



TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 295/07

ELABORAÇÃO DE MAPA DE FEIÇÕES EROSIVAS URBANAS E RURAIS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

**Executores: Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais - CPTI
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT**

Financiamento: Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO

Tomador: Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas - CPTI

Apoio: Comitê da Bacia do Rio São José dos Dourados - CBH-SJD



TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO



IPT

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Dezembro /2008

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	2
1.1 OBJETIVO	3
2. MÉTODOS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	3
3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO	5
3.1 Geomorfologia.....	5
3.2 Pedologia	6
3.3 Geologia.....	10
3.3.1 Grupo São Bento	10
3.3.2 Bacia Bauru	12
3.3.2.1 Grupo Caiuá.....	13
3.3.2.2 Grupo Bauru.....	14
3.3.3 Depósitos Quaternários	16
3.4 Clima	17
4. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	18
4.1 Bases Conceituais sobre Erosão	19
4.1.1 Influência do uso e ocupação do solo no desenvolvimento de ravinas e boçorocas	21
5. DIAGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS.....	25
5.1 Mapa de Suscetibilidade à Erosão	25
5.1.1 Muito Alta Suscetibilidade à Erosão.....	26
5.1.2 Alta Suscetibilidade à Erosão.....	27
5.1.3 Média Suscetibilidade à Erosão	28
5.2 Nível de criticidade	29
6. MAPAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS.....	30
6.1 Mapa Geral de Pontos de Erosão	30
6.2.1 Processos erosivos nos municípios com sede e área total na Bacia.....	34
6.2.2 Processos erosivos nos municípios com sede e área parcial na Bacia.....	44
6.2.3 Processos erosivos nos municípios com sede em outra bacia e área parcial na Bacia da UGRHI 18.	56
6.2.4 Principais causas e características dos processos erosivos na Bacia da UGRHI 18.	57
6.3 Principais Impactos dos Processos Erosivos na Bacia da UGRHI 18.....	57
6.4 Mapa de Espelhos D'Água.....	58
7. DIRETRIZES PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO	60
7.1 Medidas Corretivas	61
7.2 Medidas Preventivas	65
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS.....	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Mapa pedológico.	9
Figura 6.1 - Quantidade de erosões identificadas nas fotografias aéreas dos anos de 1972 e 2000.	32
Figura 6.2 - Processo erosivo atingiu a rocha sã e o lençol freático.	37
Figura 6. 3 - Erosão (CDHU João José Dias) preenchida por lixo.	38
Figura 6.4 - Assoreamento do rio e perdas de solos agricultáveis.	39
Figura 6.5 - Assoreamento do rio.	40
Figura 6.6 - Erosão com abatimentos dos taludes.	41
Figura 6.7 - Solo exposto, gramíneas no interior da erosão e abatimentos dos taludes.	43
Figura 6.8 - Galeria (ramificação A) e tubulação (ramificação B).	45
Figura 6.9 - Processo erosivo preenchido por entulhos e galhos na rua Antônio Miranda em Auriflama.	46
Figura 6.10 - Erosão do solo pela enxurrada.	47
Figura 6.11 - Boçoroca no município de Três Fronteiras.	49
Figura 6.12 - Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas por meio de duas tubulações.	50
Figura 6.13 - Presença de cascalhos e galhos no interior da ravina.	50
Figura 6.14 - Contenção da erosão por meio de obras.	51
Figura 6.15 - Contenção da erosão por meio de obras.	51
Figura 6.16 - Contenção da erosão por meio de obras.	53
Figura 6.17 - Desabamento de moradias na cabeceira do córrego Jales.	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Classificação das classes de suscetibilidade à erosão na área da Bacia. .	26
Tabela 6.1 - Quantidade de erosão nos municípios da Bacia do SJD.	31
Tabela 6.2 - Erosões urbanas cadastradas nos municípios com sede na Bacia.	34
Tabela 6.3 - Erosões nos municípios com sede e área total.....	35
Tabela 6.4 - Erosões dos municípios com sede e parte da área na Bacia.....	44
Tabela 6.5 - Relação de erosão na bacia do córrego Caçulas no município de Ilha Solteira.	52
Tabela 6.6 - Relação de erosão na bacia do córrego Caçulas no município de Jales. ..	55
Tabela 6.7 - Erosão nos municípios com sede em outra bacia e área parcial na Bacia.	56
Tabela 6.8 - Corpos hídricos por subbacia na UGRHI 18.	59
Tabela 6.9 - Corpos hídricos nos municípios da bacia do rio São José dos Dourados. .	59



RESUMO

Este relatório apresenta os trabalhos realizados no mapa de feições erosivas urbanas e rurais da Bacia do Rio São José dos Dourados, CBH-SJD Nº 101/2004.

No projeto foram efetuadas a pesquisa bibliográfica, compilação das informações disponíveis em estudos de erosão já realizados na bacia, interpretação de aerolevantamentos fotográficos dos anos de 1972 e 2000, a atualização do cadastramento dos processos erosivos urbanos, a visitas técnica em áreas rurais para a confirmação de informações e obtenção de dados diretos que permitam a caracterização da tipologia do processo, a realização do mapa de suscetibilidade à erosão da UGRHI 18 na escala 1:250 000.

Os principais produtos desenvolvidos compreendem o banco de dados em SIG – Sistema de Informação Geográficas de erosões cadastradas pelo IPT-DAEE (1991) e CPTI-IPT em 2006; dados de erosão obtidos nos questionários municipais do Plano de Bacia do Rio São José dos Dourados; mapa aerofotointerpretado de feições erosivas do ano de 1972, incluindo estruturas hidráulicas existentes no período; mapa aerofotointerpretado de feições erosivas, solos expostos e estruturas hidráulicas do ano de 2000; preparação de base planialtimétrica na escala 1:250.000; e fichas municipais de cadastros de erosão.

Palavra chave: UGRHI 18; Rio São José dos Dourados; Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados; Erosão Rural; Erosão Urbana.



1. INTRODUÇÃO

Este Relatório Técnico foi elaborado sob a responsabilidade da equipe da CPTI - Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais e apresenta as atividades desenvolvidas, para elaboração de um mapa de feições erosivas urbanas e rurais da Bacia do Rio São José dos Dourados.

Os trabalhos buscaram atender ao Termo de Referência apresentado pela CPTI ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados - CBH-SJD, com data de 5 de abril de 2004, o qual foi indicado para obtenção de recursos financeiros do FEHIDRO pela Deliberação CBH-SJD Nº 101/2004 de 4 de janeiro de 2005 e financiado por meio do Contrato FEHIDRO/Banespa/CPTI Nº 111/2005.

A primeira parcela do financiamento foi liberada por meio da Informação Técnica DAEE/TG Nº 002/2005 de 03 de março de 2005 e prestado conta e emitido o Relatório Parcial nº 214/06. Em seguida foi liberada a segunda parcela do contrato, no dia 14 de julho de 2006 a terceira parcela no dia 29 de agosto de 2007 e a 4ª parcela no dia 13 de junho de 2008.

A equipe executora do trabalho teve contado com a participação do Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental - LABGEO e o Laboratório de Riscos Ambientais - LARA do Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas - CETAE do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, que consistiu na elaboração das bases cartográficas e na construção do banco de cadastro das erosões urbanas e rurais, para posterior elaboração do mapa de feições erosivas da UGRHI 18.

Os trabalhos foram acompanhados, em todas as suas etapas, pelo CBH-SJD, por intermédio de sua Secretaria Executiva.

Além disso, ressalta-se a contribuição do Instituto Florestal – IF, da Secretaria do Estado do Meio Ambiente – SMA pela permissão de consulta ao seu acervo das fotografias aéreas do ano de 2000 para o uso como base do trabalho e do DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica, pela disponibilização da planta planialtimétrica na escala 1:50 000 da Bacia do Rio São José dos Dourados.

1.1 OBJETIVO

A elaboração do mapa de feições erosivas urbanas e rurais da Bacia do Rio São José dos Dourados teve como meta principal atualizar os dados existentes das feições erosivas presentes na área urbana da bacia, para subsidiar o estabelecimento de diretrizes e orientações para o controle dos processos erosivos em zonas urbana e rural.

Os trabalhos aqui propostos tiveram os seguintes objetivos específicos:

- diagnosticar os processos erosivos e identificar os principais problemas, gerados pelas diversas formas de uso e ocupação do solo urbano;
- elaborar o mapa de suscetibilidade a erosão da UGRHI 18 na escala 1: 250 000;
- Elaborar o mapa geral de pontos de erosão da UGRHI 18 na escala 1: 250 000 dos anos de 1972, 2000 e 2006;
- elaborar o mapa de feições erosivas da UGRHI 18 na escala 1: 250 000 do ano de 200 e 2006;
- elaborar o mapa de corpos hídricos da UGRHI 18 na escala 1: 250 000 do ano de 2000;
- determinar as ações preventivas e corretivas para resolução dos problemas identificados nas áreas de maior risco a erosão.

2. MÉTODOS E ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Os trabalhos desenvolvidos basearam-se no Termo de Referência apresentado pela CPTI ao CBH-SJD e foram subdivididas em quatro etapas principais, assim descritas a seguir.

2.1 Etapa 1

A técnica utilizada na primeira etapa do trabalho foi o conhecimento do estado da arte sobre estudos de erosão já efetuados na bacia e o reconhecimento das erosões por meio das interpretações das fotografias aéreas dos anos de 1972 e de 2000. Foram



localadas todas as erosões urbanas e rurais presentes na Bacia do Rio São José dos Dourados, e na área urbana as erosões foram cadastradas.

O reconhecimento das erosões interpretadas nas fotografias aéreas foi armazenado em um banco de dados SIG – Sistema de Informações Geográficas com a finalidade de manipulação e tratamento dos dados por sub-bacias.

Foram utilizadas a planta planialtimétrica obtida a partir das folhas do IBGE 1:250.000 de 1979 e 1981 em forma digital (digitalizada), para a construção do mapa de feições erosivas da UGRHI 18.

2.2 Etapa 2

Na segunda etapa do projeto foi realizado o trabalho de campo que consistiu nos municípios da Bacia do Rio São José dos Dourados, nas quais os técnicos da CPTI e IPT realizaram o cadastro das erosões pré-identificadas pelos técnicos do setor de obras das Prefeituras Municipais ou da CATI.

2.3 Etapa 3

Na terceira etapa do projeto foi realizada a interpretação dos dados obtidos no trabalho de campo, a elaboração dos mapas com feições erosivas interpretadas nas fotografias aéreas de 1972 e 2000, e o mapa de corpos hídricos de 2000.

2.4 Etapa 4

Na quarta etapa do projeto foi realizada a integração dos dados e análise das principais áreas erosivas, nos municípios da Bacia do Rio São Jose dos Dourados.

A elaboração do mapa de feições erosivas urbanas e rurais da Bacia do Rio São José dos Dourados envolveu várias atividades, que resultaram em produtos e mapas temáticos específicos. Entre estes destacam-se a seguir:

- consulta da cobertura integral de fotografias aéreas da Bacia do Rio São José dos Dourados em formato digital, escala 1:30.000 do ano de 2000,



cuja consulta foi permitida pelo IF – Instituto Florestal da Secretaria do Meio Ambiente.

- pesquisa bibliográfica e compilação das informações disponíveis em estudos de erosão já realizados na bacia;
- digitalização de base planialtimétrica na escala 1:250.000;
- Atualização dos cadastros dos processos erosivos urbano;
- vistoria de campo em erosões rurais para a confirmação de informações e obtenção de dados diretos que permitam caracterizar a tipologia dos processos;
- tratamento dos dados coletados em campo e escritório;
- elaboração do mapa de suscetibilidade a erosão da UGRHI 18 na escala 1: 250 000 do ano de 2000; e
- elaboração do mapa de corpos hídricos da UGRHI 18 na escala 1:250.000 de 2000;

3. CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO

A seguir apresenta-se uma síntese dos aspectos, geomorfológicos, geológicos e climáticos da área de estudo.

3.1 Geomorfologia

Para o levantamento geomorfológico foi realizada pesquisa bibliográfica, com o objetivo de situar a área da Bacia do Rio São José dos Dourados no contexto geomorfológico regional e executar atividades de fotointerpretação para definir as principais formas de relevo e relacioná-las aos processos erosivos.

A área de estudo está situada na unidade geomorfológica denominada planalto ocidental (ALMEIDA 1964), que abrange cerca de 50% do território paulista. É caracterizada por um relevo “monótono” levemente ondulado, com predomínio de colinas amplas a médias que apresenta declividades inferiores a 15%, amplitudes inferiores a 100 m e interflúvios extensos. Neste tipo de relevo a rede de drenagem é organizada, na maior parte, por rios conseqüentes formados dentro dos limites da

província, ou ainda por cursos d'água tributários dos três principais rios paulistas, o Paranapanema, o Tietê e o Grande.

Na área de estudo predomina um tipo de relevo de degradação, em planaltos dissecados denominado colinas amplas, caracterizado por interflúvios com área superior a 4 km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. A drenagem é de baixa densidade, com padrão sub-dendrítico. Os vales são abertos formando planícies fluviais extensas e localmente estreitas (IPT 1981a).

Com base nas fotografias aéreas do foram caracterizados os aspectos geomorfológicos, identificando feições do relevo significativas no contexto do estudo da erosão tais como: rupturas de relevo, topo de morros, formas de vertentes, delimitação de planícies fluviais, e formas de fundo do vale, além das próprias feições erosivas (áreas com concentração de sulcos, ravinas e boçorocas, solapamentos e depósitos de assoreamento).

3.2 Pedologia

O Mapa Pedológico apresentado da área da Bacia SJD (**Figura 3.1**) foi compilado do Mapa Pedológico da Bacia do Baixo/Tietê (IPT 1988) e modificado para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA 1999. São seis tipos de solos caracterizados na área da UGRHI: Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico, Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico álico, Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abráptico, Associação ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abráptico, Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico e Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico.

Na região sul, leste e central da área de estudo, o predomínio do solo é a Associação ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico, A moderado, textura arenosa/média e média, ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico Distrófico, A moderado textura arenosa/média e média. Inclusões de LATOSSOLO VERMELHO Álico, A moderado, textura média e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abráptico, e não abráptico álico, A moderado e textura arenosa/média.



Na borda leste, nordeste e sudeste da Bacia do Rio São José dos Dourados predomina a Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, abrupto e não abrupto. A moderado, textura arenosa/média e média e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, A moderado e Textura média.

Na região centro-oeste da Bacia o solo presente é a Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abrupto, A moderado textura arenosa/média e média e NEOSSOLOS LITÓLICOS Eutróficos, A moderado, textura média.

