados históricos as seguintes etapas: 1. Identificar fontes de informação, complementando-as com sensoramento remoto; 2. Checar o background e confiabilidade de fontes históricas. 3. Investigar a qualidade documental quanto à acurácia e aplicabilidade. 4. Investigar levantamentos topográficos quanto à acurácia e qualidade. 5. Criar sequência temporal usando métodos qualitativos ou quantitativos. 6. Realizar checagem de campo.

GURNELL *et al.* (2003) e RODRIGUES (inédito) mencionam que algumas das maiores dificuldades da efetivação da análise histórica residem no fato de que esta depende da integração de fontes diversas, tais como levantamentos topográficos e seções transversais, fotos aéreas e cartografia de base, dentre outras. Afirmam que a própria produção cartográfica seria um desafio em si, mas também um meio para superar a necessidade de integração, devido ao fato de permitir estabelecer nexos de integração espacial, fornecendo condições para delimitações de continuidade de limites por convergência de evidências, dentre outras referências.

GURNELL *et al.* (2003) chamam à atenção também para o fato de que não há guias específicos e detalhados para diversas questões de integração de documentação histórica de interesse

em geomorfologia, justamente pela diversidade de registros topográficos, além da diversidade da natureza da informação, quantidade, confiabilidade, resolução e acurácia, principalmente das fontes documentais de períodos pré-industriais, como é o caso europeu. Aponta especialmente a necessidade de se verificar, no caso de registros cartográficos como mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite, que se voltam ao reconhecimento de mudanças, a identificação da acurácia posicional ou locacional e da acurácia temporal. Quanto à esta última, anotam que todo mapa tem um levantamento específico, o que significa estar sempre sendo superado ou desatualizado, assim que for publicado, o que implicaria na necessidade de conhecer seu processo de produção.

CARVALHO (2006) foi a primeira pesquisadora a realizar estudos de geomorfologia histórica e documental de forma exaustiva na bacia do Alto Tietê e no Município de São Paulo, voltando-se a fontes de informação contidas em acervos e arquivos de órgãos públicos, empresas privadas e universidades (Tabela 1, Figura 1). Um exemplo de aplicação destas fontes históricas na análise das mudanças morfológicas pode ser vista na figura 2. De forma geral, verificou-se a escassez de pesquisa documental voltada às ciências da Terra, com pouquíssimos acervos digitais disponibilizados à época. Foi a partir deste estudo exaustivo de CARVALHO (2006) e dos levantamentos e pesquisa arquivística realizados por RODRIGUES (2001) que se viabilizaram parte dos estudos de cartografia geomorfológica retrospectiva aqui descritos, como por exemplo os estudos de LUZ (2010, 2014), LUZ & RODRIGUES (2013, 2015), BERGES (2013), dentre outros.

TABELA 1 – Levantamento arquivístico das fotografias aéreas do Rio Pinheiros. Fonte: CARVALHO (2006).

TABLE 1 – Archival survey of aerial photographs of the Pinheiros River. Source: CARVALHO (2006).

<i>Escala</i>	<i>Data</i>	<i>NO:</i>	<i>OBS:</i>
1: 5.000	1933	66	celulose
1: 5.000	1938	199	vidro
1: 5.000	1940	86	vidro
1:5.000	1941	77	vidro
1:9.000	1949	87	celulose
1:10.000	1955	35	celulose
1:10.000	1955	13	celulose
1:12.000	1956	37	celulose

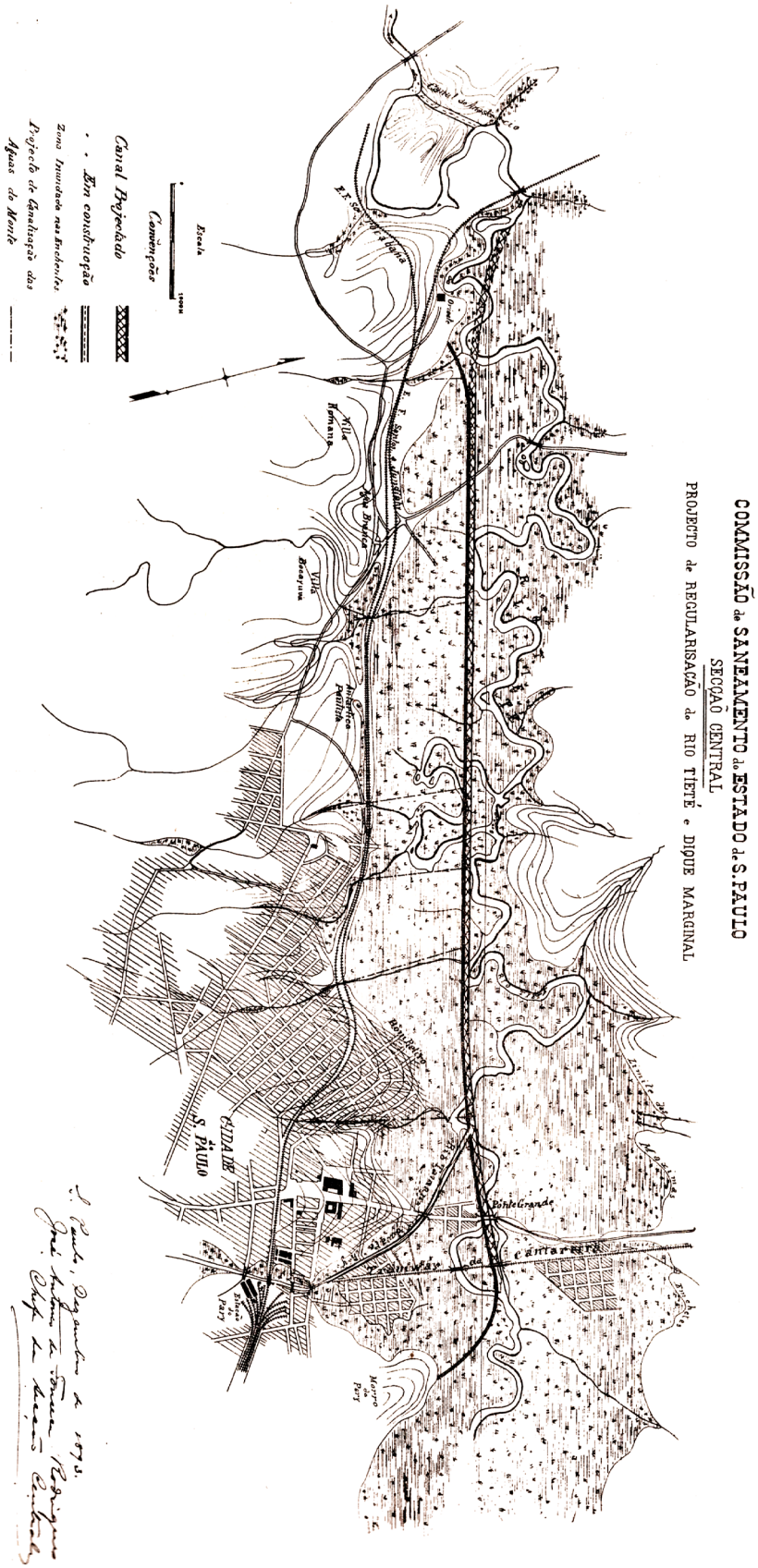


FIGURA 1 – Projeto de retificação do Rio Tietê. Fonte: COMISSÃO DE SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO (1893).

FIGURE 1 – Rectification project of the Tietê River. Source: SANITATION COMMISSION OF THE STATE OF SÃO PAULO (1893).

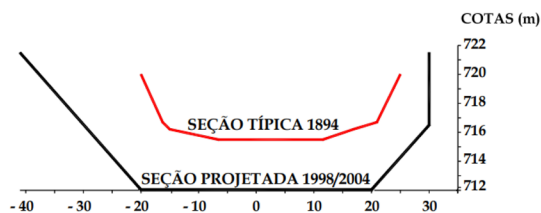


FIGURA 2 – Evolução da seção transversal do Rio Tietê a montante da foz do Rio Tamanduateí em 1984 e 1998/2004. Fonte: CARVALHO (2006).

FIGURE 2 – Evolution of the cross-section of the Tietê River upstream from the mouth of the Tamanduateí River in 1984 and 1998/2004. Source: CARVALHO (2006).

### 3 FONTES DE INFORMAÇÃO E TÉCNICAS PARA MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO EM SÃO PAULO

#### Morfologia

As informações a respeito da morfologia das planícies fluviais têm sido obtidas a partir da restituição estereoscópica de fotografias aéreas, levantamentos topográficos em escala de detalhe e trabalhos de campo. De maneira secundária, outras fontes também podem ser utilizadas, como cartas e imagens de satélite e radar, cadastros fundiários, fotografias e descrições de naturalistas, viajantes e escritores (HOOKE & KAIN 1982, RODRIGUES 2001).

