

## **CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO DE DUAS VOÇOROCAS OCORRENTES NO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)**

**IKEMATSU, P.** <sup>(1)</sup>

(1) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP e bolsista da FAPESP – modalidade Iniciação Científica (Processo 05/56234-3) – e-mail: [pri\\_ike@yahoo.com.br](mailto:pri_ike@yahoo.com.br);

**SILVA, A. M.** <sup>(2)</sup>

(2) Pesquisador bolsista da FAPESP (Processos: FAPESP 04/15.796-6 e 04/13.096-7) e professor voluntário da Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP

**PAULA, F. P.** <sup>(3)</sup>; **NOGUEIRA, D. P.** <sup>(3)</sup>; **SILVEIRA, F. M.** <sup>(3)</sup>.

(3) Graduação em Engenharia Ambiental – Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP.

### **RESUMO**

O estudo integrado dos elementos que compõem o meio físico é essencial para a determinação das expectativas de erosão visando um diagnóstico preliminar que indica as prioridades de ação e o verdadeiro grau de degradação do local em estudo. Nesse sentido, estabeleceu-se como objetivo do presente trabalho relacionar as características do meio físico com a evolução de duas feições erosivas já estabelecidas em diferentes localidades no município de Sorocaba (SP). Para a análise do ambiente físico no entorno das voçorocas selecionadas consultou-se as seguintes bases cartográficas digitais: modelo de elevação digital do terreno, mapa de declividade, mapa de forma das vertentes, mapa de cobertura do solo, mapa pedológico; além de dados climatológicos e de campo. Foram analisados os seguintes parâmetros: declividade, altimetria, forma das vertentes, cobertura do solo, classes de solo, pluviosidade média anual e porcentagem do total anual de erosividade na região. Em trabalhos de campo obteve-se informações adicionais para todos os elementos estudados quando julgou-se necessário. Utilizou-se o software IDRISI versão Kilimanjaro para consulta de todos os mapas digitais mencionados. Os resultados mostram que a voçoroca 1 (V1) está localizada em uma área de solo exposto, visto que se encontra em uma área de periferia urbana; apresenta vertente convexa, que são caracterizadas por uma área de concentração de águas pluviais, contribuindo para o aparecimento de ravinas e voçorocas e solo tipo argissolo. Já a segunda feição (V2) apresentou vertente côncava, que indica processos vigorosos de erosão linear por localizar-se em uma área de pastagem (sem cobertura do solo expressiva e com uma população de gados visivelmente mal manejada) e solo tipo latossolo. O total pluviométrico médio anual para o município é 1285mm. Examinando a erosividade, constatou-se que as chuvas são pobremente distribuídas ao longo do ano, fato que contribui para aumentar a vulnerabilidade do local aos processos erosivos. De acordo com os valores de declividade verificados, o relevo varia de plano a suave ondulado e dentro do que já foi levantado, a cobertura do solo parece ser um fator que inicia o processo e a declividade parece ser um fator que acelera o processo, isto em eventos chuvosos de grandes proporções.

Palavras-chave: meio físico, voçoroca, Sorocaba – SP.

### **INTRODUÇÃO**

No âmbito da geomorfologia, a manifestação dos processos erosivos e a definição de suscetibilidade natural à erosão são resgatadas do conhecimento da dinâmica superficial da paisagem. Nesse sentido, os fatores condicionantes desse processo deverão ser entendidos no contexto da organização, caracterização e evolução do relevo. A determinação das expectativas de erosão decorrentes das características do meio físico

perante a ocupação instalada é um diagnóstico preliminar que indica as prioridades de ação e o verdadeiro grau de degradação do local em estudo.

Dentre as modalidades de erosão existentes, destacam-se as erosões lineares (voçorocas), onde a ação antrópica acelera o processo e provoca uma ruptura no equilíbrio natural existente, principalmente através do uso e ocupação do solo, quando efetuado de maneira inadequada. São vários os fatores que interferem para a evolução dos processos erosivos lineares: relevo, tipo de solo, cobertura vegetal e pluviosidade. De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1990), dentre os fatores condicionantes que aceleram os processos erosivos, devemos considerar as forças ativas, como as características da chuva (intensidade, duração e frequência, impacto das gotas), declividade do terreno, capacidade que o solo tem de absorver água, e as forças passivas, como a resistência que o solo exerce à ação erosiva da água e a densidade da cobertura vegetal.