Os três solos seguintes estão localizados na região oeste da Bacia e na borda da barragem de Ilha Solteira, o primeiro solo é a Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, A moderado textura arenosa/média e média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média e LATOSSOLO VERMELHO álico, A moderado e textura média, o segundo solo é a Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico álico, A moderado, textura média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO Eutroférrico, A moderado, textura arenosa/média e média, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, moderado, textura arenosa/média e média e LATOSSOLO VERMELHO álico, A moderado, textura média. O terceiro solo é a Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Eutrófico, A moderado, textura muito argilosa e LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, A moderado e textura argilosa.

LEGENDA

Principais Tipos de Solo ocorrentes na Bacia

	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico, A moderado, textura muito argilosa a argilosa e LATOSSOLO VERMELHO distrófico, A moderado e textura argilosa.
	Associação de LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico álico, A moderado, textura média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, A moderado, textura arenosa/média e média, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico e Eutrófico, moderado textura arenosa média a média e LATOSSOLO VERMELHO álico, A moderado, textura média.
	Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico abruptos, A moderado, textura arenosa/média, ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média e média e NEOSSOLOS LÍTÓLICOS Eutróficos, A moderado, textura média.
	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, abrupto e não abrupto, A moderado, textura arenosa/média e média e NEOSSOLOS LÍTÓLICOS EUTRÓFICOS, A moderado e textura média.
	Associação de ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico, A moderado, textura arenosa/média e média e ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico e Distrófico, A moderado, textura arenosa/média e média. Inclusões de LATOSSOLO VERMELHO Álico, A moderado, textura média e ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico abrupto e não abrupto álico, A moderado e textura arenoso/média.
	Associação de ARGISSOLO VERMELHO Eutrófico, A moderado textura arenosa/média e média. Inclusões de ARGISSOLO VERMELHO AMARELO Eutrófico abrupto, A moderado, textura arenosa/média e LATOSSOLO VERMELHO álico, A moderado e textura média.

Fonte: IPT 1988 (modificado em 2008).

Figura 3.1 - Mapa pedológico.

3.3 Geologia

As unidades geológicas que afloram na área da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados são as rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral, as rochas sedimentares dos Grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru) e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem.

As unidades arenosas (formações Botucatu e Pirambóia) também serão descritas, situadas estratigraficamente abaixo dos derrames basálticos da Formação Serra Geral e que, conjuntamente, formam o denominado Grupo São Bento (Bacia do Paraná).

A área estudada situa-se na borda nordeste da Bacia do Paraná, unidade geotectônica estabelecida por subsidência sobre a Plataforma Sul-Americana a partir do Siluriano/Devoniano Inferior e atingiu sua máxima expansão entre o Carbonífero Superior e o final do Permiano. Na região mais profunda desta Bacia, que engloba a porção do Pontal do Paranapanema no Estado de São Paulo, a espessura total de sedimentos e lavas basálticas pode ultrapassar 5.000 metros (ALMEIDA 1980; IPT, 1981b).

3.3.1 Grupo São Bento

O Grupo São Bento é composto, da base para o topo, pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, as quais são descritas resumidamente nos tópicos seguintes.

Formação Pirambóia

A formação é composta por uma sucessão de camadas arenosas de coloração avermelhada a esbranquiçada, que atingem 270 m de espessura em superfície (SCHNEIDER *et al.* 1974), podendo apresentar espessuras da ordem de 350 m em subsuperfície (IPT 1999).

A porção basal da unidade é constituída por arenitos médios e finos, moderado a bem selecionados, com grãos subarredondados, que constituem camadas de espessura métrica, com superfícies de truncamento que delimitam corpos de geometria cuneiforme (em corte), com estratificação cruzada do tipo tangencial na base (MATOS

1995), de médio a grande porte. Ocorrem também intercalações de camadas com espessura de até 3 m, de arenitos médios e finos com seleção moderada, mas com estratificação plano-paralela, finas camadas de argilitos e siltitos, além de raras lentes de arenitos conglomeráticos.

Formação Botucatu

A Formação Botucatu é constituída por arenitos avermelhados com estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte, de granulação fina a média, com grãos bem selecionados e bem arredondados, em geral foscos e de alta esfericidade. Localmente podem ocorrer, principalmente na porção basal da unidade, corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, de granulação média a grossa, passando a conglomeráticos, cujos seixos são em maioria de quartzo e quartzito.

Sedimentos lacustres em camadas de espessura máxima da ordem de alguns metros, constituídos de leitos de argilito e siltito argiloso com estratificação em geral plano-paralela, podem existir em meio aos arenitos eólicos.

A espessura total das exposições, no Estado de São Paulo, pode chegar a 100 m; entretanto, em sondagens, esses valores provavelmente excedem a 200 m (IPT 1981b).

O contato superior com a Formação Serra Geral se dá por interdigitação, com a alternância de derrames basálticos e lentes de arenitos eólicos ou mesmo de sedimentos clásticos finos depositados em pequenas lagoas.

Formação Serra Geral

As rochas eruptivas desta formação constituem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos de espessura individual bastante variável, desde poucos metros a mais de 50 m e extensão também individual que pode ultrapassar a dez quilômetros. Neles intercalam-se arenitos com as mesmas características dos arenitos da Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa.

A espessura máxima da formação foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames

(ALMEIDA 1986). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT 1999). Na TABELA 4.3 apresentam-se as espessuras dos derrames obtidas em poços profundos na área da UGRHI 18.

A UGRH 18 expõe-se principalmente no extremo oeste-sudoeste, junto às margens do reservatório de Ilha Solteira e à margem esquerda do Rio São José dos Dourados, onde a faixa de rochas basálticas atinge largura da ordem de 5 km. A área de ocorrência avança significativamente pelo vale do Rio São José dos Dourados, numa faixa de 3 a 8 km de largura, até um pouco a sudeste de Suzanápolis. Outra faixa de ocorrência situa-se ao longo do baixo Ribeirão Ponte Pensa, com extensão da ordem de 5 km e largura de 2 km, aproximadamente.

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Nos derrames mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas subverticais de contração (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames, numa espessura que pode alcançar 20m (LEINZ *et al.* 1966, *apud* IPT 1981b), aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda. A porção basal dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas.

3.3.2 Bacia Bauru

A designação de Bacia Bauru como unidade tectônica distinta da evolução da Bacia do Paraná para os sedimentos existentes sobre a extensa capa formada pelas rochas vulcânicas foi proposta por FERNANDES (1992) e FERNANDES & COIMBRA (1992).

Esta Bacia formou-se no Cretáceo Superior (entre 90 e 65 Ma atrás, aproximadamente), na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana, por subsidência termo-mecânica (RICCOMINI 1995, 1997; FERNANDES & COIMBRA 1996; FERNANDES 1998) devido ao espesso manto de derrames basálticos, e acumulou

uma seqüência sedimentar essencialmente arenosa, atualmente com espessura máxima próxima de 300 m, numa área de aproximadamente 370.000 km².

SOARES *et al.* (1980) em trabalho de revisão estratigráfica propõem a elevação da então Formação Bauru à categoria de Grupo, que seria constituído pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Tal conceituação é bastante aceita, tendo sido adotada no Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000 (IPT 1981b), o qual é muito utilizado desde então, uma vez que é o mapa de âmbito regional de maior escala de que se dispõe para vastas áreas do Estado de São Paulo.

Contudo, já em 1992, FERNANDES elevou a Formação Caiuá à categoria de Grupo, composto pelas formações Goio Erê e Rio Paraná, e manteve no Grupo Bauru as formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, além da Formação Uberaba (de HASUI 1968, *apud* FERNANDES 1992), e de um conjunto de rochas analcimíticas, então denominadas Analcimitos Taiúva. FERNANDES & COIMBRA (1994) adotam a mesma subdivisão em formações, mas deslocam a Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru para o Grupo Caiuá.

3.3.2.1 Grupo Caiuá

As unidades deste grupo tiveram sua deposição diretamente sobre os basaltos, após um hiato erosivo que durou aproximadamente 44,5 Ma (FERNANDES 1998), havendo localmente, a ocorrência de brecha basal (RICCOMINI *et al.* 1981).

É composto pelas formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio. As duas primeiras ocorrem apenas na porção sul-sudoeste da área da Bacia Bauru, não aparecendo na área da UGRHI 18, e não serão aqui descritas.

Formação Santo Anastácio

Ocorre no oeste da área da UGRHI, junto às margens do reservatório de Ilha Solteira, avançando pelos vales do Ribeirão Ponte Pensa e, principalmente, do Rio São José dos Dourados. Constitui-se de estratos tabulares de arenitos de aspecto maciço, com espessura em geral decimétrica e raras intercalações de lamitos e argilitos.

Os arenitos são marrom-arroxeados claros, finos a muito finos, quase sempre maciços, pobremente selecionados, grãos subangulosos a subarredondados, foscos,



encobertos por película de óxido de ferro e apresentam pequena quantidade de matriz silto-argilosa.

A unidade apresenta espessuras de até 80-100 metros nos vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha, situados no Pontal do Paranapanema, SP. Na área da UGRHI-18, ocorre aproximadamente entre as cotas 350 (um pouco abaixo) e 400 m, de modo que as espessuras devem situar-se um pouco acima de 50 m.

3.3.2.2 Grupo Bauru

O Grupo Bauru é composto pelas formações Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. As descrições que se seguem foram obtidas, assim como aquelas do Grupo Caiuá, de FERNANDES (1998), que propôs a subdivisão estratigráfica adotada. São abordadas apenas as unidades que ocorrem na área da UGRHI: Formações Araçatuba, Vale do Rio do Peixe e São José do Rio Preto.

Formação Araçatuba

A Formação Araçatuba apresenta apenas uma área de ocorrência na área da UGRHI, situada no vale do Rio São José dos Dourados, nas proximidades de São João das Duas Pontes e São João de Iracema.

Constitui-se em uma sucessão de estratos tabulares essencialmente pelíticos, de aspecto maciço (apenas localmente apresentam estratificação plano paralela no topo das camadas) e espessura centimétrica a decimétrica. As rochas predominantes são siltitos e arenitos muito finos, de cor cinza esverdeado típica, freqüentemente com cimentação carbonática.

Para FERNANDES (1998) a Formação Araçatuba foi depositada em região baixa e alagadiça, de águas rasas estagnadas, tem contato interdigitado com a Formação Vale do Rio do Peixe e repousa diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral. As espessuras máximas são da ordem de 70 m, na região de Araçatuba. Na área da UGRHI apresenta pequena expressão em área e espessura.

Formação Vale do Rio do Peixe



A unidade que ocupa a maior área de exposição na Bacia do Rio São José dos Dourados, sendo também a mais extensa unidade da Bacia Bauru. Na área da UGRHI 18, estende-se desde o extremo sudeste, na região de Monte Aprazível, até o extremo noroeste, onde seus sedimentos passam lateralmente para as camadas da Formação Santo Anastácio, já nas proximidades do reservatório de Ilha Solteira.

Esta formação é constituída predominantemente por estratos de arenitos com espessura inferior a um metro, maciços ou estratificados, aos quais se intercalam, subordinadamente, lamitos arenosos de aspecto maciço.

Os arenitos são de cor marrom-claro, rosado a alaranjado, muito finos a finos, com seleção moderada a boa e apresentam-se em estratos tabulares de aspecto maciço com estratificação ou laminação plano-paralela grosseira e outros com estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte. Os estratos lamíticos são em geral arenosos, maciços ou com estratificação mal definida. Na área da UGRHI, ocorre desde a cota 400 m até a cota 500 m, aproximadamente, o que indica como espessura para a formação não muito mais que 100 m.

A formação assenta-se diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral e passa, gradualmente, para os arenitos da Formação Santo Anastácio, sobre os quais transgrediu no decorrer do tempo. Com a Formação Araçatuba o contato é gradual, devido à contemporaneidade inicial de deposição e posterior recobrimento do pantanal Araçatuba pelos sedimentos eólicos da Formação Vale do Rio do Peixe.

Para o topo, os sedimentos desta formação têm contato marcado por diastemas com os sedimentos das formações Presidente Prudente e São José do Rio Preto, e passam de modo gradual para os sedimentos do Membro Echaporã da Formação Marília. Sobre a formação ocorre cobertura arenosa colúvio-eluvial ou depósitos aluviais de idade quaternária.

Formação São José do Rio Preto

Esta formação ocorre na porção sudeste da área da UGRHI, ocupando as porções das cabeceiras da bacia do Rio São José dos Dourados, desde os arredores de Neves Paulista e Mirassol, a sudeste, de onde avança para oeste até as

proximidades de Sebastianópolis do Sul, pela margem esquerda, e até Votuporanga, pela margem direita do Rio São José dos Dourados.

É composta por sucessão de bancos arenosos com estratificação cruzada acanalada a tabular tangencial na base, intercalações subordinadas de bancos tabulares de arenitos a siltitos com estratificação plano-paralela e estruturas de fluxo aquoso, e lamitos argilosos, em geral maciços.

Os arenitos são de cor marrom-claro a bege, finos a muito finos, moderado a mal selecionados, freqüentemente conglomeráticos (frações areia média e grossa secundárias), com seixos silicosos, de nódulos carbonáticos, de lamitos e argilitos. Nos níveis conglomeráticos é comum a presença de fragmentos de ossos, carapaças e dentes de répteis.

A formação mostra importante conteúdo fossilífero na forma de ossos, carapaças e dentes de répteis (dinossauros, crocodilos e quelônios), carapaças de invertebrados e restos de peixes.

A espessura máxima preservada da formação é estimada em 60 m, considerando-se a diferença entre a cota inferior e superior de ocorrência. Na área da UGRHI, aparece entre as cotas 500 (aproximadamente) e 584 m, ponto mais alto da UGRHI-18, situado em Mirassol, no limite com a UGRHI 15.

O contato inferior é localmente erosivo, pela progressiva instalação de seu sistema fluvial sobre os depósitos eólicos anteriores da Formação Vale do Rio do Peixe. Depósitos colúvio-eluviais arenosos, de idade quaternária, geralmente ocorrem sobre a unidade.

3.3.3 Depósitos Quaternários

Constituem-se essencialmente por depósitos aluvionares, colúvios e elúvios, cuja distribuição é direcionada pelos cursos d'água.

