

# Estudo dos Processos Erosivos Lineares no Município de Mococa, SP: Proposição de controle a nível preventivo e corretivo para o planejamento do uso territorial e urbano.

Kátia Canil  
Fernando Facciolla Kertzman  
Oswaldo Yujiro Iwasa

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
Av Professor Almeida Prado, 532 cep 05508-901 São Paulo - SP  
canilkat@dce.03.ipt.br

**Abstract.** This paper describes the methodology used in the elaboration of the Erosion Suscebility Map to Mococa (SP) area. It is the mainly instrument to draw up plans for erosion prevention and control. In this work it is also considered the conservation techniques and practices which should be taken to diminish and avoid these problems.

**Keywords:** Environmental Research, Erosion, Planning, Control

## Introdução

Dentre os problemas ambientais, a degradação do solo pelos processos erosivos resulta da falta de planejamento do uso do solo adequado, que considere as particularidades do meio físico, principalmente suas potencialidades e limitações.

Vários municípios do Estado de São Paulo, apresentam suas áreas degradadas pela erosão. Segundo o Mapa de Erosão do Estado de São Paulo (IPT 1995) existem 47 municípios críticos. Daí a necessidade de se desenvolverem estudos aplicados voltados para o planejamento do uso do solo. Foi com esta preocupação que o município de Mococa solicitou ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., um estudo do meio físico para fornecer subsídios para elaboração de seu Plano Diretor, sendo a erosão um dos aspectos relevantes a ser considerado.

Este trabalho apresenta a metodologia desenvolvida para a caracterização dos processos erosivos lineares. A partir deste entendimento foram elaboradas as diretrizes gerais para prevenção e recuperação de áreas críticas em relação a estes processos.

## Algumas considerações sobre Erosão Linear ou Profunda

Erosão é o processo de “desagregação e remoção do solo ou de fragmentos e partículas de rochas, pela ação combinada da gravidade com a água, vento, gelo e/ou organismos (plantas e animais)” (IPT 1986).

Este trabalho trata da “erosão acelerada; desencadeada pela ação antrópica e pode ser de dois tipos: **erosão laminar**, ou em lençol, “quando causada por escoamento difuso das águas das chuvas, resultando na remoção progressiva dos horizontes superficiais do solo” e **erosão linear**, quando causada

por concentração das linhas de fluxo das águas de escoamento superficial, resultando incisões na superfície do terreno” na forma de sulcos, ravinas e boçorocas.

Os sulcos são pouco profundos (inferior a 50cm). As ravinas são feições de maior porte, profundidade variável e não atingem o nível d’água subterrâneo. As boçorocas tem dimensões superiores às ravinas e são geralmente ramificadas. No mecanismo de desenvolvimento desta feição atuam tanto a ação da água de escoamento superficial quanto dos fluxos d’água subsuperficiais, através do fenômeno de “piping” (erosão interna que provoca a remoção de partículas do interior do solo, formando tubos ou vazios que provocam colapsos e escorregamentos laterais do terreno, alargando a boçoroca).

## Metodologia de Trabalho

O desenvolvimento dos processos erosivos está diretamente relacionado aos condicionantes do meio físico e antrópicos. Por isso, é de fundamental importância o conhecimento do sustrato geológico, as formas de relevo e os tipos de solos de forma integrada; e também dos agentes antrópicos, através de desmatamentos, e outras formas inadequadas de uso e ocupação do solo

Este trabalho discute a importância dos condicionantes do meio físico; através da apresentação da metodologia aplicada para o estudo dos processos erosivos.

O estudo geológico está fundamentado no Mapa Geológico em escala 1:50.000 das folhas Mococa e Tambaú, realizado pela Unesp/DAEE e das folhas Guaranésia e São José do Rio Pardo, realizado pela USP.

