

ALTERAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS NA BACIA DO CÓRREGO DO SOCEGO: UM ESTUDO DAS TRANSFORMAÇÕES PAISAGÍSTICAS EM VOÇOROCA URBANA

Matheus França Duarte da Silva ¹
Cenira Maria Lupinacci ²

RESUMO

A temática sobre voçorocamentos em áreas urbanas vem sendo debatida e discutida cada dia com mais frequência, principalmente em virtude da velocidade com que as alterações humanas estão impactando diretamente o processo natural da erosão, tornando este mais agressivo e ampliando seus riscos diretos e indiretos à própria sociedade. No estado de São Paulo, os municípios de Americana e Santa Bárbara d' Oeste, apresentam limites municipais artificiais por sua extensa área de conurbação urbana, contudo, o Córrego do Socego determina uma pequena parte dos limites municipais de forma natural. Assim a bacia hidrográfica do referido Córrego apresenta um grande voçorocamento em área urbana, o qual será objeto de estudo deste artigo. Desta forma o objetivo é avaliar as condições e alterações no relevo em função da ocupação antrópica que está impactando diretamente a extensão da área de estudo. Para realização da proposta, foram empregadas técnicas de mapeamento utilizando o software ArcGisPro versão 3.3.1, onde delimitou-se a área de estudo e respectivamente da bacia hidrográfica a partir da carta topográfica em escala 1:10.000 do IGC (Instituto Geográfico Cartográfico do Estado de São Paulo). Para atingir o objetivo proposto foi realizado o mapeamento geomorfológico da bacia a partir de ortofotos digitais de 2010 em escala 1:25.000 da EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.). O mapeamento se baseou nas propostas de simbologias estabelecidas por Verstappen, Zuidam (1975) e Tricart (1977). Para validação das informações e averiguar possíveis dúvidas, realizou-se trabalhos de campo para maior precisão dos resultados. Com isso, os principais resultados obtidos evidenciam a mudança geomorfológica que a área vem passando, destacada principalmente pelo voçorocamento de cabeceira existente no córrego, o qual vem aumentando com o passar dos anos, concomitantemente com o aumento da ocupação. Os materiais erodidos estão sendo transportados para sua jusante, foz e proximidades, onde encontram-se áreas de baixa energia fluvial em que os sedimentos estão sendo depositados, em especial na foz, na forma de leque aluvial. Além disso, foram identificados vários ravinamentos e quantidade considerável de sulcos erosivos. Por sua vez, conforme constatado em trabalho de campo, o processo de ocupação da área está gradativamente aumentando conforme novos empreendimentos vêm sendo instalados. Estes empreendimentos aumentam a impermeabilização do solo, implantam-se cortes de taludes, aterram setores do córrego em parte de seu leito e da voçoroca. Na voçoroca, especificamente, verificou-se que parte de suas margens sofreram aterramento, criando altos taludes, o que pode ocasionar maior dinamicidade à forma. Assim, estas modificações antrópicas estão colaborando para a alteração da paisagem, provocando mudanças na dinâmica do processo erosivo linear.

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Estadual Paulista – Júlio de Mesquita Filho – Campus de Rio Claro - UNESP, mfd.silva@unesp.br;

² Profª Dra. Cenira Maria Lupinacci, vinculada ao Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental – DGPA, Universidade Estadual Paulista – Campus de Rio Claro - UNESP, cenira.lupinacci@unesp.br;



INTRODUÇÃO

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (Almeida Filho; Almeida, 2016, p. 3-4), apresenta a classificação das feições erosivas lineares amplamente usada no Brasil, como sendo: sulcos (feições alongadas resultantes do processo do escoamento concentrado da água), ravinas (incisões sem a presença do lençol freático) e voçorocas (canais esculpidos pelo afloramento do lençol freático).

Coelho Netto, Augustin, Castro (2023, p. 1), discorrem sobre o conceito das voçorocas, a qual consideram como feições erosivas com incisões lineares alongadas nos terrenos, cujo o agente formador é o escoamento hídrico de maneira concentrada e sendo mais presente em regiões tropicais úmidas e subúmidas. Além disso, podem resultar em desvios de cursos d'água, rápida sedimentação nos fundos de vale, afetando solos, vegetações naturais ou plantadas, ecossistemas, habitats, conjunto de espécies de peixes, comprometimento de qualidade da água, entre outros.

Na vertente socioambiental, as voçorocas vêm sendo consideradas como um tipo agressivo de erosão hídrica, onde é promovido a perda rápida e volumosa de terras agricultáveis, terrenos urbanos e infraestrutura (Coelho Netto; Augustin; Castro, 2023, p. 1). Apesar de ser um fenômeno natural, a erosão torna-se acelerada com a intervenção humana (Guerra, 2016, p. 48).