Na área da UGRHI, são depósitos aluvionares apenas no vale do Rio São José dos Dourados, obtidos no mapa do IPT (1981b). Deve-se destacar que os depósitos aluvionares de porte por ventura existentes em toda a margem esquerda do Rio Paraná



encontram-se cobertos pelas águas do reservatório de Ilha Solteira. De resto, depósitos aluvionares existem junto à grande maioria dos cursos d'água da UGRHI.

Depósitos formados por cascalhos são também freqüentes ao longo dos principais cursos d'água no Planalto Ocidental (IPT 1981b), e dispõem-se em terraços por vezes já bastante afastados das atuais calhas dos rios.

Os depósitos coluvionares característicos, em geral areno-silto-argilosos, avermelhados, com linha de seixos na base, ocorrem freqüentemente nas encostas dos vales, enquanto que os depósitos eluviais e solos residuais arenosos são mais freqüentes nos relevos de topos de interflúvio.

3.4 Clima

Conforme Setzer (1966), com base na classificação de Köppen, a área de estudo localiza-se na zona climática Aw, caracterizada pelo clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O total de chuvas no período seco é inferior a 30 mm e a temperatura média no mês mais quente é superior a 22° C, sendo que no mês mais frio é superior a 18° C.

A caracterização pluviométrica da área de estudo está vinculada às condições de instabilidade provocadas pela atuação das massas equatoriais e tropicais. A precipitação média anual ao longo da área de estudo varia entre 1.300 a 1.500 mm, com sazonalidade tipicamente tropical, apresentando volumes máximos no verão e mínimos no inverno. Essa distribuição é ocasionada pela atuação da Massa Tropical Continental e das ondas de oeste e noroeste, que impedem a entrada do ar polar, ocasionando a diminuição das chuvas, principalmente no inverno. Com isso, aproximadamente 85 das chuvas ocorrem na primavera-verão e 15% no inverno (SANT'ANNA NETO, 1995).

O período mais chuvoso ocorre de outubro a março, com o trimestre mais chuvoso de dezembro a fevereiro; e o mais seco de abril a setembro, com o trimestre mais seco de junho a agosto.

Em relação à temperatura, esta é condicionada pela latitude, altitude e uso do



solo. Na área de estudo, a temperatura tende a aumentar no sentido sul-sudeste a norte-noroeste e nas proximidades do reservatório de Ilha Solteira, sendo mais baixas nas áreas cuja altitude é mais elevada.

A temperatura média anual varia entre 22° a 23° C. As médias máximas em janeiro situam-se entre 31° a 32° C, e a média das mínimas, que ocorrem no mês de julho, variam entre 13° a 14° C (IPT, 1999).

4. CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados está localizada no extremo noroeste do Estado de São Paulo, possuindo 6.825 km² de extensão territorial, abrangendo área de 41 municípios, dos quais 25 com sede em seu território. É definida pelo Rio São José dos Dourados e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o Rio Paraná, situadas na porção oeste da Bacia. Dos 25 municípios pertencentes à Bacia do Rio São José dos Dourados, 14 possuem parte de suas áreas em Bacias adjacentes, enquanto que 16 municípios pertencentes a outras Bacias possuem parte de suas áreas na UGRHI 18.

Na Bacia do Rio São José dos Dourados 15 municípios apresentam porções de sua área urbana degradadas por processos erosivos resultantes das características intrínsecas de seus terrenos, altamente suscetíveis à ocorrência desses processos, somadas às formas inadequadas de uso e ocupação do solo.

Segundo o Mapa de Feições Erosivas e o Mapa de Suscetibilidade à Erosão da UGRHI 18, apresentam alta incidência de processos erosivos e terrenos com alta suscetibilidade à erosão.

Isto significa que o município deve necessariamente planejar melhor o uso e ocupação do solo, para impedir o desenvolvimento de feições erosivas que possam comprometer as diversas atividades econômicas, tanto na área urbana quanto rural.



4.1 Bases Conceituais sobre Erosão

Erosão é o processo de “desagregação e remoção de partículas 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)” (DAEE, 1990). A erosão pode ser “natural” ou “geológica”, que se desenvolve em condições de equilíbrio com a formação do solo; neste caso, os principal agente modificador é a água das chuvas; e “acelerada” ou “antrópica”, cuja intensidade, é superior à da formação do solo, não permitindo a sua recuperação natural. Neste tipo de erosão, o homem é o principal agente transformador.

A erosão acelerada 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 em incisões na superfície do terreno” na forma de sulcos, ravinas, boçorocas e solapamento de margens de canal.

A ruptura da cobertura do solo tende a deixá-lo exposto à ação das enxurradas, produzindo a erosão superficial e, conseqüentemente, o aumento do transporte sólido na bacia e sedimentação nos drenos principais, de menor declividade (DAEE, 1990).

Segundo o DAEE (1990), inicialmente, o solo exposto sofre o impacto direto das gotas de chuva, o que causa a desagregação de suas partículas em partículas menores e mais soltas. Soma-se a isto a ação do escoamento superficial (as gotas unidas), que possui energia suficiente para arrastar as partículas liberadas por cada gota. Esses filetes d’água, ao escoarem pelo terreno podem não formar canais definidos ou, ainda, podem se juntar até formar enxurradas com grande capacidade de liberar novas partículas e transportar maior volume do material solto.

O primeiro caso é conhecido como erosão laminar, pois a água da chuva atua no terreno como um todo, não havendo a formação de canais de escoamento. Já o segundo caso é o que se chama de erosão por escoamento concentrado, com formação de enxurradas e filetes d’água concentrados, resultando no surgimento de



sulcos e ravinas, podendo chegar a se configurar em boçorocas, na medida em que a erosão se aprofundar pelo terreno.

A erosão laminar é dificilmente perceptível, porém é evidenciada pela tonalidade mais clara dos solos, exposição de raízes e queda da produtividade agrícola. É determinada a partir de cálculos, segundo a Equação Universal de Perdas de Solo (USLE), levando em conta os índices: erosividade da chuva, erodibilidade, comprimento de rampa, declividade do terreno, fator uso e manejo do solo e prática conservacionista adotada. Estudos a respeito desses processos vêm sendo realizados pelo Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, da Secretaria da Agricultura (BERTOLINI e LOMBARDI NETO, 1994).

Das feições lineares, os sulcos são pouco profundos (inferior a 50 cm) e podem ser mais facilmente corrigidos por meio da melhoria do manejo do solo. Este tipo de erosão está geralmente associado a áreas rurais e ocorre sob a forma de áreas de concentração, sendo induzidas pelos seguintes fatores: manejo agrícola inadequado em áreas de cultura, sem a adoção de práticas conservacionistas, como o simples plantio sem obedecer as curvas de nível e sem a implantação de terraços e canais escoadouros vegetados; solos preparados de forma inadequada e culturas de má cobertura; além de outras situações. Normalmente ocorre a formação de sulcos de forma generalizada em toda a vertente, sendo comum a evolução para ravinas e boçorocas nos pontos de concentração do escoamento superficial; b) modificação do escoamento das águas pluviais, condicionado por trilhas de gado, carregadores, cercas, divisas antigas e áreas de empréstimo e áreas urbanas com infra-estrutura precária.

As *ravinas* são feições de maior porte, profundidade variável, de forma alongada e não atingem o nível d'água subterrânea, onde atuam mecanismos de desprendimento de material dos taludes laterais e transporte de partículas do solo.

A *boçoroca* constitui-se num estágio mais avançado e complexo de erosão sendo, dessa forma, de maior dificuldade de contenção. Têm dimensões superiores às ravinas e são geralmente ramificadas. Na formação das boçorocas atuam, além da



erosão superficial, como nas demais formas erosivas, outros processos, condicionados pelo fato de esta forma erosiva atingir em profundidade o nível de água sub-superficial.

A presença do corpo d'água subterrâneo, atingido pela boçoroca, provoca o aparecimento de surgências d'água no fundo desta. Este fluxo d'água no fundo e nas laterais da boçoroca pode ter uma continuidade para dentro do terreno, carreando material em profundidade, formando, conseqüentemente, vazios no interior do solo (DAEE, 1990). Este fenômeno é conhecido por *piping* (erosão interna que provoca o carregamento de partículas do interior do solo, formando “tubos” vazios, que provocam colapsos e escorregamentos laterais do terreno, alargando a boçoroca ou criando novas ramificações), e ocorrem principalmente em cabeceiras de drenagens, onde há uma convergência e concentração natural dos fluxos superficiais e subterrâneos de água, favorecendo o desenvolvimento de processos que caracterizam as boçorocas.

Assim, podemos perceber que as boçorocas podem surgir de duas formas distintas: através do aprofundamento de grandes ravinas, ou de maneira direta, sem passar pelo estágio de ravina, o qual se dá através do afloramento do lençol freático à meia encosta ou ao longo de vales entalhados, com a surgência d'água que provoca o carregamento de partículas constituintes de solo, formando o processo de *piping* (DAEE, 1991).

4.1.1 Influência do uso e ocupação do solo no desenvolvimento de ravinas e boçorocas

Quanto à indução do processo, as ravinas e boçorocas podem ser classificadas em urbanas e rurais.

As ravinas e boçorocas urbanas estão associadas principalmente ao processo desorganizado de urbanização que se concentra, em geral, nas áreas periféricas das cidades.

A maioria das erosões, desenvolvidas nas áreas urbanas, são causadas pelo lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou pelo arruamento. Dependendo das características do terreno e das condições de infra-estrutura local, o escoamento superficial tem capacidade para provocar o desenvolvimento de processos erosivos de



grande porte, causando sérios prejuízos ao ambiente urbano. Com a evolução e erosão e conseqüentemente o aprofundamento do sulco, dá-se o afloramento da água subterrânea no fundo e nas paredes da boçoroca; assim, a ação do processo erosivo torna-se ainda mais complexo e acelerado, caracterizado por abatimentos bruscos do terreno em taludes descalçados por erosão interna (piping). Quando as águas são conduzidas por sistemas de captação apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento dessas águas, sendo comum o mau dimensionamento e a falta de conservação das obras terminais de dissipação.

O problema agrava-se em função da necessidade de sistemas de drenagem para o lançamento das águas pluviais e servidas nos cursos d'água próximos às zonas urbanas, que não comportam um grande incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local.

A ausência de bueiros e dissipadores nas porções terminais do sistema de drenagem, que nem sempre comportam o incremento da vazão imposta pelas obras, faz com que ao receber um grande volume do escoamento superficial, ocorra o processo remontante das ravinas/boçorocas, colocando em risco determinados trechos do sistema viário. Muitas vezes as vias tiveram seu traçado modificado em função de tais erosões.

As ravinas e boçorocas desenvolvidas na área rural (áreas agrícolas, campos abandonados, pastagens e associadas às redes viárias) são causadas pelo desmatamento e manejo inadequado do solo, que acabam por modificar o regime hídrico regional, e por sua vez agindo diretamente na dinâmica dos processos erosivos.

As ravinas e boçorocas rurais desenvolvem-se em decorrência de intervenções antrópicas inadequadas e por reativação de cabeceiras de drenagem.



As erosões associadas às intervenções antrópicas são induzidas e catalisadas pela implantação de obras civis na área rural, principalmente rodovias e ferrovias. As estradas vicinais sem coberturas de proteção de seu leito e sem sistemas de drenagem adequados, constituem de início, áreas favoráveis para a instalação dos processos erosivos e com a evolução dos mesmos, tornam-se ameaçadas por eles.

4.1.2 Ravinas e boçorocas causadas por reativação de drenagem

As erosões formadas por reativação de cabeceira de drenagem resultam da alteração das condições hidrológicas das bacias de contribuição. Tais mudanças estão relacionadas diretamente ao desmatamento, muitas vezes com a retirada da mata ciliar e da vegetação em cabeceiras de drenagem. Assim, o solo fica desprotegido e exposto ao impacto das chuvas. Como consequência, tem-se o incremento substancial do escoamento superficial e diminuição da infiltração das águas pluviais.

O desequilíbrio hidrológico que se instala provoca alterações importantes tanto no regime de vazão, quanto na variação da posição e dinâmica do lençol freático. Na busca de um novo perfil de equilíbrio, compatível com as mudanças regionais, o processo erosivo apresenta ciclos de evolução acelerada, condicionados por episódios de chuvas excepcionais.

As boçorocas resultantes desse processo são de difícil contenção, principalmente pela grande extensão de área afetada, o que impõe a necessidade de tratamento da bacia de contribuição no sentido de diminuir o aporte das águas pluviais.

4.1.3 Ravinas e boçorocas causadas por concentração de águas superficiais

Ocorrem nas áreas potencialmente favoráveis, desencadeadas por diversas formas de ocupação, através da concentração do escoamento superficial das águas pluviais e/ou servidas. A partir daí, o processo erosivo começa por ravinamento. Se a ravina vier a se aprofundar e atingir o lençol freático, tem início o processo de *piping*, transformando-se em boçoroca.

De acordo com o DAEE (1991) as condições do local, tais como o tipo de solo, a presença ou não de cobertura vegetal, o comportamento do corpo d'água subterrâneo



e a declividade do terreno determinam as diferentes potencialidades para o aprofundamento da ravina e conseqüente desenvolvimento de boçoroca.

4.1.4 Influência dos fatores naturais

Deve-se levar em consideração, na formação e desenvolvimento de processos erosivos, segundo o DAEE (1990), a influência de outros fatores, como as chuvas a presença ou não de cobertura vegetal, a topografia do terreno e os tipos de solo.

As chuvas, dependendo de sua distribuição, intensidade e duração, pode ser mais ou menos agressiva para o processo erosivo. As chuvas torrenciais de verão, por exemplo, aceleram ao máximo as erosões existentes.

A cobertura vegetal, seja natural ou de cultura agrícola, configuram uma certa proteção aos solos, principalmente contra a ação erosiva da chuva, no sentido de diminuir o impacto das gotas d'água e, conseqüentemente, o transporte das partículas de solo.

A topografia do terreno também determinante nos processos erosivos, principalmente no que diz respeito à velocidade. Relevos mais acidentados e de maior declividade serão mais suscetíveis à erosão e o processo se dará de forma mais acelerada em relação aos relevos mais suaves.

Por fim, os tipos de solo também determinam a suscetibilidade à erosão e a velocidade com que esta ocorrerá. Sua textura e o grau de agregação de suas partículas são fundamentais, ou seja, solos com menor grau da agregação, como por exemplo os arenosos, serão mais facilmente erodidos em vista dos solos argilosos (DAEE, 1990).