Restituições morfológicas feitas por estereoscopia em fotografias aéreas podem ser vistas em LIMA (1990), MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010), RODRIGUES *et al.* (2012), LUZ & RODRIGUES (2013, 2015), LUZ (2014), MOROZ-CACCIA GOUVEIA & RODRIGUES (2017), SANTOS (2018). A partir destas e outras experiências, vem sendo possível reafirmar que estes seriam um dos procedimentos metodológicos mais indicados para a identificação de atributos morfológicos como geometria em planta e perfil, rupturas e mudanças de relevo, dos estrangulamentos de vale e das discontinuidades entre planície e vertente (VENEZIANI 2014), principalmente no contexto pré-urbano (Figura 3), uma vez que permite a visualização do relevo em três dimensões.

O grande problema é que raramente há levantamentos de fotografias aéreas antigos e em escalas de detalhe. Cidades antigas foram impactadas pela urbanização mesmo antes da existência de aeronaves, e mesmo nas mais novas, não há motivações políticas e técnicas para dispendir recursos para um

levantamento tão caro e dispendioso do gênero em áreas ainda não ocupadas.

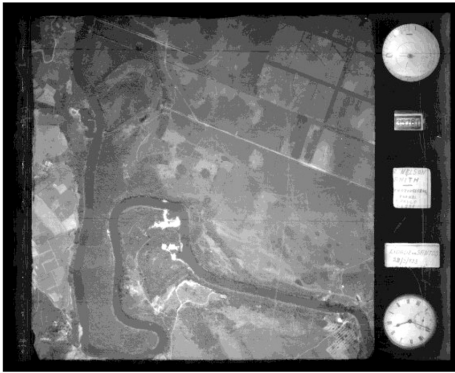
A cidade de São Paulo é uma exceção, principalmente no vale do rio Pinheiros, onde foi realizado um levantamento em escala de 1:5.000 em 1933 pela *Light & Power Company Limited*, ou simplesmente *Light*. A planície fluvial do rio Pinheiros dispõe de um levantamento aerofotográfico realizado apenas 27 anos depois da invenção do próprio avião (14-Bis de Santos Dumont em 1906). A *Light* foi uma empresa de capital canadense responsável tanto pela execução das obras de retificação e alargamento do canal do Pinheiros quanto pela operação dos reservatórios e estruturas hidráulicas do sistema até meados do século XX. Hoje, o seu acervo documental está sob guarda da Fundação Energia e Saneamento (FES) e cópias das fotografias podem ser solicitadas junto ao órgão.

Levantamentos topográficos e cartas em escalas de detalhes também são extremamente úteis para o mapeamento das morfologias, como pode ser visto em MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010), BERGES (2013), LUZ (2014) e SANTOS (2018). Apesar de estas bases serem, reconhecidamente, menos detalhadas que as fotografias aéreas em virtude das simplificações cartográficas (VENEZIANI 2014), elas suprem a lacuna de levantamentos e arquivos de fotografias aéreas das cidades, além de fornecerem informações históricas sobre as formas de canais fluviais, meandros abandonados e, algumas vezes, até de bacias de inundação.

Assim, cartas históricas podem fornecer informações da topografia pré-urbana de partes das cidades hoje ocupadas, como é o caso das cartas do SARA BRASIL da cidade de São Paulo (Figura 4). O SARA BRASIL é um levantamento da década de 1920 nas escalas de 1:1.000, 1:5.000 e 1:20.000, compreendendo um material de alta qualidade cartográfica que fez de São Paulo a primeira cidade do mundo a possuir um cadastro de plantas articuladas de grande precisão em escala de detalhe (MACHADO 2010, LIMA 2013). Cabe ainda ressaltar que o levantamento aerofotogramétrico, efetuado para a elaboração dessa coleção de cartas topográficas perdeu-se no tempo. De acordo com levantamentos feitos por Rodrigues (informações verbais) na década de 90, os negativos das aerofotografias, entregues pela empresa SARA BRASIL S/A. à Prefeitura de São Paulo na época, desapareceram; e mesmo a sede da empresa, na Itália, não possui tal material, pois o mesmo foi perdido durante os distúrbios da Segunda Guerra Mundial. Atualmente, o acervo cartográfico do SARA está disponível para



Estágio pré-urbano, 1933,  
escala 1:5.000



Estágio de perturbação ativa, 1949, escala  
1:12.500

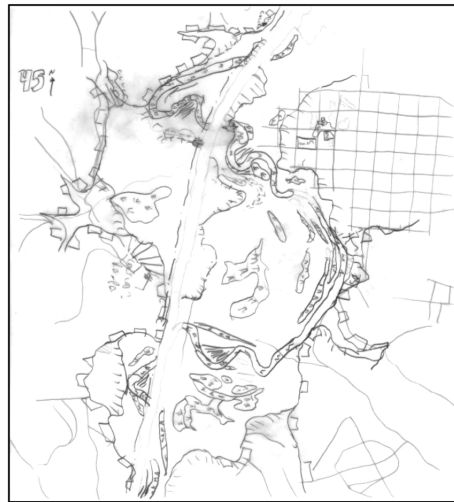
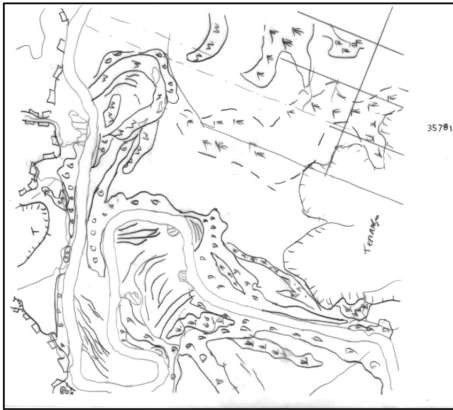


FIGURA 3 – Fotografias aéreas e restituição morfológica. Estágio pré-urbano, 1933, escala 1:5.000, nas proximidades da Estação Berrini da CPTM (Centro da aerofoto: 46,69496° O; 23,60505° S - SIRGAS 2000). Estágio de perturbação ativa, 1949, escala 1:12.500, nas proximidades da Estação Granja Julieta da CPTM (Centro da aerofoto: 46,71318° O; 23,62994° S - SIRGAS 2000). Fonte: LUZ (2014).

FIGURE 3 – Aerial photographs and morphological restitution. Pre-urban stage, 1933, scale 1:5,000, near the Berrini Station of CPTM (Aerial photo center: 46.69496° W; 23.60505° S - SIRGAS 2000). Active disturbance stage, 1949, scale 1:12,500, near the Granja Julieta Station of CPTM (Aerial photo center: 46.71318° W; 23.62994° S - SIRGAS 2000). Source: LUZ (2014).



Figura 4 – Aeroplano I - FOTO (CA 97) da SARA, utilizado no Brasil. Fonte: LIMA (2013).

Figure 4 – Aeroplane I - PHOTO (CA 97) of SARA, used in Brazil. Source: LIMA (2013)

consulta e *download* na plataforma Geosampa, mantida pela Prefeitura de São Paulo, oferecendo dados em formato raster (jpg) georreferenciados (SÃO PAULO 2023).

Estes levantamentos históricos fornecem dados essenciais em casos em que a urbanização modificou muito as condições geomorfológicas originais, como a da morfologia do sistema fluvial meândrico do Rio Pinheiros em São Paulo. O cálculo estimado do volume de aterros na planície fluvial do Rio Pinheiros proposto por LUZ (2014) só foi viabilizado por conta de cotas altimétricas apresentadas pelos mapas do SARA BRASIL (Figura 5).

MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010) precisou recorrer à documentação cartográfica ainda mais antiga, face ao grau de urbanização da bacia hidrográfica do rio Tamanduateí e às modificações antropogênicas já presentes no início do século XX, conforme se observa em fragmento do mapa SARA BRASIL, em escala 1:20.000 (Figura 6).