No estado de São Paulo, onde houve maior crescimento populacional e transformação de uso e ocupação da terra, as voçorocas ou boçorocas tornaram-se um problema relevante, especialmente quando desenvolvidas nas margens de perímetros urbanos (Ab'Saber, 1968, apud Francisco; Nunes; Tommaselli, 2010, p. 50).

A grande maioria das voçorocas, principalmente as localizadas nos terrenos sedimentares da Bacia do Rio Paraná, foram condicionadas pelas formas de uso e ocupação do solo e se desenvolveram principalmente nas últimas décadas (Francisco; Nunes; Tommaselli, 2010, p. 50).

Neste contexto, os municípios de Americana e Santa Bárbara d'Oeste, integrantes da Região Metropolitana de Campinas (RMC), no estado de São Paulo, apresentam expressivo processo de conurbação urbana ao longo de praticamente toda a extensão de seus limites territoriais. A exceção ocorre na porção norte, onde se localiza a bacia hidrográfica do Córrego do Socego, a qual constitui um divisor natural entre os dois municípios.



O córrego da bacia hidrográfica em questão, apresenta um setor de voçorocamento em sua área a montante e variadas feições geomorfológicas ao longo da extensão total da bacia, a qual é marcada pela presença de malha urbana e áreas agrícolas destinadas à expansão urbana.

Desta forma, o objetivo deste artigo é avaliar as condições e alterações no relevo em função da ocupação antrópica que está impactando diretamente a extensão da área de estudo e reconhecer as condições atuais evidenciando as principais alterações geomorfológicas constatadas em trabalhos de campo.

METODOLOGIA

Para atingir o objetivo, foi elaborado o mapeamento geomorfológico, utilizando ortofotos digitais de 2010, produzidas pela Empresa Metropolitana de Planejamento (EMPLASA), disponível gratuitamente pelo DATAGEO (Infraestrutura de Dados Espaciais Ambientais do Estado de São Paulo). As imagens foram importadas dentro do próprio *software* Arcgis Pro através da conexão de servidor WMS. A partir do *shapefile* sobreposto à imagem da bacia, realizou-se o mapeamento geomorfológico identificando as feições presentes na área. Para cada feição foi atribuído um símbolo de acordo com a proposta de Verstappen e Zuidam (1975) e Tricart (1965) com adaptações para o meio digital. No software, para cada feição identificada foi construído um *shapefile* de ponto ou linha e sua simbologia foi criada através dos seguintes passos: propriedades de simbologia -> estrutura -> camadas de símbolos. Desta forma, empregam-se vários símbolos até que se estruture a simbologia proposta para a feição ou forma, conforme apresentado no quadro 1.

Para as formas de vertentes, realizou-se o mapeamento a partir da produção de um *shapefile* das curvas de nível da bacia, obtidas a partir da carta topográfica em escala 1:10.000 do Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo (IGC).

Classe	Tipo	Forma	Simbologia	Referência/Autor
Formas de Vertentes e Interflúvios	Vertentes	Côncavo		Verstappen & Zuidam (1975)
		Convexo		Verstappen & Zuidam (1975)
		Retilíneo		Verstappen & Zuidam (1975)
	Formas Localizadas	Sulco Erosivo		Verstappen & Zuidam (1975)

		Ravina		Tricart (1965)
		Voçoroca		Tricart (1965)
	Feições topográficas	Caimento Topográfico		Tricart (1965)
		Curval de Nível		Convenção Cartográfica
Ações das Águas Correntes	Feições Hidrogeográficas	Canal Fluvial		Tricart (1965)
		Canal Pluvial		Tricart (1965)
		Lagos		Convenção Cartográfica
	Modelado de Entalhe	Fundo de Vale Encaixado (V)		Verstappen & Zuidam (1975)
		Fundo de Vale Plano (I)		Verstappen & Zuidam (1975)
		Ruptura Topográfica Suave		Adaptado de Tricart (1965)
		Leque Aluvial		Tricart (1965)
Modelado Antrópico	Aterro			Adaptado de Tricart (1965)
	Corte			Tricart (1965)
	Ruptura Topográfica Antrópica			Mendes (2015)
	Terraço Agrícola			Verstappen & Zuidam (1975)

Quadro 1: Simbologias utilizadas no mapeamento geomorfológico. Elaborado e organizado pelo autor.