4.1.4.1 Conseqüência nos corpos d'água

O *assoreamento* é formado pelo material proveniente das erosões. A quantidade de material pode ser tão significativa que chega a constituir extensos bancos de areia (depósitos) ao longo dos cursos d'água. Segundo IPT (1997) o problema do assoreamento resulta nos seguintes impactos mais relevantes:

- diminuição do armazenamento de água nos reservatórios;



- colmatação total de pequenos lagos e açudes;
- obstrução de canais de cursos d'água;
- destruição dos habitats aquáticos;
- indução de turbidez, prejudicando o aproveitamento da água e reduzindo as atividades de fotossíntese;
- degradação da água para o consumo;
- prejuízo dos sistemas de distribuição de água;
- veiculação de poluentes como pesticidas, fertilizantes, herbicidas, etc;
- veiculação de bactérias e vírus; e
- abrasão nas tubulações e nas partes internas das turbinas e bombas das usinas hidroelétricas.

Em relação aos depósitos de assoreamento foi realizada apenas a avaliação qualitativa, uma vez que não havia nenhum mapeamento sistemático quanto à identificação de trechos de cursos d'água assoreados

5. DIAGNÓSTICO DOS PROCESSOS EROSIVOS

5.1 Mapa de Suscetibilidade à Erosão

O desenvolvimento dos processos erosivos está diretamente relacionado aos condicionantes do meio físico (solo, substrato e relevo). Assim, é importante o conhecimento das características dos materiais que compõem o substrato geológico, as formas que caracterizam o relevo e os tipos de solos, de forma conjunta e integrada, para o entendimento da relação com os processos erosivos. Portanto, o mapa de suscetibilidade à erosão é um importante subsídio para o planejamento do uso do solo.

A associação e interação dos elementos do meio físico (solo, relevo e substrato) definem as Unidades Morfopedológicas. Estas unidades formam setores diferenciados do terreno, com características particulares que lhes conferem uma determinada identidade. Em cada unidade particular, a manifestação dos processos erosivos também ocorre de maneira e intensidade diferentes. Com base nas unidades

morfopedológicas e no reconhecimento dos tipos de erosão (linear e laminar) em cada uma destas unidades, foram definidas as classes de suscetibilidade à erosão. Estas classes indicam as áreas onde os processos erosivos podem se desenvolver mais ou menos intensamente.

Após a interpretação dos dados cartográficos relativos à geologia, geomorfologia (declividade) e pedologia foram definidas então, as unidades morfopedológicas; estas representam quatro compartimentos morfopedológicos, onde cada um reúne determinadas características do meio físico (solo, relevo e rocha), que conferem identidade e comportamento distintos de um compartimento para outro frente à erosão.

A interação dos compartimentos morfopedológicos com os processos erosivos permitiu identificar áreas com diferentes graus de suscetibilidade 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 (**Tabela 5.1**), definiu para a Bacia do Rio São José dos Dourados quatro classes de suscetibilidade à erosão: Muito Alta, Alta, Média e Baixa, assim localizadas no **Desenho 1 (Anexo C)**.

Tabela 5.1 - Classificação das classes de suscetibilidade à erosão na área da Bacia.

Associação de solos	Classe de Declividade			
	A 0-6%	B 6-12%	C 12-20%	D 20-30%
Latossolo Vermelho Distrófico e Eutrófico	Baixa	Baixa	Média	Alta
Latossolo Vermelho Eutrófico álico	Baixa	Média	Média	Alta
Argissolo Vermelho Eutrófico abruptico	Média	Alta	Alta	Muito Alta
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico	Média	Média	Alta	Alta
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Média	Média	Alta	Alta
Argissolo Vermelho Eutrófico	Média	Média	Alta	Alta

5.1.1 Muito Alta Suscetibilidade à Erosão

A classe de suscetibilidade à erosão muito alta é mais expressiva no norte, centro-oeste e sudeste da Bacia do Rio São José dos Dourados. Estes setores correspondem predominantemente aos terços inferiores de vertentes e às cabeceiras



de drenagens. Esse grau de suscetibilidade reúne determinadas características do meio físico (solos rasos e relevo de colinas médias com declividades acima de 12%, definindo terrenos com forte tendência erosiva). As cabeceiras de drenagens de primeira ordem refletem mais de perto a presença de solos pouco desenvolvidos e rasos (1m - 5m), NEOSSOLOS LITÓLICOS e ARGISSOLOS. O lençol freático encontra-se a pequena profundidade, favorecendo o fenômeno do *piping* (erosão tubular) que determina a formação de boçorocas.

Nesta unidade, ravinas, sulcos e erosão laminar são intensos formando áreas bastante degradadas. Os trechos mais expressivos desta classe na região sudeste da Bacia correspondem a setores localizados das bacias hidrográficas dos córregos Água Fria ou Ipê, da Água Limpa e do Taperão.

A área mais expressiva no centro-oeste da Bacia ocorre nos córregos do Retiro, da Prata, da Cachoeira, Jacutinga, Alegria, Engano, do Boi, das Laranjeiras e Ribeirão dos Coqueiros, esta área de estudo é determinada principalmente pela ocorrência de solos rasos em suas cabeceiras.

Também caracteriza a norte da área de estudo as cabeceiras de drenagem do córrego Açoita, ribeirão do Marimbondo, Ranchão, Jagora e São Pedro.

5.1.2 Alta Suscetibilidade à Erosão

As áreas de alta suscetibilidade à erosão são mais expressivas no sul, leste e nordeste da área de estudo, correspondendo principalmente aos terços inferiores de vertentes e às cabeceiras de drenagens. A alta suscetibilidade resulta do relevo de colinas médias, com declividades predominantes entre 6 - 12% e LATOSSOLOS E ARGISSOLOS de textura arenosa/média dos que são predominantes nesta classe, com espessura entre (5-8m). Os processos erosivos que ocorrem nas vertentes são ravinas, sulcos, erosão laminar, boçorocas em cabeceiras de drenagens e processos de solapamento das margens fluviais dos cursos d'água de primeira ordem.

Esta classe de alta suscetibilidade à erosão é encontrada nas cabeceiras dos distributários do rio São José dos Dourados, localizados na sua margem direita, são

eles: córregos do Guará, Carvalho, Limoeiro, Santa Cruz, Fundo, do Retiro e ribeirão Talhado.

Na margem esquerda do rio São José dos Dourados encontra-se esta classe nos córregos Açoita, Viradouro, da Cachoeira, da Fortaleza, do Retiro, e nos Ribeirões Ranchão, São Pedro, São João, Santo Antônio e no Rio São José dos Dourados .

5.1.3 Média Suscetibilidade à Erosão

Esta classe é a predominante, presente por toda a área da Bacia do Rio São José dos Dourados. É determinada por relevos suaves de colinas amplas com topos extensos e aplainados com a predominância da associação de LATOSSOLO VERMELHO Distrófico e Eutrófico, A moderado, textura muito argilosa a argilosa e LATOSSOLO VERMELHO distrófico, A moderado e textura argilosa, em declividades principalmente de 6 - 12% e localmente entre 12 - 20%.

Nesta classe de suscetibilidade média predominam os processos de erosão laminar, e linear (sulcos e ravinas, e eventualmente de boçorocas).

Os setores de suscetibilidade média ocorrem em geral nos interflúvios, em áreas de topo das colinas, e em vertentes suaves com perfil predominantemente côncavo ou retilíneo.

5.1.4 Baixa Suscetibilidade à Erosão

A classe de baixa suscetibilidade à erosão possui pouca expressão na área de estudo, presente na porção oeste e sudoeste da Bacia, principalmente nas margens do reservatório de Ilha Solteira e do rio São José dos Dourados, **Desenho 1 (Anexo C)**.

Ocorre principalmente nas áreas de planícies fluviais e nos ARGISSOLOS que encontram-se intercalados a depósitos aluviais, terraços fluviais e depósitos de assoreamento. As declividades predominantes são inferiores a 6%.

Predominam processos de acumulação, formando depósitos de assoreamento. São áreas sujeitas à enchente e inundação, e embora os condicionantes do meio físico definam esta classe como de baixa suscetibilidade, verifica-se a ocorrência localizada de processos de solapamento das margens fluviais.

A seguir serão detalhados os processos erosivos e porcentagens das classes de suscetibilidades a erosão presentes nos municípios que contribuíram para a análise de criticidade a erosão na bacia do rio São José dos Dourados.

5.2 Nível de criticidade

A criticidade das erosões é definida após a análise da ficha de cadastro, onde os dados coletados indicam a possibilidade da progressão da atividade erosiva, colocando em risco moradias, equipamentos públicos e áreas urbanas, ou pelas restrições que pode causar, inibindo o processo de desenvolvimento urbano, devido ao seu porte.

As erosões foram qualificadas em três tipos de criticidade:

1 - Baixa criticidade - são as erosões de pequeno e médio porte que se encontram estabilizadas, sem atividade erosiva, situadas distantes de moradias ou equipamentos públicos, não interferindo no processo de expansão urbana. Normalmente são erosões localizadas distantes do núcleo urbano;

2 - Média criticidade - são erosões com relativa atividade erosiva, situadas distantes de equipamentos públicos ou moradias, não colocando em risco iminente esses equipamentos. Essas erosões normalmente foram objeto de obras parciais de estabilização ou necessitam de manutenção, o que pode torná-las novamente ativas.

3 - Alta criticidade - são erosões com grande atividade erosiva, situadas em áreas urbanizadas, colocando em risco iminente edificações e equipamentos públicos. Também são erosões estabilizadas de grande porte que limitam a expansão urbana, em razão do alto custo necessário para recuperar totalmente a área degradada pela erosão para a instalação dos equipamentos urbanos.

Os dados sobre as erosões, bem como o estado atual de criticidade e medidas de controle adotadas, foram obtidos junto às prefeituras dos municípios da Bacia através de suas Secretarias de Obras, a CATI e pesquisas durante o cadastro das erosões na visita em campo.

Com levantamento dos dados das erosões em campo, ficou definido o nível de criticidade de cada erosão cadastrada e, conseqüentemente, o grau de risco e a hierarquização para a correção, **ANEXO A**.



6. MAPAS DA BACIA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Os mapas na Bacia do Rio São José dos Dourados foram realizados com a identificação das erosões urbanas e rurais, através da interpretação de fotografias aéreas (impressa) de 1972 em escala 1:30.000, e fotografias aéreas (digital) de 2000, que foram complementadas com o cadastramento de campo.

Foram fotointerpretados também, os problemas associados aos processos erosivos, como os depósitos de assoreamento, as calhas de drenagem reentalhadas por erosão fluvial (solapamento de margens) e os corpos hídricos presentes na Bacia.

Foram cadastradas e descritas 28 erosões, onde são relatadas suas principais relações com a área urbana, características geométricas, dinâmica, fenomenologia, nível de criticidade e medidas de controle adotadas .

O projeto de mapa de feições erosivas urbanas e rurais da Bacia do Rio São José dos Dourados possui quatro mapas: A) Mapa de Suscetibilidade a Erosão (**Desenho 1**) descrito no capítulo anterior, B) Mapa Geral de Pontos de Erosão (**Desenho 2**), C) Mapa de Feições Erosivas (**Desenho 3**) e D) Mapa de Espelhos D'Água (**Desenho 4**).

6.1 Mapa Geral de Pontos de Erosão

O mapa de geral de pontos de erosão da Bacia do Rio São José dos Dourados está apresentado no **Desenho 2**. Este mapa foi elaborado a partir da base planaltimétrica, na escala 1:50 000 do IBGE, cedido pelo DAEE.

O mapa tem como base às fotografias aéreas do ano de 1972 em papel, interpretadas de forma manual em toda a UGRHI 18 e em seguida armazenada em tabela digital no formato XML (microsoft office excel) e as fotografias aéreas digitais do ano de 2000, interpretadas por meio do programa Arcgis.

Estão presentes no mapa os seguintes dados:

- pontos de erosão obtidos por meio de fotografia aérea (1972) e cadastro de campo em (1989);
- pontos de erosão obtidos por meio de fotografias aéreas de 2000; e

- pontos de erosão cadastrados no ano de 2006.

No Gráfico a seguir (**Figura 6.1**), é possível comparar o crescimento dos pontos de erosões municipais, interpretadas nas das fotografias aéreas de 1972 (1.303 erosões), com as fotografias de 2000 (1.345 erosões), porém, com decréscimo significativo de erosões em alguns municípios, tais como: Votuporanga, Nhandeara, Monte Aprazível, Ilha Solteira, Meridiano e Santa fé do Sul, **Tabela 6.1**.

Os municípios que obtiveram maiores aumentos em pontos de erosões em relação ao ano de 1972 para o ano de 2000, foram: Suzanópolis e Palmeira D'Oeste com 64 e 61 erosões respectivamente.

Tabela 6.1 - Quantidade de erosão nos municípios da Bacia do SJD.