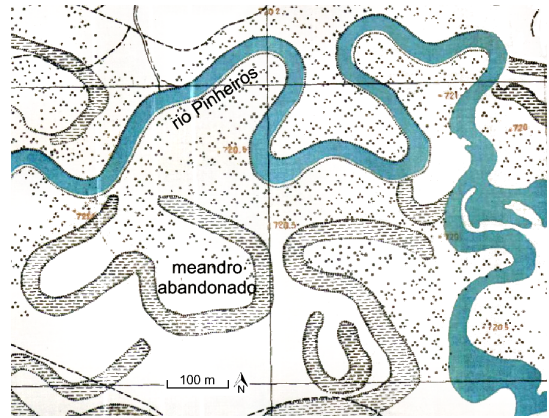


FIGURA 5 – Fragmento da carta topográfica do SARA BRASIL S/A (1930) da planície e meandros do Rio Pinheiros mostrando os pontos cotados em laranja.

FIGURE 5 – Fragment of the topographic map by SARA BRASIL S/A (1930) of the Pinheiros River plain and meanders showing orange elevation points.



FIGURA 6 – Fragmento da carta topográfica do SARA BRASIL S/A (1930). Observa-se ao centro, o canal retificado do Rio Tamanduateí.

FIGURE 6 – Fragment of the topographic map by SARA BRASIL S/A (1930). The rectified channel of the Tamanduateí River is observed in the center.



As figuras 7 e 8 correspondem à documentação cartográfica anterior ao SARA BRASIL, utilizadas para a identificação da morfologia original do Rio Tamanduateí realizada por MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010).

Os métodos tradicionais de levantamento de dados de superfície, muitas vezes trabalhosos e custosos, tem aberto espaço para a possibilidade de uso de tecnologias mais recentes baseadas em Veículos Aéreo Não Tripulados (VANT ou, do inglês, Drones). Os VANTs podem embarcar sensores fotogramétricos (para obtenção de coberturas de imagens fotográficas) com diferentes configurações modelos e resoluções espectrais e sensores LiDAR (Light Detection and Ranging).

No entanto, por ser uma tecnologia atual, só pode ser utilizada em terrenos ainda pouco urbanizados no caso da restituição morfológica pré-perturbação, mas que se torna uma ferramenta fundamental para a restituição dos momentos de pertur-

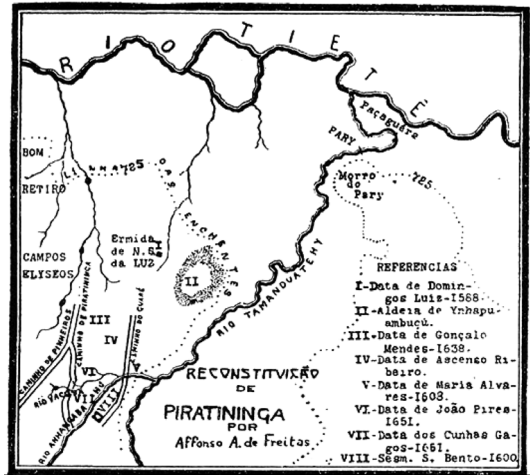


FIGURA 8 – Croquis elaborado por Affonso A. de Freitas, em 1892. Fonte: FREITAS (1914).

FIGURE 8 – Sketch drawn by Affonso A. de Freitas, in 1892. Source: FREITAS (1914).

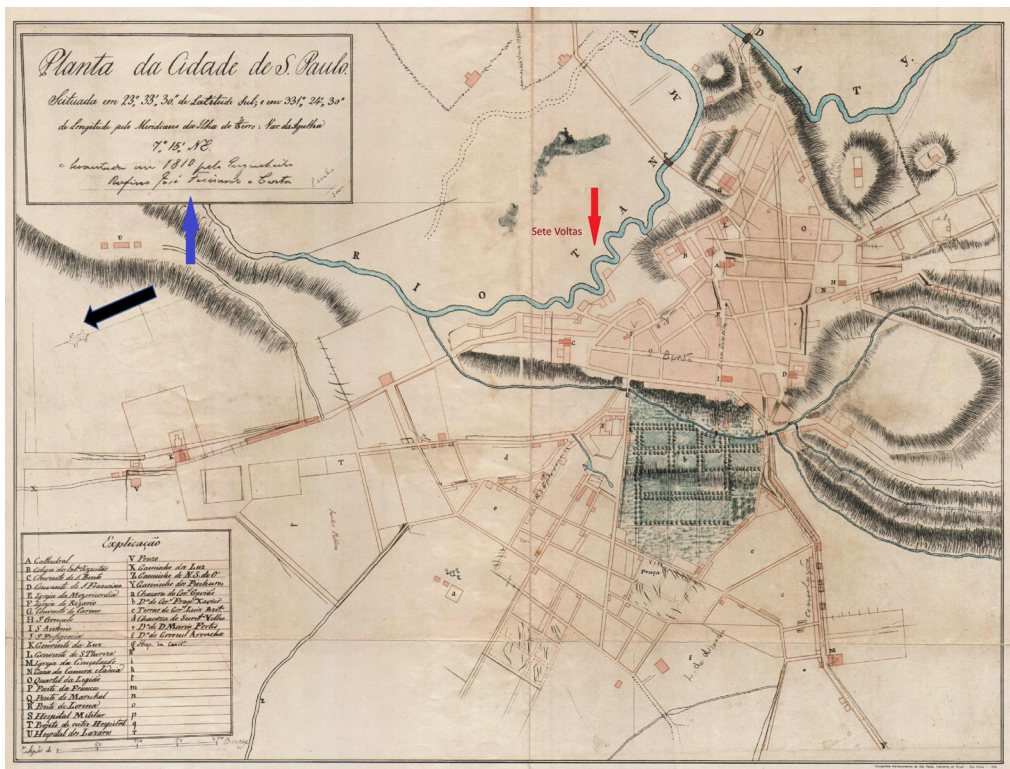


FIGURA 7 – Planta de São Paulo, de 1810, de Rufino J. F. e Costa (reedição de 1941, com acréscimos), escala aproximada 1:10.000. A seta vermelha destaca as “Sete Voltas”, revelando o aspecto meandrante do Rio Tamanduateí; a seta azul, o rumo nordeste do curso do Rio Tamanduateí, à jusante da confluência do Ribeirão Anhangabaú; a seta em preto corresponde ao Norte indicado no documento. Fonte: PMSP/SMC/DPH (2008).

FIGURE 7 – Map of São Paulo, 1810, by Rufino J. F. e Costa (1941 reprint with additions), approximate scale 1:10,000. The red arrow highlights the “Sete Voltas,” revealing the meandering aspect of the Tamanduateí River; the blue arrow indicates the northeast direction of the Tamanduateí River course downstream from the Anhangabaú Creek confluence; the black arrow corresponds to the North indicated in the document. Source: PMSP/SMC/DPH (2008).

bação ativa e pós-perturbação. Especificamente, o aerolevanteamento de fotografias aéreas com VANTs e a possibilidade de captura da realidade com LiDAR vem melhorando significativamente a capacidade de definição e a fidedignidade no reconhecimento dos fatos e objetos da superfície, permitindo análises geomorfológicas mais precisas.

Fotografias aéreas obtidas por drones envolvem a captura de imagens com técnicas de aerofotogrametria para composição de coleções com recobrimento entre si para viabilizar o reconhecimento de pontos análogos entre pares de imagens e, dessa forma, fornecer consistência interna. Assessoriamente, para garantir maior precisão e amarração ao terreno real, realizam-se levantamentos com GPS de precisão para coleta de pontos de campo garantindo a consistência externa dos dados capturados, ou seja, que os blocos aerofotogramétricos possam ter suas reais posições em campo definidas.

Já a tecnologia de levantamento de dados LiDAR envolve a emissão de pulsos de luz através de feixes (laser) e a medição de seu reflexo (tempo e intensidade) para estimar as distâncias e, com base nessa informação, reconstituir a realidade em modelos 3D detalhados das superfícies, que pode incluir a própria superfície topográfica (Figura 9).

No geral, os levantamentos topográficos são muito utilizados para análises morfométricas, que são aquelas que buscam compartimentar o relevo em índices numéricos como, declividade, índice de concentração de rugosidade e índice de posicionamento topográfico, dentre inúmeros outros. Apesar de não substituir a restituição morfológica,

tais análises podem subsidiá-las e também podem fornecer parâmetros para outras análises ambientais (fragilidade, risco, suscetibilidades etc.).

O uso de base cartográfica e de fotografias aéreas antigas geram alguns problemas em relação à qualidade cartográfica dos produtos obtidos, pois este material histórico possui distorções oriundas da tecnologia utilizada na época de obtenção, das intempéries e dos processos de escaneamento pelos quais eles passaram para possibilitar o trabalho em meio digital (SILVA 2005). Neste sentido, os processos de conversão e adequação espaciais, assim como as próprias incertezas relacionadas aos parâmetros e normatizações das referências topográficas adotadas quando da elaboração desses materiais, como o datum vertical e Nível Médio do Mar (NMM), tornam as atividades de compatibilização árduas, ou mesmo impossíveis em alguns casos.