A caracterização geomorfológica foi elaborada a partir do Mapa Geomorfológico do Estado de São

Paulo em escala 1:1.000.000, para o reconhecimento do sistema de relevo regional, com posterior detalhamento através de fotointerpretação de fotos aéreas em escala 1:60.000 da USAF, 1965. Auxiliaram na delimitação dos principais setores de relevo, o mapa de declividade, em escala 1:50.000; elaborado com intervalos de 0-6%, 6-20% e maiores do que 20% (os quais respondem adequadamente à caracterização das erosões).

A base de dados pedológicos foi obtida a partir da Carta de erosão acelerada e esboço da distribuição dos solos do município de Mococa, 1:35.000, 1986. Este mapa inclui dados sobre erosão laminar. (POLITANO, 1992).

Para o diagnóstico dos processos erosivos, foram identificadas as feições erosivas lineares (boçorocas), a partir da interpretação de fotos aéreas, na escala 1:35.000 do ano de 1984 e plotagem em base cartográfica 1:50.000.

Após a interpretação dos dados relativos à geologia, geomorfologia e pedologia foram definidas as *unidades morfopedológicas*; estas representam oito compartimentos morfopedológicos, onde cada unidade reúne determinadas características do meio físico (solo, relevo, substrato) que lhe conferem identidade e comportamento distinto de um compartimento para outro frente à erosão.

O cruzamento das informações obedece a critérios que ajustam relevos potencialmente favoráveis ao desencadeamento de processos erosivos, com compartimentos onde os solos são mais suscetíveis à erosão, criando neste caso, as suscetibilidades mais altas. Este estudo, obtido a partir de uma matriz de análise, definiu para o município de Mococa cinco classes de suscetibilidade à erosão (Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa) Quadro I.

Estas classes foram verificadas durante a realização dos trabalhos de campo.

### Caracterização do meio físico

O município de Mococa com 856,3 km<sup>2</sup>, situa-se a norte do Estado de São Paulo. Insere-se no contexto do Planalto Atlântico, caracterizado por rochas do embasamento cristalino e sedimentos imaturos silto-areno conglomeráticos. Na Depressão Periférica Paulista, destacam-se rochas sedimentares das Formações Aquidauana, Itararé, Tatuí, Pirambóia, Serra Geral e Sedimentos Aluvionares Recentes.

Os três principais sistemas de relevo regional que ocorrem na área são: Morros paralelos, Colinas Médias e Planícies Aluviais.

O município é caracterizado pelos seguintes tipos de solos principais: Latossolo Vermelho-Amarelo, Areia Quartzosa, Podzólico argiloso, Cambissolo, Litólico e Gley.

### Mapa de suscetibilidade à Erosão

O mapa de suscetibilidade à erosão representa as classes de erosão com comportamento homogêneo que ocorrem no município.

Nas áreas de suscetibilidade *Muito Alta* (I) a erosão laminar é intensa e a linear é muito expressiva. Sulcos e ravinas (de porte variado) são bastante frequentes e boçorocas de drenagem e de meia encosta identificadas por fotos somam 16 feições de grande porte contribuindo para o assoreamento dos cursos d'água.

A classe de *Alta* suscetibilidade à erosão é representada pelos compartimentos morfopedológicos IIa, IIb, IIc. Na classe IIa as boçorocas de drenagem são menos frequentes; porém é significativa a presença de sulcos e ravinas e a erosão laminar é intensa. Na classe IIb, embora as cabeceiras de drenagem sejam do tipo em anfiteatro, favoráveis ao desenvolvimento de boçorocas, estas são raras. Predominam ravinas e sulcos que são geralmente rasos devido a ocorrência de solos pouco desenvolvidos (litólicos e cambissolos). A erosão laminar é intensa. No compartimento IIc a erosão laminar é a mais intensa e significativa; ocorrem também sulcos e ravinas em encostas mais íngremes.

A suscetibilidade *Média* à erosão caracteriza os compartimentos IIIa e IIIb. No primeiro (IIIa), todos os tipos de processos são atenuados. As boçorocas de drenagem são pouco frequentes; ocorrem localmente sulcos e ravinas. A erosão laminar é moderada em função da suavidade do relevo. No compartimento IIIb a erosão laminar é moderada e os sulcos e ravinas também pouco frequentes, ocorrem em encostas um pouco mais íngremes.