Município	Erosão 1972	Erosão 2000
Aparecida d'Oeste	42	84
Auriflama	14	37
Balsamo	20	16
Cosmorama	15	23
Dirce Reis	23	23
Estrela d'Oeste	38	21
Fernandópolis	42	30
Floreal	25	10
General Salgado	35	45
Guzolândia	7	17
Ilha Solteira	66	32
Jales	20	43
Magda	22	22
Marinópolis	31	17
Meridiano	47	20
Mirassol	4	5
Monte Aprazível	137	98
Neves Paulista	24	26
Nhandeara	84	29
Nova Canaã Paulista	19	12
Palmeira d'Oeste	60	123
Pereira Barreto	24	39
Poloni	22	15
Pontalinda	58	65
Rubinéia	13	4

Município	Erosão 1972	Erosão 2000
Santa Fé do Sul	34	9
Santa Salete	8	10
Santana da Ponte		
Pensa	11	18
São Francisco	8	21
São João das duas Pontes	40	32
São João de Iracema	30	39
Sebastinópolis do Sul	40	31
Sud Menucci	11	53
Susanópolis	33	97
Tanabi	19	33
Três Fronteiras	44	52
Urânia	7	19
Valentm Gentil	27	41
Votuporanga	97	34
Total	1.303	1.345

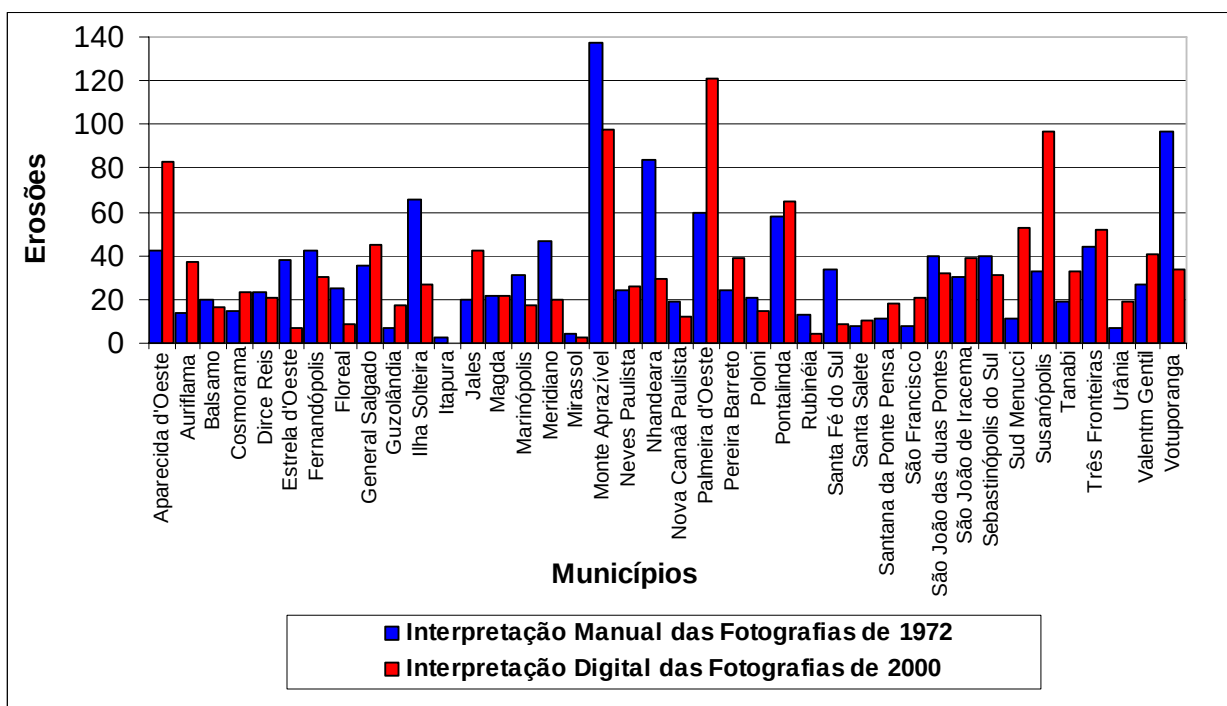


Figura 6.1 - Quantidade de erosões identificadas nas fotografias aéreas dos anos de 1972 e 2000.



6.2 Mapa de Feições Erosivas e Cadastro

O mapa de feições erosivas foi realizado a partir de dados de fotografias aéreas digitais do ano de 2000. A partir desses dados analisados foram priorizadas as erosões de grande porte na zona urbana e periurba, para o cadastro em campo.

A quantificação e análise dos processos erosivos da Bacia do São José dos Dourados, efetuadas a partir das visitas em campo, proporcionou a elaboração da situação dos processos erosivos nos municípios na Bacia.

Foram identificados e cadastrados 15 municípios com feições erosivas de grande porte (ravinas e boçorocas) entre áreas urbanas e periurbana da Bacia do São José dos Dourados, distribuídas pelos vinte e cinco municípios com sede na Bacia (com área total ou parcial na UGRHI) **Tabela 6.2.**

As 28 feições erosivas identificadas em campo foram submetidas a uma ficha de cadastro (**Anexo A**), modelo IPT, a qual, foi aplicada pelos técnicos da CPTI, IPT e técnicos da Secretaria de Obras das Prefeituras Municipais ou da CATI.

A ficha de cadastro é composta por 15 itens, sub-divididos em: identificação da erosão, e do técnico executor, dados regionais da bacia, dados do processo erosivo, causas, medidas de controle, previsão de evolução, nível de criticidade, principais impactos e medidas preventivas e corretivas pra cada feição erosiva identificada em campo. As erosões cadastradas estão espacializadas no **Desenho 2 (ANEXO C)**.

De forma geral, os principais impactos relacionados na área de estudo foram: assoreamento de corpo d'água, lançamento de esgoto na rede de drenagem, destruição de estrada e acúmulo de entulho no entorno da área erosiva. As feições erosivas foram classificadas em dois níveis de criticidade, baixo e médio, com previsão de evolução, se medidas preventivas e corretivas não forem realizadas.

As informações e as características erosivas dos municípios da Bacia do Rio São José dos Dourados estão relacionadas a seguir e apresentadas em fotografias e fichas descritivas no **Anexo A**.

Tabela 6.2 - Erosões urbanas cadastradas nos municípios com sede na Bacia.

Município	Área na Bacia (km ²)	Erosão Urbana	Erosão Rural	Periurbana	Total de Erosão
Aparecida D´Oeste	181,14	1	0	1	2
Auriflama	248,72	1	0	1	2
Dirce Reis	86,99	0	1	1	2
Floreal	101,04	0	0	1	1
General Salgado	304,54	0	0	0	0
Guzolândia	114,04	0	0	0	0
Ilha Solteira	566,12	3	0	2	5
Jales	227,01	2	0	2	4
Marinópolis	77,42	0	0	0	0
Monte Aprazível	327,43	0	0	0	0
Neves Paulista	103,31	0	0	0	0
Nhandeara	240,37	0	1	0	1
Nova Canaã Paulista	122,07	0	0	0	0
Palmeira D´Oeste	322,13	1	0	1	2
Pontalinda	211,20	0	2	0	2
Rubinéia	241,10	0	0	0	0
Santa Fé do Sul	189,12	0	0	1	1
Santa Salete	58,59	0	0	0	0
Santana da Ponte Pensa	97,13	0	0	0	0
São Francisco	74,20	0	0	1	2
São João das Duas Pontes	128,11	0	0	1	1
São João de Iracema	179,97	0	0	1	1
Sebastianópolis do Sul	169,54	0	0	0	0
Suzanópolis	329,55	0	1	0	1
Três Fronteiras	136,36	0	0	1	1
TOTAIS	4.846,20	8	5	15	28

6.2.1 Processos erosivos nos municípios com sede e área total na Bacia

De acordo com as erosões urbanas, rurais e periurbanas, nos municípios com sede e área total na Bacia, foi possível a análise do estado de degradação causada pelos processos erosivos a Bacia (**Anexo B**). Estes dados foram coletados a partir de fotografias aéreas na escala 1:30 000 no ano de 2000, (**Tabela 6.3**), totalizaram 533 erosões distribuídas em toda a bacia.

Tabela 6.3 - Erosões nos municípios com sede e área total na Bacia.

Município	Área Total na Bacia (km²)	Local		
		Rural	Urbana	Periurbana
APARECIDA D'OESTE	181,14	81	1	1
DIRCE REIS	86,99	22	0	1
MARINÓPOLIS	77,43			
NOVA CANAÃ PAULISTA	122,07	17	0	0
PALMEIRA D'OESTE	322,14	119	2	1
PONTALINDA	211,20	65	0	0
RUBINÉIA	241,11	4	0	0
SÃO FRANCISCO	74,21	21	0	0
SÃO JOÃO DAS DUAS PONTES	128,11	32	0	0
SÃO JOÃO DE IRACEMA	179,98	37	0	2
SEBASTIANÓPOLIS DO SUL	169,54	31	0	0
SUSANÁPOLIS	329,55	96	0	1
TOTAIS	2.123,47	525	2	6

Os municípios com sede e área total na Bacia que foram cadastrados em campo, são: Aparecida D'Oeste, Dirce Reis, Palmeira D'Oeste, São João de Iracema e Susanópolis.

• **Aparecida D'Oeste**

No município de Aparecida D'Oeste foram cadastradas duas erosões. A primeira localiza-se na rua São Paulo, pertencente à bacia hidrográfica do córrego do Boi e a segunda na Chácara IV Centenário. As duas erosões, do tipo boçoroca, foram desencadeadas pelo lançamento concentrado de águas pluviais e águas servidas por meio de tubulações, decorrentes da área urbanizada. Dessa forma, o escoamento das águas pluviais foi concentrado artificialmente quebrando o equilíbrio que existia.

Os principais impactos observados foram: a destruição do sistema de galerias, o assoreamento de cursos d'água e proliferação de insetos no empoçamento da erosão, as fotografias e detalhes da área estão apresentados no **Anexo A**.

As sugestões de medidas preventivas e corretivas para as erosões são: estender o emissário mais a jusante, com a finalidade de distanciá-lo da área urbana, assim como construir dissipadores de energia, dispostos na saída desse emissário, com o objetivo de reduzir a velocidade da água no talvegue receptor. Recomenda-se também, orientar os sitiantes locais para implantar em suas terras práticas conservacionistas do solo e realizar inspeções pela equipe da prefeitura no local após chuvas intensas.

- **Dirce Reis**

Em Dirce Reis foram cadastradas duas boçorocas, a primeira no sítio do José Gil, localizada na bacia hidrográfica do córrego Itapirema e a segunda erosão na chácara União, pertencente à bacia hidrográfica do ribeirão Marimbondo.

O processo erosivo no primeiro caso foi desencadeado devido à concentração do escoamento d'água superficial, decorrente da retirada da cobertura vegetal natural, associado à topografia do terreno. Assim, o processo de erosão linear aprofundou-se com os eventos chuvosos, formando enxurradas que iniciaram a escavação do solo até atingir o lençol freático, **Figura 6.2**, todas as demais características e fotografias do processo erosivos observadas em campo estão descritas na ficha de cadastro, **Anexo A**.

No entorno da boçoroca verificou-se a presença de terraceamento em curvas de nível e construção de quatro represas que visavam dissipar a energia e barrar águas pluviais provenientes do escoamento superficial natural. Entretanto, acabaram se rompendo por não comportar a água proveniente de um evento chuvoso. Os principais impactos foram: o assoreamento do córrego Itapirema, perda de terras agricultáveis e perda de animais.

Recomenda-se como medida preventiva e corretiva a revegetação das margens e cabeceira, terraceamento com curvas de níveis mais elevadas que as atuais, como forma de diminuir a energia das águas pluviais, consertar a cerca que caiu devido ao desabamento do talude, assim, para evitar que animais caiam ou fiquem preso no



interior da erosão, e a construção de barragens tipo “cachimbo”, com o intuito da produção de sedimentos ir alteando o seu leito.

No segundo caso, a erosão foi desencadeada pelo lançamento concentrado de águas pluviais e servidas pela área urbanizada de Dirce Reis. Os principais impactos observados foram: o assoreamento de corpos d’água e a proximidade de residências na margem direita da erosão. Recomenda-se nesta área, estender o emissário mais a jusante, com a finalidade de distanciar as ocupações e a construção de dissipadores de energia, dispostos na saída do emissário, com o objetivo de reduzir a velocidade da água no talvegue receptor e a implantação de técnicas de conservação de solo.



Figura 6.2 - Processo erosivo atingiu a rocha sã e o lençol freático.

- **Palmeira D'Oeste**

No município de Palmeira D'Oeste, foram cadastradas duas boçorocas e uma ravina. A primeira localiza-se na esquina da rua Alcádio Martin com a avenida General Cândido Pondon, pertence ao Interflúvio do córrego Barreirinho e do córrego Maria Bonita. A segunda na CDHU João José Dias, e a ravina no Bairro Jaguará que encontra-se estabilizada até o momento.

Nos três casos os processos erosivos foram desencadeados por meio de uma tubulação, o lançamento concentrado de águas superficiais e servidas no



embaciamento da encosta. Dessa forma, o escoamento das águas pluviais foi concentrado artificialmente e lançado, sem cuidados de quebra de energia das águas.

As principais medidas preventivas e corretivas sugeridas são: estender o emissário mais a jusante, com a finalidade de se distanciar do arruamento e da área urbana, a construção de dissipadores de energia devido à declividade da área, com o objetivo de reduzir a velocidade da água no talvegue receptor, a implantação de sistema de drenagem nos arruamentos, inspeções pela equipe da Prefeitura no local, após chuvas intensas e limpeza da área, pois, no segundo caso, a erosão está com preenchimento de lixo provocando a contaminação de águas e solos, **Figura 6.3**.

No **Anexo A** estão detalhadas as características dos processos erosivos e as medidas preventivas e corretivas para os três casos citados.



Figura 6. 3 - Erosão (CDHU João José Dias) preenchida por lixo.

- **Pontalinda**

Duas erosões, do tipo boçoroca, encontram-se localizada na área rural do município de Pontalinda. A primeira boçoroca, pertencente ao Sítio Hélio, desencadeou



devido à concentração do escoamento superficial natural, decorrente da retirada da cobertura vegetal natural associado à topografia do terreno. Dessa forma, o processo de erosão linear aprofundou-se com os eventos chuvosos, formando enxurradas que iniciaram a escavação do solo até atingir o lençol freático.

Os principais impactos observados foram: carreamento de sedimentos para o rio São José dos Dourados, perda de solos agricultáveis e perda de animais, **Figura 6.4**.

Recomenda-se como medida preventiva e corretiva a revegetação das margens e cabeceira, consertar as cercas que caíram devido ao desabamento do talude para evitar que animais caiam ou fiquem preso no interior da erosão,



Figura 6.4 - Assoreamento do rio e perdas de solos agricultáveis.

A segunda erosão no município encontra-se localizada no sítio Orides Sanches, e se originou com a reativação de cabeceira, cujo processo erosivo foi acelerado devido a retirada de cobertura vegetal da área, associada ao escoamento superficial concentrado, decorrente do rompimento de uma barragem em um evento chuvoso. Assim, a erosão linear se aprofundou com outros eventos chuvosos, formando



enxurradas que iniciaram o escavação do solo até atingirem o lençol freático. Ressalta-se que não há terraceamento em curvas de nível nas margens, agravando ainda mais o processo erosivo.

A erosão apresenta surgências de água subterrânea, sob a forma de olho d'água, no leito da boçoroca, evolução por efeito do fluxo tubular junto ao nível freático (*piping*), abatimento nos taludes em alguns pontos ao longo da erosão, o processo erosivo atingiu a rocha sã, dessa forma sua evolução dar-se-á pelo alargamento e não pelo seu aprofundamento e o fluxo de água no interior da boçoroca é intermitente (**Figura 6.5**).

Recomenda-se a revegetação das margens e cabeceira, terraceamento na bacia com curvas de níveis, como forma de diminuir a energia das águas pluviais, e cercar a área para evitar que animais caiam ou fiquem presos no interior da erosão.



Figura 6.5 - Assoreamento do rio..



- **São Francisco**

O processo erosivo localizado na Chácara São José resultou devido ao lançamento concentrado de águas superficiais e servidas de parte da cidade, por meio de um sistema de canal de gabião. A boçoroca apresenta surgências de água subterrânea em seu leito, abatimentos ao longo dos taludes, ocorrência de solo hidromórfico e presença de gramíneas no interior da erosão, (**Figura 6.6**).