No caso das fotografias aéreas há a distorção intrínseca em relação às bases cartográficas. O processo de correção destas distorções, a ortorretificação, implica no conhecimento de componentes e parâmetros da fotografia que não são passíveis de identificação nas fotografias antigas (OKEKE 2006). Por exemplo, a metodologia utilizada nos levantamentos do SARA BRASIL não considera a curvatura da Terra e não emprega projeção cartográfica, o que pode gerar erros de localização e altitude (LIMA 2013).

Porém, na maioria das escalas utilizadas em mapeamentos geomorfológicos, considerando aqui que são geralmente menores que 1:10.000, estas distorções não comprometem o produto. O geore-



FIGURA 9 – Exemplo de levantamento topográfico feito com tecnologia LiDAR. Destaque para o talude do aterro do Parque Villa Lobos. Fonte: Plataforma GeoSampa.

FIGURE 9 – Example of a topographic survey using LiDAR technology. Highlighted is the slope of the landfill at Villa Lobos Park. Source: GeoSampa Platform.



ferenciamento das fotografias aéreas e das cartas topográficas históricas pode ser realizado por meio de pontos notáveis que sobreviveram ao tempo e que, conseqüentemente, são identificáveis tanto nos documentos históricos quanto na base cartográfica atual (MACHADO 2010), como estruturas físicas (pontes, pilastras, totens, estruturas de sustentação de cabos, entre outros), hidrografia e, principalmente, sistema viário quando permanente de um estágio ao outro.

Por fim, a identificação das morfologias em escala de detalhe passa pelo reconhecimento das formas, rupturas, mudanças e descontinuidades do relevo em campo. Não obstante, é impossível visualizar as feições do passado em seu estado natural ou ter certeza de suas características em alguma data anterior ao período atual, restando ao pesquisador o contato direto apenas com as morfologias modificadas pela urbanização, bem como com aquelas que permaneceram na paisagem (remanescentes) (Figura 10).

BERGES (2013) realizou esse resgate histórico e explorou intensamente a possibilidade metodológica dada pela geomorfologia antropogênica. Essa autora realizou o resgate dos acúmulos das transgressões antrópicas na bacia hidrográfica do Córrego da Mooca, possibilitando a identificação dos eventos de inundação no transcurso histórico.

O resgate de informações espaciais foi amplo e recorreu a fontes diversificadas de informação, incluindo bases cartográficas restituídas a fotografias aéreas originais, de períodos de tempo distintos e de escalas distintas e complementares. Esse levantamento considerou mapeamentos sistemáticos do SARA Brasil (1930) e da EMPLASA (Empresa

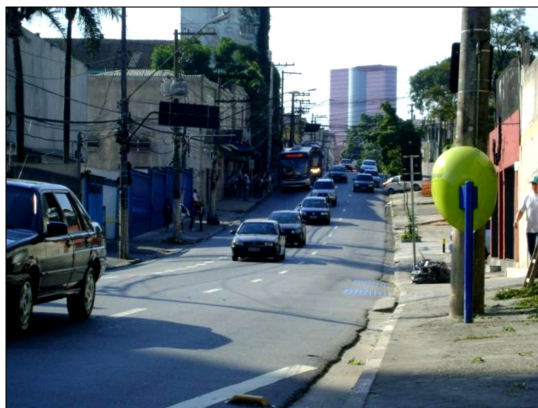


FIGURA 10 – Ruptura de declive de terraço fluvial. Av. Cardeal Arco Verde x Av. Rebouças. Fonte: LUZ (2010).

FIGURE 10 – Slope rupture of a fluvial terrace. Av. Cardeal Arco Verde x Av. Rebouças. Source: LUZ (2010).

de Planejamento de Metropolitano, 1980), em escalas de 1:20.000 e 1:10.000, respectivamente; fotografias aéreas dos sobrevoos dos serviços aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul (de 1952) e do IAC (Instituto Agrônômico de Campinas (de 1962), ambos em 1:25.000. Esses acervos permitem resgatar parcialmente as condições topográficas e de uso da terra em uma janela de aproximadamente um século, intervalo que podemos considerar extenso e privilegiado, considerando o contexto de bases de dados geográficos e cartográficas disponíveis para o território brasileiro, dificilmente observado em outra região urbana no Brasil.

A única possibilidade de voltar no tempo e verificar morfologias passadas é por meio de outras fontes históricas como fotografias, pinturas, descrições de naturalistas, viajantes e escritores (HOOKE & KAIN 1982, RODRIGUES 2001) (Figuras 11 e 12). Esses materiais históricos e a visualização das formas atuais oferecem aos pesquisadores o instrumental necessário para desenvolver inferências a respeito de como a paisagem evoluiu ao longo do tempo, particularmente como a topografia se modificou, os materiais foram alterados e, conseqüentemente, os processos podem ter sido afetados.

### *Materiais*

No geral, as informações a respeito dos materiais superficiais são obtidas a partir de prospecções e sondagens geológicas e trabalhos de campo, bem como em pesquisas e estudos geológicos, geomorfológicos, geográficos, pedológicos e sedimentológicos feitos nas áreas de estudo. O desafio sempre vai ser ponderar o momento em que foi feito o levantamento ou estudo, para identificar se a informação trazida já não está “contaminada” por modificações antrópicas. LUZ (2010) e LUZ & RODRIGUES (2013) compilaram dados de sondagens geológicas executadas pela Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô e de outras obras para reconstituir a estratigrafia da planície do Rio Pinheiros (Figura 13).

Durante a urbanização são muito comuns os aterros nas planícies de inundação, que acabam trazendo materiais de outros locais (Figura 14). O maior terraço antrópico da planície fluvial do Rio Pinheiros é o atual Parque Villa Lobos, com cerca de 9 metros de altura e composto basicamente por resíduos sólidos (lixo), material de desassoreamento do Rio Tietê e por rejeitos das escavações da construção do Metrô da cidade São Paulo (RODRIGUES 2006). MOROZ-CACCIA



FIGURA 11 – Entrada de São Paulo pelo caminho do Rio de Janeiro. Aquarela de Jean-Baptiste Debret, 1827. Observa-se ao fundo a várzea do Rio Tamanduateí. Fonte: LAGO (1998) apud PMSP/SMC/DPH (2006).

FIGURE 11 – Entrance to São Paulo via the Rio de Janeiro route. Watercolor by Jean-Baptiste Debret, 1827. In the background, the floodplain of the Tamanduateí River can be observed. Source: LAGO (1998) apud PMSP/SMC/DPH (2006).



FIGURA 12 – Vista da cidade à partir da Várzea do Carmo em 1821. Aquarela de Arnaud Julien Pallière. Observa-se em primeiro plano, ponte sobre o canal fluvial original do Rio Tamanduateí. Na colina, a torre da Igreja do Carmo à direita, ao centro a ladeira do Carmo (atualmente início da Av. Rangel Pestana) e à esquerda, a torre da Igreja do Colégio. Fonte: LAGO (1998) apud PMSP/SMC/DPH (2006).

FIGURE 12 – View of the city from the Várzea do Carmo in 1821. Watercolor by Arnaud Julien Pallière. In the foreground, a bridge over the original fluvial channel of the Tamanduateí River can be seen. On the hill, the tower of the Igreja do Carmo is on the right, the slope of the Carmo (currently the beginning of Av. Rangel Pestana) is in the center, and the tower of the Igreja do Colégio is on the left. Source: LAGO (1998) apud PMSP/SMC/DPH (2006).

GOUVEIA (2010) identificou a retirada de materiais do Morro do Piolho, no bairro da Liberdade, na cidade de São Paulo para aterramento da várzea do Rio Tamanduateí (Figuras 15 e 16).