Os trabalhos de campo foram realizados com intuito de buscar as principais alterações geomorfológicas encontradas na área, principalmente nos setores que apresentam diversidade de feições geomorfológicas ou feições mais expressivas que afetam a dinâmica da bacia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A carta geomorfológica criada (figura 1) evidencia os modelados de relevo encontrados a partir das análises das ortofotos digitais e da carta topográfica, destacando que as porções urbanas estão posicionadas em interflúvios amplos, com baixo declive, em que predominam as formas de vertentes retilíneas e convexas, no setor sudeste da



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA

área. Também é evidenciado a presença do modelado antrópico de cortes e aterros, além de ruptura topográfica antropogênica.

Carta Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Socego (SP) - 2010

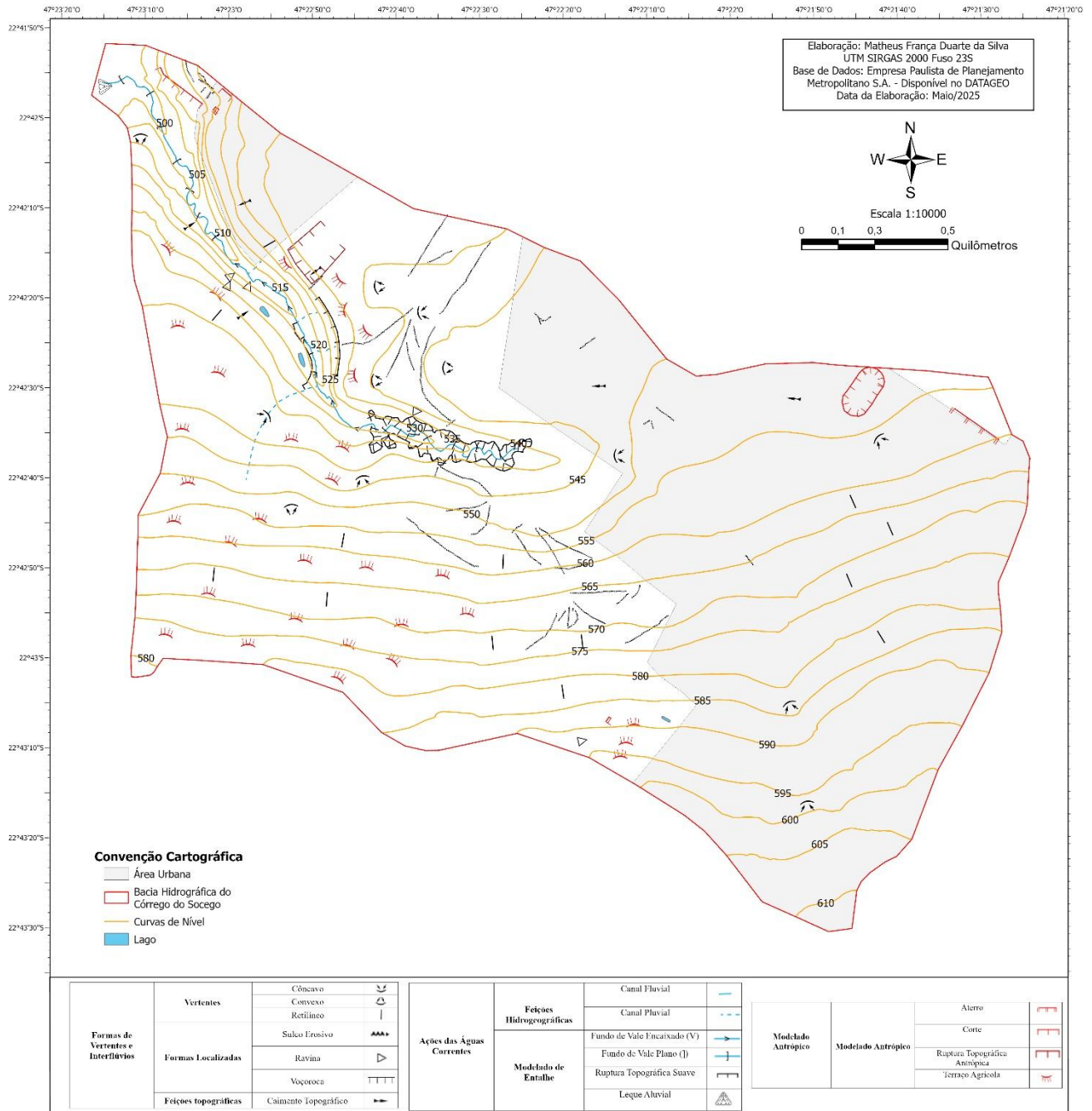


Figura 1: Carta Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Córrego do Socego.
Elaborado em maio/2025

Na região central da bacia hidrográfica em estudo, observa-se a ocorrência de um setor de voçorocamento, localizado na cabeceira do Córrego do Socego. No cenário de 2010 a área não apresentava interferência antrópicas diretas, contudo, em atividade de

campo, foi possível identificar que após catorze anos a área vem sendo diretamente impactada por ações antrópicas, como aterramentos do curso d'água, conforme apresenta a figura 2 e 3. Tais intervenções são realizadas com o uso de resíduos de materiais sólidos, de caráter antropogênico, em uma pseudo tentativa de recuperação da área degradada.