A montante da boçoroca localiza-se a área urbanizada do município, com alta densidade de ocupação, ruas pavimentadas e rede de drenagem. Na esquina da Rua Rio de Janeiro com a Rua Alagoas, situa-se um conjunto habitacional, construído há aproximadamente 10 anos. Nesse ponto ocorre alagamento em dias com eventos chuvosos.

Recomenda-se para a área a substituição da tubulação pela continuação do canal, limpeza da tubulação, terraceamento e revegetação das margens da bacia hidrográfica de contribuição.



Figura 6.6 - Erosão com abatimentos dos taludes.



- **São João das Duas Pontes**

A principal causa do aparecimento do processo erosivo na bacia do Córrego Duas Pontes está no lançamento, por meio de tubulação, concentrado de águas superficiais e servidas do município.

Os impactos observados em campo durante o cadastro foram: proliferação de insetos na poça d'água dentro da erosão e assoreamento de corpos d'água.

As medidas preventivas e corretivas propostas são: estender o emissário a jusante com a finalidade de distanciar da área urbana e a construção de dissipadores de energia, dispostos na saída do emissário, com o objetivo de reduzir a velocidade da água no talvegue receptor. Ressalta-se a importância de inspeções pela equipe da Prefeitura no local após chuvas intensas.

- **São João de Iracema**

No município de São João de Iracema foi cadastrada uma erosão na zona urbana, está localizada na cabeceira do córrego Saltinho Boa Vista. A erosão, do tipo boçoroca, foi desencadeada pelo lançamento concentrado de águas pluviais e servidas. Verificou-se como principal impacto, o assoreamento do Córrego Saltinho Boa Vista. Recomendou-se a construção de dissipadores de energia na saída do emissário, terraceamento em curvas de nível na bacia hidrográfica de contribuição e o cercamento da erosão para evitar que animais caiam no buraco.

- **Susanópolis**

Em Susanópolis a erosão cadastrada localiza-se no trevo da entrada do município, na rodovia Washington Luís - SP-310, à jusante de uma pequena represa formada pelo rio Jacutinga.

O processo erosivo foi desencadeado devido à concentração do escoamento d'água superficial, decorrente da retirada da cobertura vegetal natural associado à topografia do terreno. Dessa forma, o processo de erosão linear aprofundou-se com os eventos chuvosos, formando enxurradas que iniciaram o escavamento do solo até



atingir o lençol freático. Ressalta-se também a fragilidade do solo do local (ARGISSOLO VERMELHO) quanto à erodibilidade.

A boçoroca apresenta surgências de água subterrânea, sob a forma de olho d'água no leito da boçoroca, também, apresenta a evolução por efeito do fluxo tubular junto ao nível freático (*piping*), ocorrência de ravinas nas margens, evidenciando que o escoamento superficial é proveniente da região de cabeceira e de suas margens (**Figura 6.7**), ocorrência de solo exposto em alguns pontos, presença de gramíneas no interior da erosão e abatimentos nos taludes.

No entorno da área, verificou-se a presença de terraceamento em curvas de nível, pois, recomenda-se como medida preventiva e corretiva a revegetação das margens e cabeceira, terraceamento nas margens com curvas de níveis mais elevadas que as atuais, como forma de diminuir a energia das águas pluviais e arrumar as cercas para evitar que animais caiam ou fiquem preso no interior da erosão.



Figura 6.7 - Solo exposto, gramíneas no interior da erosão e abatimentos dos taludes.

6.2.2 Processos erosivos nos municípios com sede e área parcial na Bacia

De acordo com os treze municípios com sede e área parcial na Bacia, foram relacionadas 425 erosões, evidenciando o município de Monte Aprazível que se localiza a sudeste da área com 98 erosões rurais, 64 sulcos e 34 ravinas (**Anexo B**).

Tabela 6.4 - Erosões dos municípios com sede e parte da área na Bacia.

Município	Área Total na Bacia (km²)	Local		
		Rural	Urbana	Periurbana
AURIFLAMA	248,72	37	0	0
FLOREAL	101,05	9	0	1
GENERAL SALGADO	304,54	45	0	0
GUZOLÂNDIA	114,04	17	0	0
ILHA SOLTEIRA	566,13	27	5	0
JALES	227,02	38	3	1
MONTE APRAZÍVEL	327,44	98	0	0
NEVES PAULISTA	103,32	26	0	0
NHANDEARA	240,37	29	0	0
SANTA FÉ DO SUL	189,12	8	0	1
SANTA SALETE	58,60	10	0	0
SANTANA DA PONTE				
PENSA	97,13	18	0	0
TRÊS FRONTEIRAS	136,36	52	0	0
Total	2.713,83	414	8	3



- **Auriflama**

No município de Auriflama foram cadastradas duas erosões, a primeira localiza-se no Jardim Melissa, a outra, no final da rua Antônio Miranda, em direção a estrada vicinal Francisco Duque Sobrinho. A primeira pertence ao córrego Limoeiro e possui formato trapezoidal, com duas ramificações, formadas pelo lançamento de água superficial e servida de parte da cidade (uma galeria e uma tubulação).

Trata-se de um processo de erosão acelerada, envolvendo a remoção de grandes quantidades de solos e sedimentos, decorrente do escoamento superficial concentrado. Aproximadamente 100 metros da ramificação A (galeria), ocorre a presença de pontos de surgências de água subterrânea no leito da boçoroca, existe entulho no interior da erosão (**Figura 6.8**), presença de mamonas nas margens e intenso fluxo da água, principalmente em eventos chuvosos. O nível de criticidade é alto, devido à presença de residências localizadas à margem direita da ramificação A.



Figura 6.8 - Galeria (ramificação A) e tubulação (ramificação B).

A área da segunda boçoroca predomina pastagem, com pequenas culturas de cana-de-açúcar. A montante da boçoroca localiza-se o bairro da Vila Cachopa, com densidade de ocupação alta, ruas pavimentadas e sistema de galerias.

O processo erosivo (**Figuras 6.9**) foi desencadeado pelo lançamento concentrado de águas superficiais e servidas da cidade, por meio de um sistema de drenagem, com acúmulo de entulho e galhos. Ressalta-se que esses materiais,



presentes também em alguns pontos no interior da boçoroca, acarretaram no entupimento dessa tubulação, ocasionando a destruição de uma ponte localizada a montante da boçoroca. Nas proximidades da rua Antônio Miranda com a estrada Vicinal Francisco Duque Sobrinho há alagamentos, em dias chuvosos.



Figura 6.9 - Processo erosivo preenchido por entulhos e galhos na rua Antônio Miranda em Auriflama.

Recomenda-se algumas medidas preventivas e corretivas tais como: limpeza da área, terraceamento das margens em curvas de nível em toda a extensão da boçoroca, revegetação das margens, cercamento da erosão para evitar que animais caiam no buraco, obras de extremidade na saída da tubulação, inspeções pela equipe da prefeitura no local após chuvas intensas.

- **Floreal**

A erosão da rua Ferruccio Zanovello, pertencente ao interflúvio dos córregos Grotão, da Paz, Arribada e Água Branca, possui forma trapezoidal e foi desencadeada pelo escoamento natural concentrado de águas pluviais e servidas, por meio de uma valeta, uma vez que o município não possui sistema de drenagem urbana. Verificaram-



se como principais impactos, a deterioração da pavimentação da malha viária e o assoreamento de corpos d'água.

Medidas preventivas e corretivas para a área é a implantação de um sistema de drenagem na bacia de contribuição da erosão.

- **Nhandeara**

No município de Nhandeara foi cadastrada uma erosão no Sítio Neves, pertencente à bacia hidrográfica Ribeirão Bom Sucesso.

O processo erosivo foi desencadeado devido à reativação da cabeceira de drenagem da bacia de contribuição, como consequência da concentração do escoamento superficial natural, decorrente da retirada da cobertura vegetal natural associado à topografia do terreno. Dessa forma, o processo de erosão linear aprofundou-se com os eventos chuvosos, formando enxurradas que iniciaram a escavação do solo até atingir o lençol freático (**Figura 6.10**).



Figura 6.10 - Erosão do solo pela enxurrada.

Recomenda-se como medida preventiva e corretiva, o terraceamento nas margens, com curvas de níveis mais elevadas que as atuais na bacia hidrográfica de contribuição, como forma de diminuir a energia das águas pluviais. Também, a revegetação da cabeceira, avaliar a estabilidade do barramento a montante, arrumar as cercas que caíram devido ao desabamento do talude.

- **Santa Fé do Sul**

A boçoroca localizada na cabeceira do Córrego Apae foi desencadeada pelo lançamento concentrado de águas pluviais e servidas, por meio de uma tubulação com 2 metros de diâmetro. A erosão apresenta surgências de água subterrânea em seu leito, fluxo de água intermitente e ocorrência de abatimento de talude.

- **Três Fronteiras**

A erosão, do tipo boçoroca, foi desencadeada pelo lançamento concentrado de águas pluviais e servidas, por meio de uma tubulação com 1,5 metro de diâmetro. Em relação ao uso e ocupação do solo, a erosão está situada na transição da zona urbana e rural do município, com ruas pavimentadas e sistema de drenagem subterrânea e superficial, ocorre à concentração desse escoamento no final da Rua Mário Bretase.

A boçoroca apresenta um processo acelerado e de forma remontante, ou seja, seu desenvolvimento é no sentido da jusante para a cabeceira, surgências do lençol freático em alguns pontos da erosão e afloramento da rocha-sã.

Na tentativa de conter o processo erosivo foram colocados na cabeceira blocos de pedra, como forma de diminuir a energia das águas que são lançadas para o interior da boçoroca, **Figura 6.11**.



Figura 6.11 - Boçoroca no município de Três Fronteiras.

Recomenda-se nesse caso a limpeza da boçoroca e da rua Mario Bretas, com retirada de entulhos, estender a galeria mais a jusante, distanciando-se do arruamento e de ocupações humanas e contemplar esse ponto no estudo do Plano de Macro drenagem do município.

- **Ilha Solteira**

Em Ilha Solteira foram identificadas cinco erosões na bacia hidrográfica do córrego Caçulas, **Tabela 6.5**. As principais causas relacionadas a erosão do Cinturão Verde foram: o lançamento concentrado de águas superficiais e servidas no embaciamento da encosta, por meio de duas tubulações laterais de 1,2 metro de diâmetro cada, **Figura 6.12**. Dessa forma, o escoamento das águas pluviais foi concentrado artificialmente quebrando o equilíbrio que existia antes.

Foi realizada no local uma medida equivocada de controle a erosão, impediu-se o avanço do processo erosivo com lançamentos de entulhos e galhos no interior da erosão, visando que esse procedimento diminuiria a energia das águas no interior da erosão, **Figura 6.13**.



A boçoroca do Jardim Aeroporto, também se formou pela concentração das águas de origem antrópica. Na sua porção à montante encontra-se estabilizada, por meio de obras subterrâneas, piscinões e retaludamento de suas margens, **Figura 6.14**.

As demais erosões cadastradas no município, tais como: Viveiro Municipal 1 e 2, tiveram as mesmas causas já citadas anteriormente, mas com uma característica que difere das demais erosões, a presença de lançamento de água servida na ravina do Viveiro Municipal 2, **Figura 6.15**.



Figura 6.12 - Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas por meio de duas tubulações.



Figura 6.13 - Presença de cascalhos e galhos no interior da ravina.



Figura 6.14 - Contenção da erosão por meio de obras.



Figura 6.15 - Contenção da erosão por meio de obras.

Nº	Erosão	Processo Erosivo	Bacia Hidrográfica	Comprimento (m)	Profundidade Média (m)	Largura Média(m)	Causa	Nível de Criticidade	Principais Impactos
1	Cinturão Verde	Ravina (Meio Encosta)	Córrego Caçulas	300	2	3	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Médio	Acúmulo de entulhos; e Assoreamento de corpos d'água
2	Ginásio de Esportes	Ravina (Meio Encosta)	Córrego Caçulas	600	3	4	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Médio	Destruição da estrada vicinal; e Assoreamento de corpos d'água
3	Jardim Aeroporto	Boçoroca (Meio Encosta)	Córrego Caçulas	1500	3,5	5	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Médio	Assoreamento de corpos d'água
4	Viveiro Municipal 1	Ravina (Meio Encosta)	Córrego Caçulas	200	4	2,5	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Baixo	Assoreamento de corpos d'água
5	Viveiro Municipal 2	Ravina (Meio Encosta)	Córrego Caçulas	150	4	2,5		Baixo	Assoreamento de corpos d'água; e Lançamento de águas servidas (esgoto) na rede de drenagem

Tabela 6.5 - Relação de erosão na bacia do córrego Caçulas no município de Ilha Solteira.



- **Jales**

No município de Jales foram cadastradas 3 boçorocas e 1 ravina em diferentes córregos, relacionados na **Tabela 6.6** e **Anexo A**. No córrego Tamboriu, a boçoroca cadastrada, trata-se de uma drenagem natural que recebe águas pluviais e servidas provenientes da área urbanizada de Jales, fazendo com que esse aumento de vazão no canal desencadeie um processo erosivo em suas margens (erosão fluvial). À jusante, a barragem rompeu-se devido ao incremento de vazão gerado em um evento chuvoso, **Figura 6.16**.



Figura 6.16 - Contenção da erosão por meio de obras.

O nível de criticidade é alto na cabeceira do rio Jales, desencadeou diversos impactos ao meio ambiente, tais como: a destruição e desabamento de moradias (**Figura 6.17**), riscos de vidas aos residentes das moradias próximas à erosão, destruição do asfalto a montante, devido à reativação da cabeceira, aparecimento de doenças de vetores, destruição de vegetação, lançamento de entulho e águas servidas na drenagem e assoreamento do córrego.

Conforme observado em campo, o processo erosivo colocava em risco de desabamento as moradias localizadas no entorno e em cima da galeria (Bairro de Santo Expedito), fato que acabou ocorrendo no dia 20/12/2006 devido às intensas



chuvas ocorridas nos meses de novembro e dezembro. Com o ocorrido, 5 residências desabaram e 20 famílias foram desabrigadas, de acordo com o engenheiro civil da prefeitura.



Figura 6.17 - Desabamento de moradias na cabeceira do córrego Jales.