Comumente há pequenos aterros com material removido dos morros e sistemas vertentes das adjacências, e até mesmo material sedimentar

removido dentro da própria planície e das retificações dos canais fluviais. Também podem ser feitos cortes de taludes em terraços. Todos estes processos antrópicos e urbanos acabam modificando a composição dos materiais superficiais das planícies, fazendo com que o pesquisador tenha que ter atenção redobrada para identificar possíveis “con-

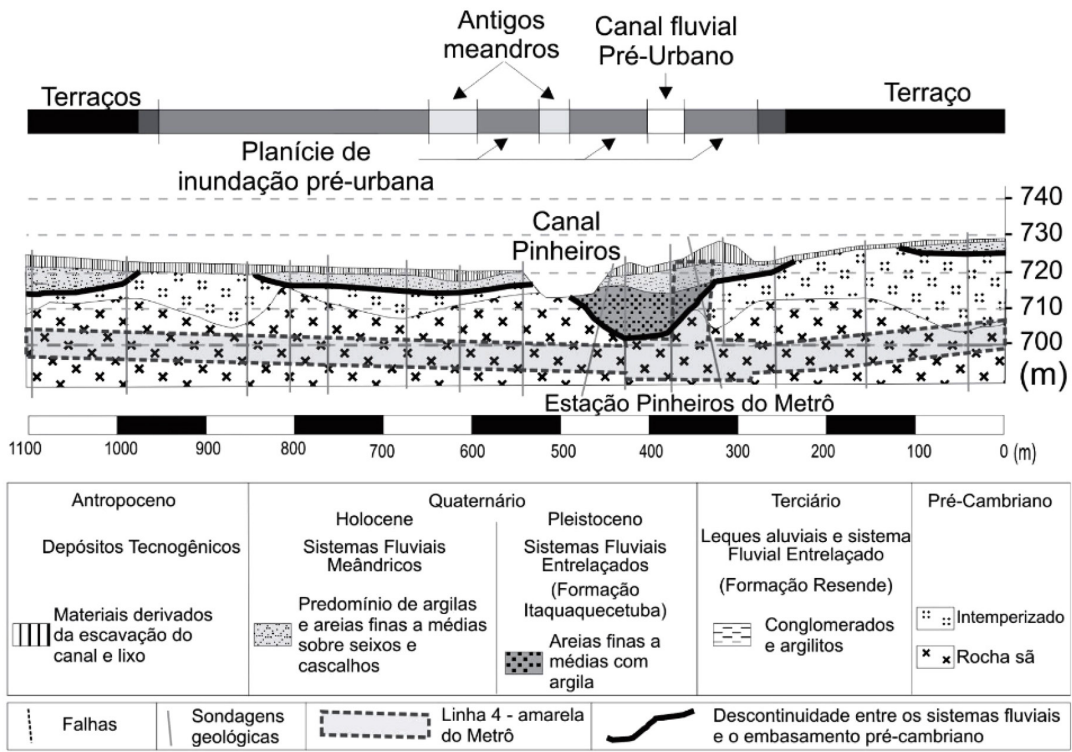


FIGURA 13 – Estratigrafia da planície fluvial do Rio Pinheiros com base nas sondagens do Metrô. Fonte: LUZ (2010).

FIGURE 13 – Stratigraphy of the Pinheiros River floodplain based on Metro surveys. Source: LUZ (2010).



FIGURA 14 – Diferentes profundidades de impacto nos materiais pré-perturbação evidenciadas pelo contato entre os depósitos tecnogênicos e os sedimentos fluviais. À esquerda, onde era a Av. Faria Lima, a espessura dos depósitos tecnogênicos é maior, ao contrário da direita, onde se localizava o calçamento e as edificações do bairro. Fonte: LUZ (2010).

FIGURE 14 – Different impact depths in pre-disturbance materials evidenced by the contact between technogenic deposits and fluvial sediments. On the left, where Av. Faria Lima was located, the thickness of technogenic deposits is greater, unlike on the right, where the pavement and neighborhood buildings were situated. Source: LUZ (2010).



FIGURA 15 – Morro do Piolho em 1904. Rua Espírita com Rua Lavapés, bairro do Cambuci, São Paulo. Observa-se, ao fundo, a retirada de terra. Fonte: Autor: sem referência. Extraído de <https://www.facebook.com/photo/?fbid=187541422722483&set=a>.

FIGURE 15 – Morro do Piolho in 1904. Rua Espírita with Rua Lavapés, Cambuci neighborhood, São Paulo. In the background, earth removal can be observed. Source: Author: unreferenced. Extracted from <https://www.facebook.com/photo/?fbid=187541422722483&set=a>.





FIGURA 16 – Retificação do Rio Tamanduaté em 1914. Fonte: Autor: sem referência. Extraído de <https://www.facebook.com/MemoriasdoTamanduatei/photos/pb.100077903134153.-2207520000/887819518067229/?type=3>.

FIGURE 16 – Rectification of the Tamanduatei River in 1914. Source: Author: unreferenced. Extracted from <https://www.facebook.com/MemoriasdoTamanduatei/photos/pb.100077903134153.-2207520000/887819518067229/?type=3>.

taminação” de materiais externos e retiradas de horizontes mais superficiais por cortes de talude e remobilizações.

Alguns aspectos dos materiais superficiais também podem ser obtidos por fotografias aéreas e levantamentos topográficos, principalmente no caso de grandes aterros, cavas e cortes de talude. De maneira secundária, outras fontes também podem ser utilizadas, como imagens de satélite e radar, cadastros fundiários, fotografias e descrições de naturalistas, viajantes e escritores (HOOKE & KAIN 1982, RODRIGUES 2001).

MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010) encontrou em descrições de viajantes informações acerca de materiais superficiais nos primórdios da cidade de São Paulo, conforme segue:

*“Embora predominasse nelas o branco da tabatinga – saibro ou barro branco tirado de certos locais da beira do Tamanduateí, de onde se originou o nome Tabatinguera – é possível que as fachadas de algumas dessas habitações fossem pintadas de cores vivas.”* (BRUNO 1991, p.119).

O mineralogista Mawe, em 1807, observou que o calçamento das ruas era feito com “grés cimentado com óxido de ferro, contendo grandes seixos de quartzo redondo” e Von Martius escreveu que as ruas de São Paulo eram, em parte, pavimentadas com “quartzo branco encontrado no

granito gnaissificado existente nas cercanias da cidade” (BRUNO 1991, p.171).

Esse pavimento era uma formação de aluvião – explicou o inglês – contendo ouro, de que se encontravam muitas partículas em fendas e buracos, depois das chuvas pesadas, quando eram diligentemente procuradas pelos pobres. Aliás, segundo a Viagem Mineralógica, de Martim Francisco e José Bonifácio, viam-se mesmo pessoas catando pepitas de ouro arrastadas pelas enxurradas, nos barrancos existentes em torno da igreja do Carmo, quando acabavam os aguaceiros fortes (BRUNO 1991, p. 170).

### Processos

As informações a respeito dos processos pré-urbanos são obtidas a partir de acervos históricos onde estão arquivados relatórios técnicos e operacionais de sistemas hidráulicos, planos e projetos de engenharia, levantamentos climáticos e hidrológicos. As redes de medições climáticas e hidrológicas também são outra importante fonte de dados pré-urbanos, no entanto, a maioria delas é de implantação recente ou abrange poucas localidades. Estas redes também acabam sendo a principal fonte para dados sobre os processos atuais.

Um exemplo do uso desse tipo de fonte pode ser visto em LUZ (2014), que estimou a vazão de margens plenas do antigo Rio Pinheiros em 159 m<sup>3</sup>/s com base em dados do acervo da Fundação Energia e Saneamento e do relatório técnico “Melhoramentos do Rio Tietê em São Paulo”, do Engenheiro Sanitarista Saturnino Brito de 1926 (Figuras 17 e 18).

Processos hidrológicos e geomorfológicos também podem ser obtidos por fotografias aéreas e cartas topográficas, principalmente no caso da delimitação de áreas alagáveis, bacias de inundação, dinâmica de meandros, erosão e sedimentação nas margens dos canais (Figuras 19 e 20).

De maneira secundária, outras fontes também podem ser utilizadas, como fotografias, marcos em estruturas permanentes na paisagem (pontes, represas, estradas etc.) (Figura 21), jornais (Figura 22) e descrições de naturalistas, viajantes e escritores (HOOKE & KAIN 1982, RODRIGUES 2001), como no exemplo abaixo:

*“Mas em Piratininga [...], quando o dia é mais abrasador com o ardor do sol [...] vem a chuva trazer-lhe refrigério [...]. Na primavera, que principia em setembro, e no verão que começa em dezembro, caem abundantes e frequentes chuvas com grande*

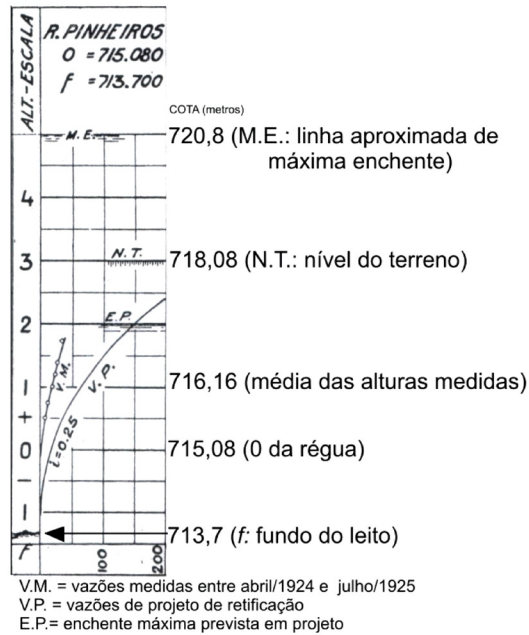


FIGURA 17 – Diagrama de descarga do Rio Pinheiros de acordo com observações de 1924 a 1925. Fonte: LUZ (2014).