Um exemplo de importância da influência do relevo na dinâmica ambiental de uma região pode ser mostrado através da relação entre forma erosiva e geometria das encostas, a qual serve de subsídio à detecção de áreas mais propícias aos processos de ravinamento, sulcos e voçorocamentos (OLIVEIRA; MEIS, 1985). As vertentes naturais são, em geral, os pontos de lançamento final das águas pluviais, aumentando consideravelmente a vazão. Esse fato, quando associado a períodos chuvosos e, por conseguinte flutuação no nível freático, confere ao processo erosivo uma dinâmica acelerada (ROBAINA et al., 1995).

Considerando áreas de ocupação urbano-industrial, como é o caso de Sorocaba, uma característica típica é a intensa movimentação de terras nas áreas ocupadas. Segundo Lloret Ramos (1995), essas intervenções, de uma maneira geral, caracterizam-se por partirem de concepções que envolvem alterações significativas da topografia para permitir o assentamento da obra. Esse fato implica na necessidade de cortes profundos no terreno que podem deixar expostos às ações erosivas os substratos frágeis existentes.

O município de Sorocaba ainda necessita de estudos dessa natureza. Deste modo, estabeleceu-se como objetivo do trabalho caracterizar o ambiente físico que circunda duas voçorocas existentes em Sorocaba, mostrando que a gênese dos processos erosivos está vinculada com a dinâmica natural e com a evolução do relevo.

## **CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Sorocaba situa-se na porção sudeste do estado de São Paulo. Abrange uma área de 456 km<sup>2</sup> e uma população de 552.194 habitantes. O clima da região é, segundo classificação de Köeppen, do tipo “Cfa” (subtropical quente), tendo como

temperatura média anual 21,4°C, máxima de verão 30,1°C e mínima de inverno 12,2°C e ainda 1.285 mm de altura pluviométrica anual (SILVA, em elaboração).

Segundo Paula et al. (2006), Sorocaba apresenta um relevo de formas que enquadraram-se predominantemente na categoria “Retilíneo / Plano”, ainda que as formas Côncavas e Convexas ocorram de forma expressiva na região. Na região ocorrem principalmente solos das classes Argissolos e Latossolos, embora ocorra também Cambissolos, Neossolos litólicos e Gleissolos em algumas porções do município (OLIVEIRA et al, 1999).

## **METODOLOGIA**

Os valores de altimetria dos locais de estudo foram obtidos consultando-se o Modelo de Elevação Digital, o qual foi adquirido junto ao trabalho desenvolvido por Silva (2004). Para consulta dos valores de declividade, utilizou-se o mapa digital de declividade referente ao município de Sorocaba, elaborado por Paula et al. (2006). A forma das vertentes dos locais de estudo foi observada consultando-se o mapa de formas de vertentes para o município de Sorocaba também elaborado por Paula et al. (2006). A verificação da cobertura do solo predominante nas adjacências dos locais estudados foi feita através de consulta ao mapa de uso da terra (período: 2003) apresentado por Silva (2004). Os dados climatológicos utilizados até o momento foram obtidos junto à estação meteorológica situada no campus da Faculdade de Tecnologia (Fatec – Sorocaba), a fim de conhecer o comportamento pluviométrico do período de estudo e verificar qual o período onde as chuvas são mais agressivas. Por fim, a classe de solos ocorrente em cada local foi verificada consultando-se o mapa digital de solos elaborado por Oliveira et al. (1999).

Para todos os parâmetros, quando foi o caso obteve-se também em campo informações complementares. Utilizou-se o software IDRISI versão Kilimanjaro (EASTMAN, 2004) para consulta de todos os mapas digitais mencionados sobre a caracterização do meio físico.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A Tabela 1 mostra os principais parâmetros analisados e seus respectivos resultados obtidos referentes às voçorocas em estudo. Em trabalhos de campo foram registradas as coordenadas geográficas de cada feição erosiva usando-se um aparelho GPS. A primeira delas (V1) está localizada às margens da rodovia que liga Sorocaba com Itu (coordenadas (UTM 23S): 251305,9 W e 7401799,0 S) em área peri-urbana. A segunda voçoroca (V2)

está localizada na área rural (coordenadas (UTM 23 S): 249478,8 W e 7412431,8 S), cuja ocupação predominante é a pastagem e contendo uma população de gados visivelmente mal manejada.

Analisando a cobertura do solo (Figura 1), verificou-se que V1 está localizada em uma zona de confluência entre uma área de solo exposto (predominante) e um fragmento de Vegetação Natural Remanescente. Nessa área, o processo de urbanização foi intenso, sendo um forte agente de alteração da dinâmica natural e acelerando o processo erosivo. O atual uso da terra nas adjacências de V2 explica o atual impacto ambiental ocorrente neste ponto. A presença do gado afeta a estrutura do solo e a também cobertura de vegetação, contribuindo para o progresso acelerado das feições erosivas. Neste caso, o correto manejo dessa prática é fundamental para garantir a produtividade sustentável do sistema de produção e à conservação dos recursos ambientais, evitando ou minimizando os impactos negativos da erosão (PRIMAVESI, 1987).