Nas áreas de *Baixa* suscetibilidade à Erosão (IV) os sulcos e ravinas são pouco frequentes e a erosão laminar é moderada.

As áreas de *Muito Baixa* suscetibilidade à erosão (V) corresponde às planícies fluviais dos vales dos cursos d'água principais e de alguns afluentes. Estas áreas caracterizam o processo de sedimentação, formando depósitos de assoreamento.

### Orientações gerais para prevenção e recuperação de áreas críticas

A recuperação de áreas degradadas por erosões depende de um conjunto de procedimentos que devem se pautar em: legislação específica, em conformidade com o Plano Diretor Municipal e com a legislação vigente; execução de plano preventivo de erosões urbanas e rurais; obras de controle de erosões urbanas e rurais que mais diretamente produzem impacto nos cursos d'água e plano de recuperação dos cursos d'água impactados nas áreas críticas.

O controle e prevenção da erosão urbana deve ser realizado através de: plano de drenagem urbana, para

áreas parcialmente não consolidadas com infraestrutura, e tratamento de fundos de vales; adoção de medidas de conservação das obras de controle, através de vistorias periódicas principalmente no período que antecede os meses chuvosos; elaboração de estudo detalhado do meio físico, representando cartograficamente as potencialidades e limitações dos terrenos ante os processos erosivos para a ocupação urbana (Carta Geotécnica).

Na área rural, o controle dos processos erosivos deve ser feito através de: disciplinamento das águas superficiais nas áreas de cultura anual e adotar práticas conservacionistas, sem grande movimentação de terra através de plantio direto, culturas em faixas, enleiramento de resíduos vegetais, capinas alternadas, cobertura morta, ceifa no mato, adubação adequada e cuidados fitossanitários; práticas conservacionistas que envolvem movimentação de terra: curvas de nível e terraceamento, canais de coleta em terra ou gramados, desvios e estruturas de dissipação; obedecer as medidas citadas às normas estabelecidas por estudo prévio de capacidade de uso das terras, conservação e manutenção apropriadas.

Para o controle de erosões associadas a estradas vicinais, deve-se projetar a relocação de traçados em trechos críticos; utilizar técnicas de preservação e construção de estruturas de captação, retenção e condução de águas pluviais, com especial atenção nos desemboques de desvios, que se constituem na principal causa de erosões associadas a estradas, obediência aos critérios técnicos empregados pela Codasp.

No controle e estabilização de boçorocas propõe-se a minimização do aporte das águas pluviais das áreas de montante, através da implantação de estruturas de retenção e infiltração; disciplinamento das águas de subsuperfície através de drenos profundos; retaludamento das paredes laterais da boçoroca; proteção superficial dos taludes, do fundo da cava e regiões circunvizinhas através de revegetação adequada; e instalação de estruturas de dissipação de energia das águas no ponto de descarga.

Como medidas institucionais sugere-se a agregação de entidades representativas da sociedade civil e do poder público, visando ações conjuntas para recuperação de áreas degradadas; incorporação de orientações de ordem geotécnica ao plano diretor municipal, em especial aquelas referentes ao controle da erosão urbana; criação de áreas de preservação permanente nas áreas críticas à erosão e nas áreas de recomposição de vegetação natural, através de legislação pertinente; estabelecer restrições ao uso do solo, em conformidade com o estabelecido em levantamentos de mapas de capacidade de uso das terras; promover instalação completa de infra-estrutura nos loteamentos populares e conjuntos habitacionais a ser instalados futuramente no município, por meio do

código de obras e de lei de parcelamento do solo do município.

## Bibliografia

IPT. Subsídios do meio físico para a elaboração do Plano diretor do Município de Mococa, SP. Relatório no Prelo. São Paulo, 1996.

IPT. Erosão no Estado de São Paulo. Relatório n<sup>o</sup> 33402. São Paulo, 1995.