Figura 2 - Talude erosivo voçorocamento do Córrego do Socego, aterramento do córrego com materiais sólido (antropogênicos).
Registro em campo, agosto de 2024.



Figura 3 - Soterramento do Córrego do Socego em vermelho aterro erodido; amarelo ressurgência da água subsuperficial.
Registro em campo, agosto de 2024.

Em campo, foi constatado que as vertentes localizadas na margem esquerda do córrego passaram por amplas modificações, tornando-se vertentes afetadas pela dinâmica antrópica devido a aterramentos realizados com resíduos sólidos, (figura 4). Essa intervenção se estende até o fundo de vale, o qual também apresenta áreas aterradas que alteraram o curso do córrego, desviando-o para a margem direita, no sopé do talude, o que resultou em solapamento de base. A margem esquerda é caracterizada por taludes erosivos bem expostos, distribuídos em dois patamares, variando conforme o local.



Figura 4 – Modificações do relevo observadas em campo
Registro em campo, agosto de 2024.

Além disso, pode-se observar que o córrego apresenta um leque aluvial em sua confluência com o Rio Piracicaba. Esta feição tem seu tamanho alterado de acordo com os fenômenos climáticos, podendo estar reduzida ou muito grande, como apresenta as figuras 5 e 6. A feição caracteriza que o córrego está erodindo em seu setor à montante e depositando em sua jusante principalmente nas áreas de fundo de vale plano. Com a intervenção antrópica no setor erosivo a carga de transportes de sedimentos pode ter sido alterada. Essa feição em específico necessita de um monitoramento trimestral que considere as condições climáticas e de uso e ocupação da terra da circunvizinhança.



Figura 5 – Leque Aluvial no ano de 2010
Ortofotos Digitais (2010) – EMPLASA



Figura 6 – Leque Aluvial no ano de 2024 Fonte:
Fonte: Imagens Orbitais Google Earth Pro (2024)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor de voçorocamento identificado na carta geomorfológica de 2010 e estudado em trabalho de campo em 2024, encontra-se antropomorfizado, visto a grande presença de materiais tecnogênicos aterrados em suas vertentes e fundos de vale, com a pseudo proposta de recuperação da área degradada, resultando na alteração antrópica e acelerada da paisagem.

A área de entorno do voçorocamento está sendo alvo de especulação imobiliária, com projetos aprovados para expansão da malha urbana, que consequentemente irá colaborar para a transformação paisagística da área, podendo intensificar o processo erosivo por meio da impermeabilização do solo e a concentração das águas pluviais na cabeceira da voçoroca. Desta forma, se faz necessário um estudo mais aprofundado e igualmente ações efetivas no processo de recuperação da área.

Palavras-chave: Voçoroca Urbana, Bacia Hidrográfica, Feições Erosivas, Mapeamento Geomorfológico, Americana(SP).

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de pesquisa através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA FILHO, S.; ALMEIDA, M. C. J. De. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Erosão Hídrica do Tipo Ravina e Boçoroca. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana**, São Paulo, 2016.
- COELHO NETTO, A. L.; AUGUSTIN, C. H. R. R.; CASTRO, S. S. de. Editorial para o número especial “**Voçorocas: processos, métodos de estudo e de controle**”. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 24, nº ESPECIAL (2023), p. 1. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2523>. Acesso em: 15 ago. 2024.
- FRANCISCO, A. B.; NUNES, J. O. R.; TOMMASELLI, J. T. G. **A Dinâmica Espaço-Temporal do Processo de Voçorocamento no Perímetro Urbano de Rancharia-SP**. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 11, n. 1, 2010. DOI: 10.20502/rbg.v11i1.141. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/141>. Acesso em: 14 ago. 2024.
- GUERRA, A. J. T.; **Erosão dos Solos e Movimentos de Massa - Abordagens Geográficas**. Curitiba: CRV, 2016.
- MENDES, A.C.P. **Alterações morfológicas decorrentes da expansão urbana no setor leste da cidade de Rio Claro (SP): subsídios ao planejamento urbano**. 2015. 178f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 215.
- TRICART, J. **Principes et methods de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965.
- VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAN, R.A. van. **ITC System of Geomorphological survey**. In. ITC Textbook of Photo-Interpretation. Enschede: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences, 1975.