FIGURE 17 – Discharge diagram of the Pinheiros River based on observations from 1924 to 1925. Source: LUZ (2014).

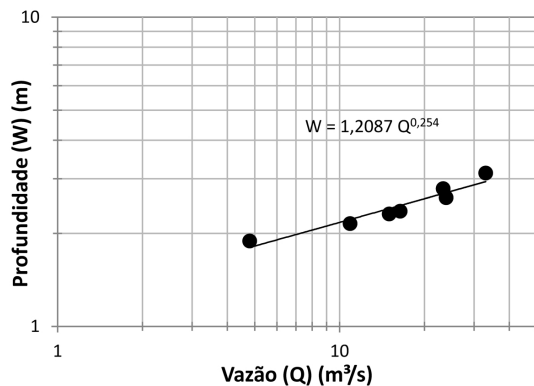


FIGURA 18 – Relação entre profundidade (W) e vazão (Q) a partir dos dados de Brito (1926). Fonte: LUZ (2014).

FIGURE 18 – Relationship between depth (W) and flow rate (Q) based on Brito's data (1926). Source: LUZ (2014).

*tempestade de trovões e relâmpagos. Há então enchentes dos rios e as grandes inundações dos campos, tempo em que com pouco trabalho se toma entre as ervas grande quantidade de peixes que saem dos leitos dos rios para pôr os ovos. Mas no inverno acabam as chuvas [...]. Então os rios descem*

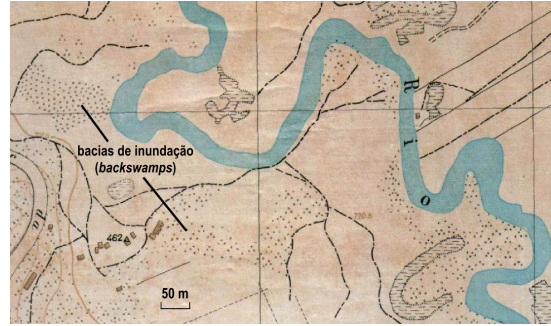


FIGURA 19 – Excerto de carta do SARA Brasil mostrando meandros ativos e abandonados e áreas úmidas (possíveis bacias de inundação/backswamps).

FIGURE 19 – Excerpt from the SARA Brasil map showing active and abandoned meanders and wetlands (possible flood basins/backswamps).

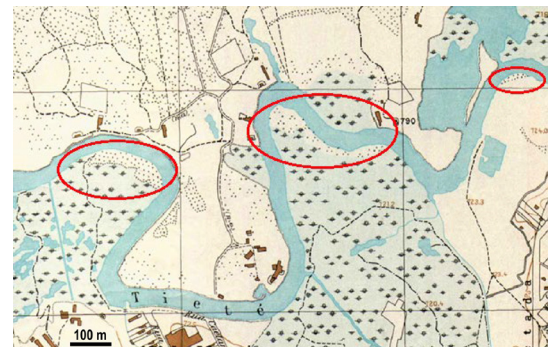


FIGURA 20 – Excerto de carta do SARA Brasil mostrando bancos de areia em margem de meandros do Rio Tietê.

FIGURE 20 – Excerpt from the SARA Brasil map showing sandbanks on the margins of the Tietê River meanders.



FIGURA 21 – Marcas de inundações em poste. Fonte: ALVES (2017).

FIGURE 21 – Flood marks on a pole. Source: ALVES (2017).



FIGURA 22 – Notícia sobre as inundações em São Paulo em 1929, publicada no Correio Paulistano (Ano 1929, Edição 23469). Fonte: Hemeroteca Digital Brasileira ([https://memoria.bn.gov.br/DocReader/docreader.aspx?bib=090972\\_07&pasta=ano%201929&pesq=enchente%201929&pagfis=34199](https://memoria.bn.gov.br/DocReader/docreader.aspx?bib=090972_07&pasta=ano%201929&pesq=enchente%201929&pagfis=34199)).

FIGURE 22 – News about the floods in São Paulo in 1929, published in Correio Paulistano (Year 1929, Edition 23469). Source: Hemeroteca Digital Brasileira ([https://memoria.bn.gov.br/DocReader/docreader.aspx?bib=090972\\_07&pasta=ano%201929&pesq=enchente%201929&pagfis=34199](https://memoria.bn.gov.br/DocReader/docreader.aspx?bib=090972_07&pasta=ano%201929&pesq=enchente%201929&pagfis=34199)).

*e baixam até o fundo, de maneira que com as mãos se costuma apanhar entre as ervas grande quantidade de peixe”. (Carta sobre as coisas naturais de São Vicente. Carta do Irmão José de Anchieta ao General P. Diogo Laínes, Roma, São Vicente, 31 de maio de 1560).*

MOROZ-CACCIA GOUVEIA (2010) identificou a partir da historiografia que o desencadeamento ou agravamento de processos morfodinâmicos era bastante explícito já nos primórdios da vila de São Paulo:

*“Também as chuvas causavam estragos de toda espécie nas humildes ruas ou nos caminhos toscos da povoação do Campo. As enxurradas lanhavam o solo todo, dando origem a uma porção de covas e valetas por toda parte.” (BRUNO 1991. p.152).*

Tais aspectos podem ser evidenciados também nas fotografias de Militão de Azevedo (Figura 23).

Além da deflagração de processos erosivos lineares nos leitos das ruas, há diversos relatos a respeito da presença de processos erosivos ainda mais severos nas vertentes da colina do núcleo central. Em BRUNO (1991) encontra-se a referên-



Figura 23 – Ladeira São Francisco, 1862. Presença de processo erosivos lineares no arruamento. Fonte: Foto de Militão Augusto de Azevedo (TOLEDO 2004).

Figure 25 – Ladeira São Francisco, 1862. Presence of linear erosion processes in the roadway. Source: Photo by Militão Augusto de Azevedo (TOLEDO 2004).

cia: “Neste ano fiz atupir semelhante socavão em o fim da rua do Carmo – escrevia ele em 1768 – e falta-me ainda mais outro no fim da rua Santa Teresa, para ficar de todo preservada a cidade das ruínas que a ameaçavam.” (p.190)



Recorrer a essas fontes de informações indiretas consolida o esforço de ampliação do monitoramento de balanços e taxas dos processos derivados das ações antrópicas. A recuperação dessas informações é um recurso metodológico para permitir reconstituir os processos e formas da geomorfologia em um período histórico e possibilitando ainda realizar o compilado das ações antrópicas que no seu conjunto redefiniram as dimensões dos fenômenos geográficos.

Contudo, o resgate histórico tem um sentido muito mais amplo do que o resgate cartográfico especificamente. Informações não sistematizadas, ou ainda, tomadas a priori como não geográficas, podem aportar dados extremamente relevantes para a compreensão das condições geomorfológicas. BERGES (2013) procedeu com o levantamento de dados de inundação a partir de jornais regionais ou de bairro, voltados aos problemas locais. Essas fontes de informação são cruciais pois aportam detalhes de fatos e fenômenos, como as inundações e obras hidráulicas (e até mesmo intervenções importantes para desobstrução).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento geomorfológico detalhado de planícies fluviais urbanizadas só é possível por meio da pesquisa histórica e consulta a muitos tipos de fontes de informação, dentre as quais as de características geo-históricas devem ser as mais exploradas em sua diversidade de fontes, natureza e suporte físico, além das janelas de observação de campo que ainda não suprimidas pela apropriação antrópica. Logicamente, as cartas topográficas, fotografias aéreas e observações e medições de campo são as fontes de informação mais adequadas, contudo, o mapeamento das feições pré-urbanas e das modificações ocorridas ao longo do tempo nem sempre dispõe deste tipo de documentação. Quando não é possível acessar informações de geomorfologia original ou semi-preservada por meio de áreas remanescentes ou através dos dados obtidos por imagens de fotografias aéreas ou mapas antigos, o resgate cartográfico pode recorrer por meio de fragmentos de informação de fontes de informação histórica e registros iconográficos diversos, tais como jornais, fotografias, pinturas, relatórios técnicos, relatos de antigos moradores, plantas antigas entre outros, tomando todos os cuidados em relação aos aspectos históricos das técnicas utilizadas e de acuidade anteriormente mencionadas (HOOKE & KAIN 1982, RODRIGUES 2001).