Tabela 1. Caracterização do ambiente físico da área de ocorrência das voçorocas.

Parâmetros	V1	V2
Coordenadas geográficas (UTM 23S)	251305,9 W e 7401799,0 S	249478,8 W e 7412431,8 S
Declividade local (%)	3,7	7,4
Cobertura do solo	Solo exposto	Pastagem
Solos	Argissolo	Latossolo
Forma da vertente	Convexa	Côncava
Altitude (m)	580	560
Clima (pluviosidade média anual e % do total anual de erosividade na região)	1.285 mm / ano e 69,17%	

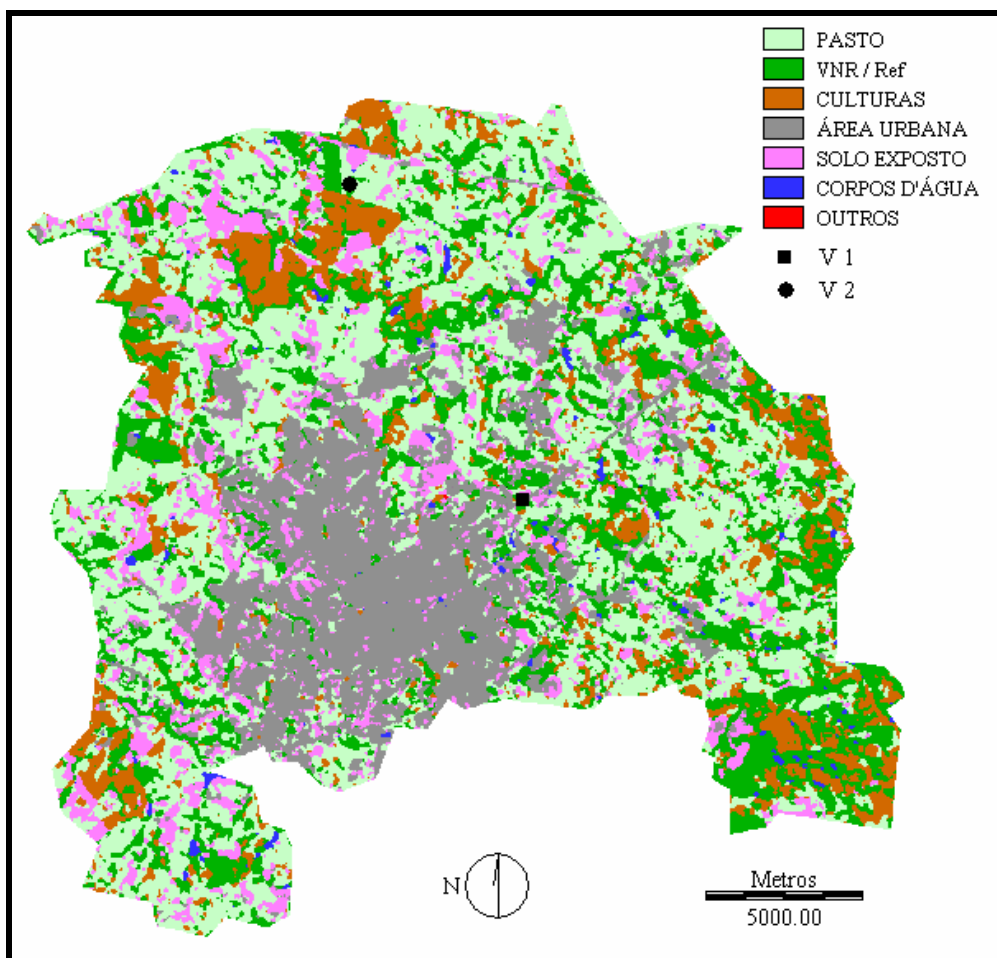


Figura 1: Localização das feições erosivas no município de Sorocaba.

Conforme já exposto, o total pluviométrico médio anual para o município é 1285 mm. Silva (submetido) menciona que o quadrimestre mais erosivo corresponde aos meses Dez-Jan-Fev-Mar, representando 69,17% de todo potencial anual. O mesmo autor cita que dentro do contexto da sazonalidade, a distribuição das chuvas e também da sua erosividade são bastante irregulares, apresentando um coeficiente de variação 93,6%, considerado alto e confirmando que as chuvas são pobremente distribuídas ao longo do ano. Esse fato é importante pois a concentração de chuvas em um só período colabora para aumentar a vulnerabilidade do local ao processo aqui estudado.