IPT. Bases Técnicas para a recuperação de bacias hidrográficas. Projeto Piloto do rio Santo Anastácio - 3<sup>a</sup> fase. Relatório n<sup>o</sup> 32357. São Paulo, 1994.

IWASA, O.Y.; PRANDINI, F.L. Diagnóstico da origem e evolução de boçorocas: Condição fundamental para prevenção e correção. *Anais do Simpósio sobre controle de erosão*, Curitiba, 1980. V.2. p.5-34.

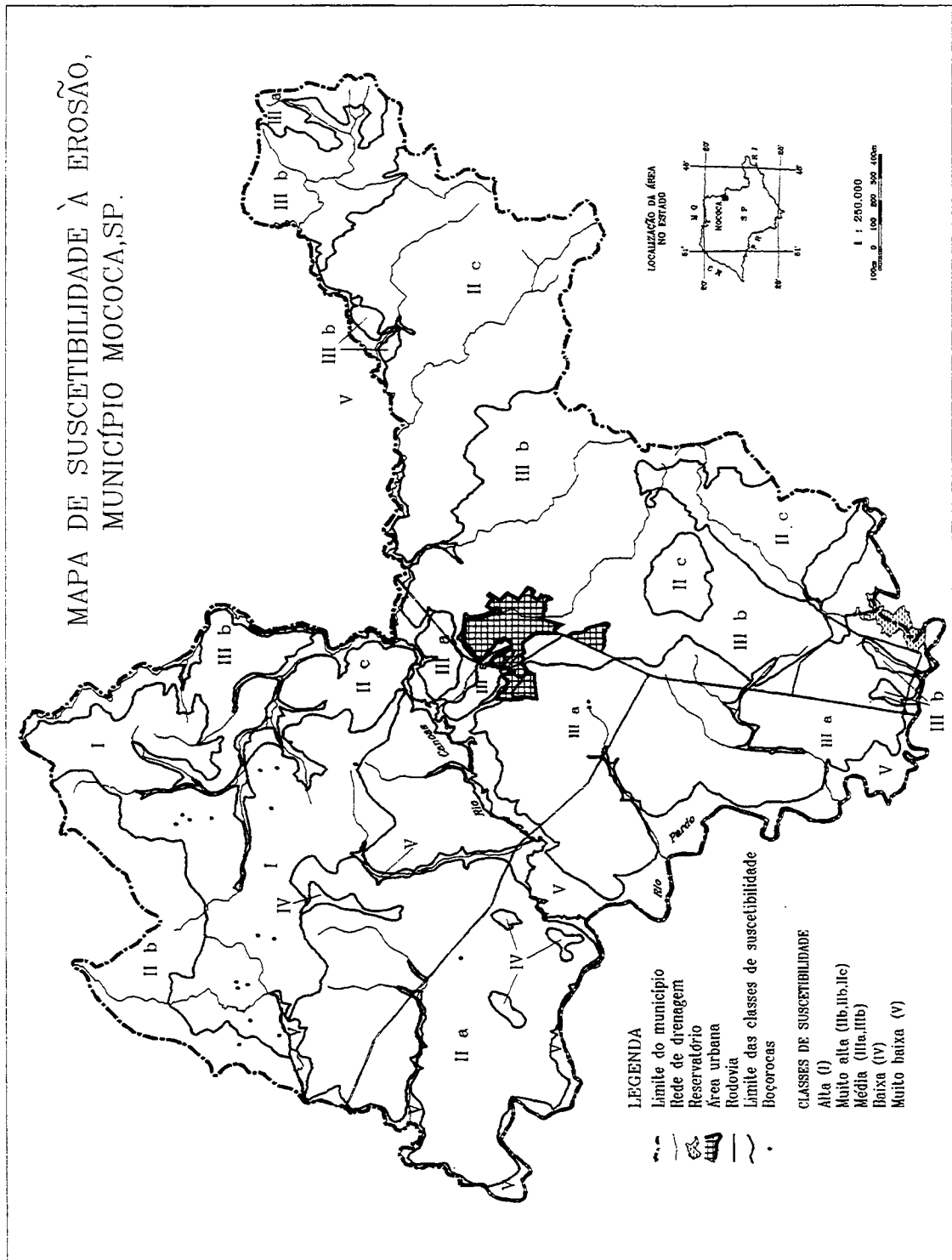
POLITANO, W. et all. Ocupações do solo e estados de erosão acelerada no município de Mococa, SP. *Revista de Geografia*, São Paulo 1992. p.47-61.