No geral, as intervenções antrópicas de alto impacto nos sistemas fluviais brasileiros são relativamente recentes quando comparadas aos países da Europa e Ásia, o que faz das fontes históricas recursos adequados para a datação, dimensionamento e mapeamento dos processos geomorfológicos de décadas e séculos. Cidades de urbanização relativamente moderna como São Paulo e outras cidades do mundo tropical possuem fontes históricas, especialmente mapas, que revelam as condições pré-urbanas com bastante qualidade, uma vez que modernos e mais acurados levantamentos cartográficos puderam ser realizados no início, ou até mesmo antes, da urbanização.

Como visto, o mapeamento não é uma simples tentativa de representação dos fenômenos da realidade, ou seja, não é apenas uma ilustração dos resultados de um levantamento geomorfológico. O mapa também é o objeto de estudo do investigador, elemento fundamental da investigação e dimensionamento das mudanças causadas pelo agente antrópico nos sistemas geomorfológicos.

O avanço tecnológico nas áreas de mapeamento e análise de informações espaciais tem agregado um valor importante nas análises geomorfológicas. As geotecnologias estão em franca expansão e popularização e a capacidade de armazenamento de dados aumenta exponencialmente a cada ano. Levantamentos topográficos de detalhe têm se popularizado com os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) e sondagens geológicas e medições de processos têm sido aprimoradas, porém, a velocidade de geração destes dados não está sendo acompanhada de uma sistematização regional e de um armazenamento de dados de maneira acessível e fácil pela população e pesquisadores da área.

Mesmo neste cenário de desenvolvimento tecnológico o acesso aos documentos históricos ainda é difícil. Muitos deles ainda não foram digitalizados e disponibilizados para o público e, em alguns casos, os documentos são perdidos por causa de incêndios ou falta de estrutura dos museus, institutos e acervos.

O dimensionamento das modificações antrópicas nos sistemas geomorfológicos é cada vez mais crucial num mundo com a população concentrada em cidades, em mudança climática e com maior recorrência de eventos climáticos e geomorfológicos extremos. Cumpre agora à comunidade envolvida trabalhar na expansão destes mapeamentos e na organização dos dados, tanto os dados históricos quanto os que estão sendo gerados diariamente.

A abordagem histórica na geomorfologia vem então revelar o passado dos sistemas naturais e suas transformações antrópicas, buscando a compreensão tanto das características originais quanto das transformações ao longo do tempo. Sem esta caracterização é praticamente impossível dimensionar a magnitude das mudanças ocorridas no sistema, bem como compreender o papel dos usos e ocupações antrópicas, como a urbanização, como agente geomorfológico ativo.

## 5 AGRADECIMENTOS

Aos pareceristas da revista Derbyana pelas sugestões apresentadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A.N. 1957. *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 360 p.
- ABREU, A.A. 1982. *Análise geomorfológica: reflexão e aplicação (Uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina - MG)*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre Docência, 312 p.
- ALVES, J. 2017. Defesa Civil emite alerta de enchentes em Laranjal do Jari, no Amapá. *G1 Amapá*. Disponível em <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2017/03/defesa-civil-emite-alerta-de-enchentes-em-laranjal-do-jari-no-amapa.html>. Acesso em 9 out. 2024.
- AMARAL, R.; GUTJAHR, M.R.; ROSS, J.L.S. 2021. The occurrence of floods in São Paulo, Brazil: the Ipiranga Stream Basin case study. *International Journal of Water Management and Diplomacy*, 2: 18 p.
- ASSUMPTÃO, A.P.; MARÇAL, M.S. 2012. Retificação dos canais fluviais e mudanças geomorfológicas na planície do rio Macaé (RJ). *Revista de Geografia (UFPE)*, 29(3): 19–36.
- 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, 199 p.
- BERTRAND, G. 1972. *Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico*. Instituto de Geografia - USP (Cadernos de Ciências da Terra, 13), São Paulo, 27 p.
- BRAVARD, J.P.; MAGNY, M. 2002. *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15000 ans*. Éditions Errance, Paris, 312 p.
- BRUNO, E.S. 1991. *História e Tradições da Cidade de São Paulo, Arraial dos Sertanistas (1554- 1828)*. Editora Hucitec, São Paulo, 4ª ed., v. 1., 437 p.
- CARVALHO, D. L. R. 2006. *Indicadores geomorfológicos de mudanças ambientais no sistema*. 135f. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 135 p.
- COLTRINARI, L. 1984. Cartas Geomorfológicas. *Orientação*, 5: 96-99.
- COMISSÃO DE SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1893. *Atlas que acompanha o Relatório anual apresentado ao Exmo. Sr. Jorge Tibiriça MD. Secretário da Agricultura pelo Eng. Chefe João Pereira Ferraz*. Typographia a Vapor, São Paulo.
- COOKE, R.U.; REEVES, R.W. *Arroyos and Environmental Change in the American Southwest*. Oxford University Press, Oxford, 226 p.
- DOUGLAS, I.; LAWSON, N. 2008. The Human Dimensions of Geomorphological Work in Britain. *Journal of Industrial Ecology*, 4(2): 9–33. <https://doi.org/10.1162/108819800569771>
- FREITAS, A.A. 1914. *A plan'historia da cidade de São Paulo no período de 1800 a 1874*. Ed. Arrault, Paris.
- GREGORY, K.J. 1987. Environmental effects of river channel changes. *Regulated Rivers: Research and Management*, 1: 358–363.



- GOUDIE, A. 1993. *The Nature of the Environment*. Wiley-Blackwell, New York, 580 p.
- GURNELL, A.M.; PIERY, J.L.; PETTS, G.E. 2003. Using Historical Data in Fluvial Geomorphology. In: M. Kondolf & H. Piégay. *Tools in Fluvial Geomorphology*. West Sussex, Wiley, p. 77-101.
- HART, M.G. 1986. *Geomorphology Pure and Applied*. George Allen & Unwin, London, 228 p.
- HAYDEN, R.S. 1986. Geomorphological mapping. In: N.M. Short & R.W. Blair Junior (Ed.) *Geomorphology from Space: a global overview of regional landform*. Washington, NASA, p. 637-656.
- HIGGITT, D.L.; LEE, E.M. 2001. *Geomorphological Processes and Landscape Change: Britain in the Last 1000 Years*. Blackwell Publishers Ltd, London, 297 p.
- HOOKE, J.M. 1997. Styles of Channel Change. In: C.R. Thorne, R.D. Hey & M.D. Newson (Eds.) *Applied Fluvial Geomorphology for River Engineering and Management*. Chichester, Wiley, p. 237-268.
- HOOKE, J.M.; KAIN, R.J.P. 1982. *Historical change in the physical environment: a guide to sources and techniques*. Butterworth Scientific, London, Boston, Durban, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington, 236 p.
- KNIGHTON, D. 1998. *Fluvial forms and processes: a new perspective*. Arnold, London, 383 p.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. 1964. *Fluvial processes in Geomorphology*. W.F. Freeman and Co., New York, 522 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.
- LIMA, E.C.O. 2013. *Levantamento pioneiro da Sara Brasil: histórico, tecnologia empregada e avaliação dos produtos*. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 212 p. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-26072013-142950/pt-br.php>
- 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, Dissertação de Mestrado, 120 p.
- LUZ, R.A. 2014. *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, 246 p.
- 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>
- LUZ, R.A.; RODRIGUES, C. 2015. Anthropogenic changes in urbanised hydromorphological systems in a humid tropical environment: River Pinheiros, Sao Paulo, Brazil. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementary Issues*, 59(2): 109–135.
- MACHADO, R.P.P. 2010. Sobreposição da cartografia digital vetorial às cartas e mapas históricos da Cidade de São Paulo. In: Simpósio Iberoamericano de História da Cartografia, 3, São Paulo, *Anais*.
- MONTEIRO, C.A.F. 1981. *A questão ambiental no Brasil (1960 – 1980)*. Instituto de Geografia, Série Teses e Monografias (42), São Paulo, 133 p.
- 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*. 2010. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências

- Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado. 366 p.
- 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. *GEOUSP*, 21(1): 257–283. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2017.105342>
- Moura, N.S.V. 2001. *Análise Ambiental Urbana na área Metropolitana de Porto Alegre - RS: Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Dilúvio*. 2001. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado. 240 p.
- OKEKE, F.I. 2006. Review of Digital Image Orthorectification Techniques. *Gisdevelopment*. Disponível em <https://www.geospatialworld.net/article/review-of-digital-image-orthorectification-techniques/>. Acessado em 15 out. 2024.
- OTTO, J.C.; SMITH, M.J. 2013. Geomorphological mapping. In: L.E. Clarke & J.M. Nield (Eds.) *Geomorphological Techniques* (Online Edition), London, British Society for Geomorphology. Disponível em <https://www.geomorphology.org.uk/app/uploads/2024/02/BSG-Geomorphology-Techniques.pdf>. Acessado em 01 nov. 2024.
- PETRONE, P. 1961. *A baixada do Ribeira: estudo de geografia humana*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 401 p.
- PETRONE, P. 1965. *Aldeamentos paulistas e sua função de valorização da região paulistana: estudo de geografia histórica*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Livre Docência, 396 p.
- PIÉGAY, H.; WALLING, D.E.; LANDON, N.; HE, Q.; LIÉBAULT, F.; PETIOT, R. 2004. Contemporary changes in sediment yield in an alpine mountain basin due to afforestation (the upper Drôme in France). *Catena*, 55(2): 183–212. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(03\)00118-8](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(03)00118-8).
- PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA/DPH. 2006. *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís – Número 5, março-abril 2006*. Disponível em <http://www.arquiamigos.org.br/info/info05/index.html>. Acessado em nov. 2009.
- PMSP/SECRETARIA MUNICIPAL DE CULTURA/DPH. 2008. *Informativo do Arquivo Histórico Municipal Washington Luís - Número 4, setembro-outubro 2008*. Disponível em <http://www.arquiamigos.org.br/info/info20/index.html#topo>. Acessado em dez. 2009.
- ROBRAHN-GONZALEZ, E.M.; DEBLASIS, P.; BORNAL, W.; NARCISO, P.M.S.; LUZ, R.A.; SILVA, E.; SILVA, R. 2012. *Paisagens Culturais da Baía de Santos*. CODESP - Companhia Docas de Santos, Santos, 175 p.
- 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. 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. 2006 *Guia de Excursão VI SINAGEO: Sistemas geomorfológicos e o impacto da urbanização na metrópole de São Paulo*. Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6, Goiânia.
- 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.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA; I.C.; LUZ; R.A.; MANTOVANI; J.; VENEZIANNI; Y. 2012. *Plano de manejo da APA Várzea do Rio Tietê: diagnóstico do meio físico, sub-módulo recursos hídricos*. Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP), Fundação Florestal (Governo do Estado de São Paulo), 142 p.
- RODRIGUES, C.; MOROZ-CACCIA GOUVEIA; I.C. 2013. Importância do fator antrópico na redefinição de processos geomorfológicos e riscos associados em áreas urbanizadas do meio tropical úmido. Exemplos na Grande São Paulo. In: A.J.T. Guerra & M.C.O. Jorge (Eds.) *Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas*. São Paulo, Oficina de Textos, p. 66-94
- SANTOS, R.L. 2018. *Cartografia geomorfológica retrospectiva do sítio urbano de Cuiabá (MT)*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 191 p.
- SÃO PAULO. 2023. *GEOSAMPA – Mapa digital da cidade de São Paulo*. Disponível em [http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/\\_SBC.aspx](http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx)
- SEABRA, M.F.G. 1977. *Cooperativas agrícolas mistas do estado de São Paulo: estudo de geografia econômica*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 270 p.
- SEABRA, O.C.L. 1987. *Os meandros dos rios nos meandros do Poder: o processo de valorização dos Rios e das Várzeas do Tietê e Pinheiros na cidade de São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 243 p.
- SILVA, J.P. 2005. *Expansão urbana e evolução geomorfológica em remansos de reservatórios: análise comparativa de duas bacias hidrográficas em Guarapiranga, São Paulo*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 122 p.
- SILVA, E.C.N.; DIAS, M.B.G.; NUNES, J.O.R.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, A.A. 2019. A urbanização do oeste paulista e a formação de feições tecnogênicas. *Revista do Instituto Geológico*, 40(1): 67-81. <https://doi.org/10.33958/revig.v40i1.629>
- SOTCHAVA, V.B. 1977. *O estudo de geossistemas*. Instituto de Geografia - USP (Métodos em Questão, 16), São Paulo, 51 p.
- SOTCHAVA, V.B. 1978. *Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre*. Instituto de Geografia-USP (Biogeografia, 14), São Paulo, 23 p.
- TITARELLI, A.H.V. 1975. *Vale do Parateí: estudo geomorfológico*. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 190 p.
- THORNES, J.B.; BRUNSDEN, D. 1977. *Geomorphology & Time*. Routledge, London, 226 p.
- TOLEDO, B. L. *A São Paulo de Militão Augusto de Azevedo por Benedito Lima de Toledo: visita guiada à sala dedicada ao fotógrafo na exposição São Paulo, 450 anos – A imagem e a memória da cidade no acervo do IMS*. Instituto Moreira Salles, São Paulo, 2004, 40p.
- TRICART, J. 1965. *Principes et Méthodes de la Géomorphologie*. Masson et Cie, Paris, 496 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>.
- TRIMBLE, S.W; COOKE, R.U. 1991. Historical Sources for Geomorphological Research in the United States. *The Professional Geographer*, 43(2): 212–228. <https://doi.org/10.1111/j.0033-0124.1991.00212.x>
- TRIMBLE, S.W.; WEIRICH, F.H.; HOAG, B.L. 1987. Reforestation and the reduction of water yield on the Southern Piedmont since circa 1940. *Water Resources Research*, 23(3): 425–437. <https://doi.org/10.1029/WR023i003p00425>

- 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, 468 p.
- VERSTAPPEN, H.T. 1983. *Applied Geomorphology: geomorphological surveys for environmental development*. Elsevier, Amsterdam, 450 p.
- WHARTON, G. 1995. The channel geometry method: guidelines and applications. *Earth Surface Process and Landforms*, 20: 649–660. <https://doi.org/10.1002/esp.3290200707>
- WHARTON, G.; ARNELL, N.W.; GREGORY, K.J.; GURNELL, A.M. 1989. River discharge estimated from channel dimensions. *Journal of Hydrology*, 106(3–4), 365–376. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(89\)90080-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(89)90080-2)
- WHITLOW, J.R.; GREGORY, K.J. 1989. Changes in Urban Stream Channels in Zimbabwe. *Regulated Rivers: Research and Management*, 4: 27–42. <https://doi.org/10.1002/rrr.3450040104>
- ZANATTA, F.A.S.; LUPINACCI, C.M.; BOIN, M.N. 2020. Correlation between land use and geomorphological features: a proposal of analysis using retrospective mapping. *Sociedade e Natureza*, 32: 494–512. <https://doi.org/10.14393/SN-v32-2020-55730>

*Endereço dos autores:*

Cleide Rodrigues (ORCID: 0000-0003-4481-7445) e Yuri Veneziani (ORCID: 0000-0002-7734-5344) – 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-mails:* cleidrig@usp.br, yuri.veneziani@gmail.com

Rodolfo Alves da Luz\* (ORCID: 0000-0002-6608-4898) – Universidade Federal do Tocantins, Campus de Palmas, Avenida NS-14, ALCNO 14 (Quadra 109 Norte), Anexo do PPGDR Professora Isabel Auler - Laboratório de Análise Regional e Geoprocessamento, Plano Diretor Norte, CEP 77001-090, Palmas, TO, Brasil. *E-mail:* rodolfodaluz@uft.edu.br

Isabel Cristina Moroz Caccia-Gouveia (ORCID: 0000-0001-6156-3446) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente, Rua Roberto Simonsen, 305 - Centro Educacional, CEP 19060-900, Presidente Prudente, SP, Brasil. *Email:* isabel.moroz@unesp.br

Iury Tadashi Hirota Simas (ORCID: 0000-0001-9840-3091) – Imagem Geosistemas, Ed. Alpha Office, R. Itajai, 80, 7º andar, Altos do Esplanada, CEP 12246-856, São José dos Campos, SP, Brazil. *E-mail:* iury.hirota@img.com.br

Deborah Carvalho (ORCID: 0009-0006-9060-4757) – Rua Dom Duarte Leopoldo, 282, Casa 3, Cambuci, CEP 01542-000, SP, Brasil. *E-mail:* oi.deborahcarvalho@gmail.com

\*Autor correspondente

*Artigo submetido em 19 de novembro de 2024, aceito em 20 de dezembro de 2024.*