Nº	Erosão	Processo Erosivo	Bacia Hidrográfica	Profundidade Média (m)	Largura Média(m)	Causa	Nível de Criticidade	Principais Impactos
1	Rua Mirassol	Boçoroca (Cabeceira de Drenagem)	Córrego Tamborui	1,5	4	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Trecho A: Baixo. Trecho B: Baixo	Assoreamento do Córrego Tamborui; Ponto de alagamento abaixo da tubulação localizado na Rua Mirassol, em eventos chuvosos, impede a o trânsito de uma vertente para outra
2	Cabeceira do Córrego Jales	Boçoroca (Cabeceira de Drenagem)	Córrego Jales	-	-	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Trecho A: Alta. Trecho B: Alta.	Destruição e desabamento de moradias; Risco de vidas aos residentes das moradias próximas à erosão; Destruição do asfalto a montante, devido a reativação da cabeceira; Vetores de doenças; Destruição da vegetação; Lançamento de entulhos e águas servidas na drenagem; e Assoreamento do Córrego Jales;
3	Maria Jales	Boçoroca (Meio Encosta)	Ribeirão Marimbondo	-	-	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas	Baixo	Assoreamento do Córrego Marimbondo; Lançamento de águas servidas (esgotos); e Despejo de entulhos na erosão
4	Erosão da Rua Bauru	Ravina (Meio Encosta)	Córrego Timburi	3	3	Lançamento concentrado de águas superficiais e servidas		

Tabela 6.6 - Relação de erosão na bacia do córrego Caçulas no município de Jales.

6.2.3 Processos erosivos nos municípios com sede em outra bacia e área parcial na Bacia da UGRHI 18.

De acordo com o número total dos municípios com sede em outra bacia e área parcial na Bacia da UGRHI 18, analisou-se o estado de degradação da área de estudo de acordo com os processos erosivos atuantes na área de estudo (**Tabela 6.7**).

Os municípios com área parcial na bacia possuem um total de 326 erosões, o município de Sud Menucci com sede na UGRHI 19 possui o maior número de erosões, tais como: 32 sulcos, 20 ravinas e 1 Boçoroca (**Anexo B**).

Tabela 6.7 - Erosão nos municípios com sede em outra bacia e área parcial na Bacia.

Município	Área Total na Bacia (km²)	Local	
		Rural	Urbana
BÁLSAMO (UGRHI 15)	28,15	16	0
COSMORAMA (UGRHI 15)	120,38	23	0
ESTRELA D'OESTE (UGRHI 15)	133,61	0	0
FERNANDÓPOLIS (UGRHI 15)	196,36	30	0
MERIDIANO (UGRHI 15)	157,04	20	0
MIRASSOL (UGRHI 15)	28,30	3	0
TANABI (UGRHI 15)	133,58	33	0
URÂNIA (UGRHI 15)	66,29	18	1
VALENTIM GENTIL (UGRHI 15)	87,19	41	0
VOTUPORANGA (UGRHI 15)	260,28	34	0
SANTA CLARA D'OESTE (UGRHI 15)	11,89	0	0
ITAPURA (UGRHI 19)	24,16	0	0
MAGDA (UGRHI 19)	230,68	0	0
PEREIRA BARRETO (UGRHI 19)	211,67	39	0
POLONI (UGRHI 19)	75,95	15	0
SUD MENUCCI (UGRHI 19)	202,37	53	0
TOTAL	1.967,90	325	1



6.2.4 Principais causas e características dos processos erosivos na Bacia da UGRHI 18.

A relação das erosões da Bacia do Rio São José dos Dourados apresentada no **Anexo B** estão identificadas por municípios, o local de ocorrência, tipo de erosão, a posição que se encontra, a causa principal para o seu desenvolvimento, o uso e ocupação do local. Totalizaram-se 1.345 erosões, assim divididas em 979 sulcos, 334 ravinas e 33 boçorocas (Anexo B).

As principais causas às erosões diagnosticadas nos municípios observados foram: o lançamento de águas pluviais e servidas do município por meio de tubulações ou diretamente lançada na drenagem, retirada da cobertura vegetal natural associada à topografia íngreme do terreno e a fragilidade do solo, rompimento de barragem associada à enxurrada, falta de terraceamento (terraplanagem) em curvas de nível nas margens das cabeceiras de drenagens.

Nos diversos processos erosivos apresentados foram observadas algumas características como: concentração de água devido à ação antrópica, abatimento de talude, destruição de tubulação, alcance do lençol freático, remoção de grandes quantidades de solos e sedimentos por meio do escoamento superficial concentrado, acúmulo de entulho, surgência de água subterrânea, alargamento da área montante e estreitamento a jusante da erosão e fluxo de água intermitente.

6.3 Principais Impactos dos Processos Erosivos na Bacia da UGRHI 18.

As identificações dos impactos causados pelos processos erosivos na Bacia do Rio São José dos Dourados são importantes para o estudo das possíveis ações corretivas e preventivas dos locais de ocorrências.

No município de Aparecida D'Oeste verificou a destruição do sistema de galerias, assoreamento de curso d'água e proliferação de insetos no empoçamento da erosão. Em Dirce Reis e Auriflama, Nhandeara, Pontalinda, Susanápolis entre vários outros impactos presentes há a perda de animais que caíram nas boçorocas de grandes profundidades.



Todos os municípios que possuem o processo erosivo, apresentaram o assoreamento de seus corpos d'água, assim como, Floreal, Ilha Solteira, Jales, São Francisco, Santa Fé do Sul, Pontalinda, São João de Duas Pontes, São João de Iracema, Susanápolis, Três Fronteiras, Nhandeara, Pontalinda, Aparecida D'Oeste, Auriflama e Dirce Reis.

Em Floreal há também a deterioração da malha viária e Jales o alagamento de ruas e desabamento de moradias, acarretando risco de vida aos residentes próximos à erosão.

Vele lembrar que todos os impactos municipais cadastrados estão identificados e descritos no **Anexo A** com maiores detalhes.

6.4 Mapa de Espelhos D'Água

Este item do relatório teve a preocupação em relacionar todos os corpos hídricos da Bacia do Rio São José dos Dourados, tais como: açudes, reservatórios, lagos, tanques de piscicultura e outros.

Os corpos hídricos apresentados na **Tabela 6.8** foram relacionados e interpretados a partir da fotografia aérea digital do ano de 2000. Foram totalizados 5.954 corpos hídricos nas em 6 subbacias. A subbacia 6 possui maior números de corpos hídricos, 1.245, distribuídos em 10 municípios (Bálsamo, Cosmorama, Mirassol, Monte Aprazível, Neves Paulista, Nhandeara, Poloni e Sebastianópolis do Sul) e em seguida a subbacia 5 com 1221 corpos hídricos.

Nas **Tabela 6.8 e 6.9** mostram a quantidade de corpos d'água por municípios e subbacias, por exemplo, o município de Palmeira D'Oeste apresenta maior número de corpos hídricos da UGRHI 18, totalizando 621, sendo assim, 6 corpos hídricos na subbacia 1, 233 na subbacia 2 e 382 na subbacia 3.

Tabela 6.8 - Corpos hídricos por subbacia na UGRHI 18.

Subbacia	Quantidade de Corpo Hídrico
1	993
2	469
3	934
4	1.092
5	1.221
6	1.245
Total	5.954

Tabela 6.9 - Corpos hídricos nos municípios da bacia do rio São José dos Dourados.

MUNICÍPIO	SUBBACIA	SUBTOTAL	TOTAL
Aparecida d'oeste	1	189	189
Auriflama	3	104	
Auriflama	4	251	355
Bálsamo	6	22	22
Cosmorama	6	95	95
Dirce reis	3	20	
Dirce reis	4	45	65
Estrela d'Oeste	5	202	202
Fernandópolis	5	204	204
Floreal	5	60	60
General Salgado	4	347	
General Salgado	5	4	351
Guzolândia	3	135	135
Ilha Solteira	1	48	48
Jales	3	71	
Jales	4	216	
Jales	5	43	330
Magda	4	68	
Magda	5	96	164
Marinópolis	1	49	
Marinópolis	3	71	120
Meridiano	5	139	139
Mirassol	6	27	27
Monte Aprazível	6	340	340
Neves Paulista	6	97	97
Nhandeara	5	34	
Nhandeara	6	100	134
Palmeira D'Oeste	1	6	
Palmeira D'Oeste	2	233	
Palmeira D'Oeste	3	382	621
Pereira Barreto	1	78	78

MUNICÍPIO	SUBBACIA	SUBTOTAL	TOTAL
Poloni	6	71	71
Pontalinda	4	165	
Pontalinda	5	60	225
Rubinéia	1	100	100
Santa Clara D'Oeste	1	9	9
Santa Fé do Sul	1	122	122
Santa Salete	2	57	57
Santana da Ponte Pensa	1	41	
Santana da Ponte Pensa	2	73	114
São Francisco	2	37	
São Francisco	3	91	128
São João das Duas Pontes	5	151	151
São João de Iracema	5	114	114
Sebastianópolis do Sul	6	108	108
Sud Mennucci	1	82	
Sud Mennucci	3	46	128
Susanápolis	1	169	169
Tanabi	6	122	122
Três Fronteiras	1	100	
Três Fronteiras	2	11	111
Urânia	2	58	
Urânia	3	14	72
Valentim Gentil	5	80	80
Votuporanga	5	34	
Votuporanga	6	263	297
Total	-	5.954	

7. DIRETRIZES PARA PREVENÇÃO E CONTROLE DE EROSÃO

A origem e a evolução dos processos erosivos dependem fundamentalmente das condições locais de ocorrência, tanto no que se refere aos elementos do meio físico (solo, relevo, substrato, intensidade e frequência das precipitações pluviométricas) como das modificações introduzidas pela expansão urbana, seja pela ausência de planejamento e ou manutenção da infra-estrutura. Além disso, o aumento das áreas construídas e pavimentadas provoca elevação do volume e velocidade das enxurradas e, desde que não dissipadas, concentra os escoamentos, acelerando o desenvolvimento de sulcos, ravinas, boçorocas, escorregamentos em taludes de corte e solapamento de margens fluviais.



Segundo PRANDINI (1985), o controle e o diagnóstico dos processos que caracterizam a evolução das erosões lineares podem ser obtidos por estudos geológicos e geotécnicos, que levam à concepção de:

- a) Medidas corretivas: tem como objetivo garantir a estabilização da evolução dos processos, bem como recuperar áreas degradadas. Devem ser eficientes, econômicas e aplicadas conforme as necessidades locais; e
- b) Medidas preventivas: evitam a deflagração dos processos erosivos, visando a minimização da produção de sedimentos.

7.1 Medidas Corretivas

Segundo IPT (2004), o controle corretivo das erosões consiste na execução de um conjunto de obras, cuja finalidade primordial é evitar ou diminuir a energia do escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos, que pode ser conseguido com obras de sistema de drenagem tais como: pavimentação das ruas, guias, sarjetas, boca de lobo e galeria de águas pluviais.

Na elaboração de projetos de controle de erosão, é fundamental a análise da bacia de contribuição e adoção de medidas que fazem parte de:

- a) Microdrenagem: é importante, no controle e prevenção da erosão, evitar o escoamento direto sobre o solo, por meio de estruturas de captação e condução das águas superficiais (sarjetas, bocas-de-lobo, coletores, galerias e poço de visita);
- b) Macrodrenagem: são obras responsáveis pelo escoamento final das águas pluviais drenadas da área urbana, para fora do perímetro urbano, até atingirem os locais adequados para deságüe em dissipadores de energia, ou seções artificiais ou naturais, hidraulicamente estáveis (emissários em tubos de concreto armado, canais abertos ou fechados de concreto armado, canais abertos em gabiões e grama). As obras de macrodrenagem visam melhorar as condições de escoamento para minimizar os problemas de erosões, assoreamento e inundações ao longo dos principais talwegues. A solução



- definitiva seria prolongar o emissário até um córrego ou talvegue que apresentasse estabilidade, conduzindo-as pelo interior da erosão até um local adequado para a descarga das águas, onde a energia possa ser dissipada; e
- c) Obras de extremidade: são os dissipadores de energia, dispostos na saída dos emissários, tendo a finalidade de reduzir a velocidade das águas, de tal forma a permitirem um escoamento tranquilo no talvegue receptor, (bcia de imersão, dissipadores de ressalto hidráulico e ressalto de esqui);
 - d) Pavimentação: obras destinadas a evitar erosão laminar e em sulcos, nas ruas onde a declividade é maior, assegurando a adequada eficiência do sistema de microdrenagem. A pavimentação deve ser entendida como parte integrante do sistema de drenagem, apesar do alto custo envolvido, convém sempre rever o plano urbanístico da cidade, de modo a priorizar as ruas de maior concentração de escoamento superficial para pavimentar;
 - e) Estabilização dos taludes ou aterro da boçoroca (feição resultante da ação do escoamento superficial e subsuperficial): consiste em obras complementares com a finalidade de proteger os taludes resultantes contra a erosão promovida pelas chuvas e contra possíveis escorregamentos. Essas obras normalmente são realizadas por meio de serviços de terraplenagem (cortes com bermas e aterros) e medidas de proteção superficial com revegetação. Na área de empréstimo a ser usada como aterro, deve-se remover a camada superficial e armazenar solo para, posteriormente, lançar sobre o material de aterro possibilitando uma recuperação imediata da vegetação. Neste material devem ser feitos ensaios geotécnicos (granulometria, ensaio de compactação proctor, limite de ATTERBERG, infiltração, densidade e umidade natural).
 - f) Revegetação: a cobertura vegetal tem papel importante no controle da erosão. Ela colabora para a estabilização dos taludes laterais, diques e reaterro, além das margens fluviais, protegendo o solo descoberto pelo movimento de terra do impacto direto das gotas de chuvas, além de conter e dispensar o escoamento superficial



concentrado. A cobertura vegetal também deve ser mantida em terrenos particulares, para evitar o carreamento de sedimentos para os cursos d'água.