SALOMÃO, F.X.T. Processos Erosivos lineares em Bauru (SP): Regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo urbano e rural. Tese de Doutorado. Depto de Geografia da FFLCH - USP. 200p.

SUSCETIBILIDADE		UNIDADES MORFOEDOLÓGICAS				PROCESSOS EROSIVOS
classe	sub-classe	SUBSTRATO	RELEVO	SOLO		
I	Muito Alta	Formação Aquidauana/Depósitos Cenozóicos. (sedimentos areníticos - médios a grossos)	Relevo suave ondulado a ondulado. Colinas médias. Vertentes convexas; declividades médias predominantes de 6 a 20%. Cabeceiras de drenagem em anfiteatro. Alta densidade de drenagem. Vales fechados e entalhados.	Latossolo Vermelho-Amarelo textura média	Boçorocas de drenagem em anfiteatros frequentes, Boçorocas de meia encosta, Ravinas, Sulcos e erosão laminar intensa.	
			Relevo suave ondulado. Colinas médias a amplos. Vertentes convexas; declividades médias, inferiores a 20%. Vales fechados a abertos Declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo textura média		
II	Alta	Formação Itararé/Tatui. (arenitos, siltitos e argilitos)	Relevo ondulado a muito ondulado. Presença de Escarpa e morrotes, onde predominam declividades superiores a 20%. Vertentes convexas. Vales fechados e entalhados.	Litolítico e Cambissolos	Ravinas, Sulcos e erosão laminar intensa; Cabeceiras de drenagem em anfiteatros, sujeitas a boçorocas.	
			Relevo ondulado a muito ondulado. Presença de Escarpas e Morros. Vertentes convexas; e declividade média de 20%. Vales fechados e entalhados. Declividade	Cambissolo	Erosão laminar intensa; Sulcos e Ravinas. Processos de Escorregamentos	
III	Média	Formação Aquidauana/ Depósitos Cenozóicos e Coluviões. (sedimentos areníticos - médios a grossos) e silo-areno conglomerático	Relevo suave ondulado. Colinas médias. Vertentes convexas a retílinas; e declividade inferior a 20%. Vales abertos e fechados localmente. Declividade	Latossolo Vermelho-Amarelo/ Areia Quartzosa	Boçorocas de drenagem pouco frequentes. Ravinas e Sulcos e Erosão laminar moderados.	
			Relevo ondulado a muito ondulado. Morros e morrotes. Vertentes convexas; com declividades de 6 a 20%. Vales fechados e entalhados. Declividade	Podzólico argiloso/ Latossolo textura média	Erosão laminar moderada, Sulcos e Ravinas pouco frequentes.	
IV	Baixa	Pré-Cambriano (granitos, gnaisses, migmatitos)	Relevo suave ondulado. Colinas Médias. Topos aplanados. Declividade entre 0 e 6%.	Latossolo Roxo	Sulcos e Ravinas pouco frequentes. Erosão laminar moderada.	
			Relevo Plano. Vales abertos. Declividade inferior a 6%.	Gley	Sedimentação.	

Quadro I

MAPA DE SUSCETIBILIDADE À EROSÃO,  
MUNICÍPIO MOCOCA, SP.



LEGENDA

- limite do município
- rede de drenagem
- Reservatório
- Área urbana
- Rodovia
- limite das classes de suscetibilidade
- locorocos

CLASSES DE SUSCETIBILIDADE

- Alta (I)
- Muito alta (IIb, IIc)
- Média (IIIa, IIIb)
- Baixa (IV)
- Muito baixa (V)