Segundo Santos et al. (2005), os valores de declividade verificados para os dois locais estudados enquadram-se na categoria “plano a suave ondulado”. A vertente onde localiza-se a voçoroca “V1” foi considerada convexa e a V2 côncava. Segundo Carrijo e Bacarro (2000), as vertentes convexas são caracterizadas por uma área de concentração de águas pluviais. Nessas áreas, devido à declividade mais acentuada, começam a surgir mais ravinas e voçorocas. Como essas vertentes são longas, o escoamento superficial torna-se

mais concentrado, facilitando o desenvolvimento de processos de erosão acelerada. Já nas vertentes côncavas ocorre forte concentração de água por escoamento superficial e sub-superficial; forte concentração de detritos finos transportados via escoamento superficial e tendência a processos vigorosos de erosão linear quando desprotegidos da cobertura vegetal.

As voçorocas localizam-se em faixas altimétricas semelhantes, porém a voçoroca V1 parece localizar-se em média vertente e a voçoroca V2 em alta vertente (em região de cabeceira), fato que necessita de maiores estudos. O mesmo se diz a respeito dos solos, uma que a voçoroca V1 localiza-se num Argissolo e a V2 num Latossolo. Estudos mais detalhados estão sendo conduzidos para classificação detalhada dos solos das adjacências das voçorocas e também sua erodibilidade.

## **CONCLUSÕES**

Conclui-se que para o estudo das voçorocas a abordagem deve ser abrangente, considerando a manifestação do processo ante o arcabouço condicionante. Constatou-se que a evolução dos fenômenos erosivos depende muito da análise integrada dos elementos do meio físico. Neste sentido, a primeira etapa de um estudo de médio/longo prazo já foi concluído, e uma segunda etapa, que é o efetivo monitoramento da evolução destas voçorocas está sendo iniciado. Dentro do que já foi levantado, a cobertura do solo parece ser um fator que inicia o processo e a declividade parece ser um fator que acelera o processo, isto em eventos chuvosos de grandes proporções.

## **AGRADECIMENTOS**

À FAPESP pelo apoio financeiro e pelas bolsas concedidas até o momento e à Unesp / Sorocaba, pelo apoio logístico concedido em algumas etapas do trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Ícone. São Paulo-SP, 1990.
- CARRIJO, B.R., BACCARO, C.A.D. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia**, volume 2, p. 70 -83, 2000.
- EASTMAN, R. **Idrisi for Windows – Kilimanjaro version**. Clark University – USA – software, 2004.

- LLORET RAMOS, C. A erosão urbana no contexto dos sistemas de drenagem. **5º Simpósio nacional de controle à erosão**. Anais. Bauru – SP, p 101. 1995.
- OLIVEIRA, J. B. de, et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Legenda Expandida. Campinas: Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro: EMBRAPA – Solos, 64 p. 1999.
- OLIVEIRA, M. A. T.; MEIS, M. R. M. Relações entre geometria do relevo e formas de erosão linear acelerada (Bananal, SP). **Geociências**, São Paulo, 4, 87 – 99. 1985.
- PAULA, F. P. et al. Estudo das formas geométricas e da declividade das encostas no município de Sorocaba como subsídio a programas regionais de manejo e conservação do solo. **XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, Aracaju, SE, 2006.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SOROCABA-SP. Página: [www.sorocaba.sp.gov.br](http://www.sorocaba.sp.gov.br) (consulta eletrônica), 2005.
- PRIMAVESI, A. M. **Manejo Ecológico do Solo – A agricultura nas Regiões Tropicais**. 5ª edição, Editora Nobel, São Paulo-SP, 1987.
- ROBAINA et al. Processos de risco no município de Porto Alegre: erosão pluvial como condicionante essencial. **5º Simpósio Nacional de Controle à Erosão**. Anais. Bauru – SP, 262p. 1995.
- SANTOS, R. D. et al. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 5ª edição, SBCS – Viçosa – MG, 2005.
- SILVA, A.M. **Predicting land-cover change in the Sorocaba city – SP – Brazil**, 16 p. (em elaboração).
- SILVA, A.M. Caracterização do ambiente físico do município de Sorocaba e suas implicações na suscetibilidade ao processo erosivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 15 p., (submetido).
- SILVA, A.M. Diagnóstico do processo erosivo ocorrente no município de Sorocaba (SP) dentro do quadro atual de uso da terra e previsão para cenários futuros. **Projeto de Pesquisa (Modalidade Jovem Pesquisador em Centros Emergentes) financiado pela FAPESP (procs FAPESP 04/13096-7 e 04/15796-6)**, em desenvolvimento na Unidade Diferenciada de Sorocaba – UNESP, 20 p. 2004.