- g) Estabilização de talvegues (leito de boçorocas): para promover o equilíbrio e impedir a evolução da boçoroca, utilizam-se sistemas de barragens escalonadas no seu leito, permitindo, assim, diminuir a declividade do fundo do talvegue e estabilizar o leito pelo assoreamento. A construção dos barramentos (semelhante ao dique) no interior da boçoroca deve ser a jusante do dique de terra. Todas as barragens devem ser construídas em única etapa, para que o assoreamento causado pela barragem a jusante proteja a barragem a montante, e assim sucessivamente. As soluções comumente encontradas são diques de terra, barragem em gabião, e solo cimento. É importante ressaltar, que estas medidas não têm como finalidade a retenção de água, mas, apenas dos sedimentos.
- h) Disciplinamento das águas subterrâneas: a ação das águas subterrâneas (lençol freático suspenso) é apontada como um dos maiores desafios existentes na execução de obras em boçorocas. Ao atingir o lençol freático, os mecanismos de erosão são intensificados em função do surgimento do gradiente piezométrico que ao emergir no pé do talude, apresenta suficiente força para deslocar partículas, podendo estabelecer o processo de erosão tubular regressiva “piping”. Ocorre também, a liquefação do material arenoso pela lenta percolação d'água junto à parede da boçoroca, provocando uma diminuição da coesão do solo e conseqüente solapamento do talude. O tratamento convencional é feito com a aplicação de drenos enterrados, visando drenagem das águas subsuperficiais de maneira a impedir o arraste pelo “piping”;
- i) Conservação das obras: inspeções periódicas para verificação das condições das estruturas hidráulicas, e monitoramento específico para avaliar o funcionamento dos drenos e filtros. Com o colapso de uma simples estrutura, seu efeito destruidor se multiplica, comprometendo toda a obra. Dessa forma,



medidas de manutenção como a limpeza e desobstrução de canais e tubulações, reparos em canais e dissipadores.

Cabe destacar que a elaboração de projetos de sistemas de drenagem, visando à recuperação dos processos erosivos, tem que se integrar ao crescimento planejado da área ao redor. Grande parte do fracasso dos projetos de drenagem e de contenção dos processos erosivos advém do subdimensionamento das suas estruturas, ante a expansão urbana, ou da não-instalação de eficientes estruturas de dissipação nos pontos de deságüe, e na ausência dos estudos geotécnicos necessários para a correta concepção do projeto (ALMEIDA FILHO, 1997).

Com base nestas diretrizes e no monitoramento de diversas intervenções para controle de processos erosivos, tanto no Estado de São Paulo como no Paraná (IPT, 2004), podem-se fazer as seguintes considerações:

- a) não existe apenas um único tipo de obra adequado para toda e qualquer situação;
- b) soluções simples e econômicas só atuam com sucesso se aplicadas no início do desenvolvimento dos processos erosivos;
- c) a recomposição da vegetação deve ser realizada como complemento a qualquer obra de engenharia no controle dos processos erosivos;
- d) para controle de boçorocas devem ser utilizados drenos para captação das surgências d'água, que provocam o descalçamento dos taludes;
- e) os órgãos responsáveis pelo controle e monitoramento das erosões, bem como as comunidades que habitam áreas afetadas por esses processos, devem estar cientes de que não existem obras completamente seguras, devido à probabilidade de ocorrência de eventos de grande magnitude;
- f) é fundamental a manutenção do sistema de drenagem no controle da erosão, bem como de toda a bacia de contribuição.



7.2 Medidas Preventivas

O controle preventivo de erosões e da produção de sedimentos em áreas urbanas consiste basicamente no planejamento das áreas de expansão e no caso de áreas já ocupadas, na redução dos efeitos negativos da ocupação desordenada.

No planejamento da ocupação urbana, conhecer as características geológico-geotécnicas do terreno é importante para adotar as medidas adequadas para minimizar a produção e o aporte de sedimentos durante a execução dos movimentos de terra na fase de parcelamento do solo e no projeto e instalação do sistema viário; período em que a superfície do solo fica mais exposta.

Para tanto, alguns cuidados devem ser tomados:

- a) evitar ao máximo a exposição dos solos de alteração, muito mais erodíveis que os solos superficiais;
- b) reservar os solos superficiais para posterior utilização na proteção das áreas terraplanadas ou do leito viário;
- c) evitar o parcelamento em setores de vertentes de alta declividade;
- d) proteger os taludes de corte, aterros e áreas terraplanadas em geral, contra erosão, mesmo que o tempo de exposição seja pequeno, uma vez que grandes volumes de solo podem ser erodidos em apenas um evento de chuva intensa;
- e) implementar revestimento no leito viário, principalmente quando em solo de alteração, que pode ser desde uma camada de solo superficial compactada até mesmo pavimentação asfáltica;
- f) instalar sistema de drenagem das águas pluviais ao longo do sistema viário, para evitar o desencadeamento de feições erosivas;
- g) prever o lançamento das águas pluviais em trecho estável do curso d'água natural, por meio de sistemas de dissipação de energia;



- h) remover a cobertura vegetal em áreas destinadas a implementação de loteamentos e iniciar sequencialmente a construção das edificações;
- i) prever área para colocação de materiais de desaterro (bota-controlado) dentro do loteamento, realizando medidas de prevenção contra erosão e remoção de sedimentos;
- j) construir estruturas de retenção de sedimentos nos pontos de saída das águas do loteamento, com a devida manutenção, por meio de limpeza e remoção periódica dos sedimentos;
- k) prever a proteção das margens dos cursos d'água, para evitar o processo de solapamento e diminuir o aporte de sedimentos diretamente para o canal fluvial

Em relação às políticas municipais, destacam-se algumas medidas de gerenciamento do espaço urbano, tais como:

- a) adequar as normas urbanísticas ao comportamento geotécnico diferenciado dos terrenos, ainda não ocupados, considerando que a maioria das normas vigentes (leis de parcelamento, código de obras, etc.) teve sua elaboração baseada no comportamento dos terrenos mais favoráveis, ocupados muito anteriormente;
- b) normatizar os movimentos de terra de qualquer porte, pois constituem-se em fator indutor e acelerador de processos erosivos, escorregamento, aumentando a produção de sedimentos;
- c) selecionar áreas de bota-foras controlados para recepção e reciclagem/ disposição final de materiais provenientes de movimentos de terra;
- d) definição de faixas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água, respeitando as características da planície fluvial;



- e) definir ações entre as instâncias do poder público (municipal e estadual) para o gerenciamento das áreas afetadas, contando também com parcerias do terceiro setor;
- f) exercer fiscalização das áreas e exigir dos infratores a adoção de medidas para o controle de produção de sedimentos em suas propriedades, conforme legislação existente.

Em alguns municípios da Bacia foram adotadas medidas preventivas (**Anexo A**). Os municípios de Auriflama e Três Fronteiras colocaram na margem da drenagem blocos de pedra (gabião) e tela, para proteger um possível deslizamento de terra nas residências próximas. Porém, continuará ocorrendo o processo devido o lançamento de água servida e pluvial provenientes da área urbana, caso não sejam realizadas obras complementares a jusante das galerias, com a finalidade de diminuir a velocidade de escoamento.

O município de Dirce Reis fez o terraceamento em curva de nível nas áreas rurais da bacia hidrográfica, mas é necessário conter o lançamento concentrado de águas servidas e pluviais provenientes da área urbana.

No município de Ilha Solteira foram lançados matacões na saída do emissário e ao longo da erosão, com o objetivo de diminuir a energia das águas pluviais e servidas, já nas erosões no conjunto esportivo de Ilha Solteira e em Santa Fé do Sul existem escadas hidráulicas para diminuir a energia das águas lançadas, mas não é suficiente para a diminuição de energia da água nos dias chuvosos. No Jardim Aeroporto foi realizado obras de contenção, como retaludamento, revegetação das margens, construção de bacia de retenção e sistemas de galerias, assim, parte da erosão está estabilizadas, mas a outra parte continuará ocorrer o processo de ravinamento, devido o lançamento concentrado das águas.

O município de Nhandeara fez o terraceamento em curvas de níveis e o cercamento da área, para evitar que animais caiam no local da boçoroca, porém, pode ocorrer evolução da cabeceira e o alargamento das margens por meio da ação do



“piping” e de surgência de água. Também, em Pontalinda e Susanápolis verificou-se um recente terraceamento em curva de nível, mas continuará ocorrendo o processo erosivo devido ao escoamento concentrado das águas superficiais, causados pelo desmatamento associado à topografia da área e o grau de erodibilidade do solo.

Os municípios de Jales, Palmeira D'Oeste tentaram conter o avanço da erosão de forma errada, pois, lançaram entulhos no interior da erosão, provocando o assoreamento do canal da drenagem, com conseqüente obstrução de tubulações, comprometendo o escoamento superficial das águas pluviais.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento realizado em diversas escalas e apresentado na escala 1:250.000, nesse Relatório Técnico, constitui em importante instrumento de planejamento para a definição e adoção de diretrizes no controle e prevenção dos processos erosivos.

O sistema de Banco de Dados com as informações sobre os principais tipos de intervenções antrópicas de cada município, associado à base cartográfica, em sistema georrefenciado, permite a atualização dos dados (inserir novas feições que venham ser identificadas ou indicar aquelas que foram objetos de obras de controle), auxiliando no monitoramento dessas áreas.

Embora se tenha tomado como ponto de partida a caracterização individualizada por município, destaca-se que o gerenciamento das áreas deva ser feito por bacia hidrográfica, porém como existem problemas pontuais, a responsabilidade pela administração dos problemas é do município.

Para tanto, foram apresentadas diretrizes gerais para estabelecimento de um plano de prevenção e controle de erosão na bacia.



TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO

EQUIPE TÉCNICA

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT

Centro de Tecnologias Ambientais e Energéticas - Cetae

Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental

Geólº José Luiz Albuquerque Filho

Matª Ana Cândida Melo Cavani Monteiro

Anal. Sist. Nivaldo Paulon

Laboratório de Riscos Ambientais - Lara

Tecgº Gerson Salviano de Almeida Filho

Geólª Alessandra Corssi

Técnico Aluízio Frota

CPTI - COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS

Geólª Elidiana Pereira Maretti

Geolª Marcele Carla Nicolau

Geólª Kátia dos Santos Leite

Est. Geog. Cláudia Harumi

Geogrª Juliana Felipe de Freitas

Geolª Marcele Carla Nicolau
RESPONSÁVEL TÉCNICA
RG 35.796.566-X
Crea 5.062.148.154

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M de. **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1964. 99p.

ALMEIDA, F.F.M., 1964, **Fundamentos geológicos do relevo paulista**. São Paulo: IGG. p. 167-263. (Boletim 41).

ALMEIDA, F.F.M. de. 1980. **Tectônica da Bacia do Paraná no Brasil**. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A. 187p. (IPT. Relatório, 14.091).

BERTOLINI, D. & LOMBARDI NETO, F. 1994. **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água; vol. 1: embasamento técnico do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. Campinas: CATI. 15 p. (Manual Técnico, 38).

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Controle de erosão: Bases conceituais e técnicas, Diretrizes para o planejamento urbano e regional, Orientações para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEE/IPT. 1990, 2ª edição.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo**. São Paulo: DAEE/IPT. 1991, Volume 3.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.

FERNANDES, L.A. 1998. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. São Paulo. (Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências – USP).



FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. 1996. **A Bacia Bauru** (Cretáceo Superior, Brasil). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 68(2), p. 195-205.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981a. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:1.000.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 5. Publicação, 1 183).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1981b. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. (IPT. Monografias, 6. Publicação, 1 184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1997. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo - Síntese**. São Paulo: Convênio IPT/DAEE. (IPT. Relatório 36.071).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Diagnóstico da Situação e Diretrizes para Prevenção e Controle dos Processos Erosivos como Base Técnica para Conservação dos Recursos Hídricos na Bacia do Alto Tietê** - UGRHI 06. Relatório Técnico Nº 67 146. São Paulo. 2004. 126p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 1988. **Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo, Bacia do Baixo Tietê**. Convênio IPT/DAEE. São Paulo. (IPT. Relatório 26.989).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. 1995. **Erosão no Estado de São Paulo**. São Paulo. (IPT. Relatório, 33 402).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1999. **Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo em SIG como subsídio à avaliação e regulamentação de Áreas de Proteção Ambiental, planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas e zoneamento ambiental**. São Paulo: IPT. (IPT. Relatório 39 295).



INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo – bacias do Alto Tietê e Baixada Santista. São Paulo: IPT, 1994. (Relatório Técnico, 32.280).

PRANDINI, F. L et al. **Atuação da cobertura vegetal na estabilidade de vertentes: uma resenha crítica.** São Paulo: IPT, 1976. 22p. (Publicação, 1 074). (Trabalho apres. no 2º Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais, 1976).

RICCOMINI, C. 1995. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas.** São Paulo. 100p. (Tese de Livre Docência apresentada ao Instituto de Geociências - USP).

RICCOMINI, C. 1997. **Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências, 27(2), p. 153-162.

SANT'ANNA NETO, J.L. 1995. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica.** São Paulo. (Tese de Doutorado apresentada ao departamento de Geografia - FFLCH/ USP).

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico no estado de São Paulo.** São Paulo: Cipbu, 1966. 61p.



ANEXO A

FICHAS DE CASDASTROS MUNICIPAIS



ANEXO B

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS EROSIVAS

IDENTIFICAÇÃO			LOCAL DE OCORRÊNCIA			TIPO			POSIÇÃO		CAUSAS			
	Municípios	Erosão por Sub-bacia	Urbana	Rural	Periurbana	Sulco	Ravina	Boçoroca	Reativação de Cabeceira	Meia Encosta	Agricultura	Pastagens	Solo Exposto	Outras
1	APARECIDA D'OESTE	83(1)	0	81	2	65	16	2	16	67	16	65	65	2
2	AURIFLAMA	35(4)/ 2(3)	0	37	0	31	5	1	7	30	9	27	0	2
3	BÁLSAMO	16(6)	0	16	0	13	3	0	0	16	8	14	0	1
4	COSMORAMA	23(6)	0	23	0	21	2	0	3	20	8	14	0	1
5	DIRCE REIS	17(3)/ 6(4)	0	22	1	21	0	0	5	18	5	17	0	1
6	ESTRELA D'OESTE	21(5)	0	21	0	7	7	0	10	11	6	15	0	0
7	FERNANDOPOLIS	30(5)	0	30	0	20	9	1	21	9	11	19	0	0
8	FLOREAL TOTAL	10 (5)	0	9	1	5	3	2	3	7	2	5	1	0
9	GENERAL SALGADO	32 (5) 13(4)	0	45	0	32	12	0	9	36	8	32	4	2
10	GUZOLANDIA	17(3)	0	17	0	11	6	0	1	16	4	12	0	1
11	ILHA SOLTEIRA	32(1)	5	27	0	18	13	1	7	25	11	16	0	2
12	JALES	33(4)/ 18 (3)/ 2(5)	3	38	1	38	12	3	7	46	14	34	0	2
13	MAGDA	8 (5) 13(4) 1(1)	0	22	0	16	6	0	2	20	3	18	0	1
14	MARINÓPOLIS	10(1)/ 7(3)	0	17	0	13	4	0	3	14	5	11	0	1
15	MERIDIANO	20(5)	0	20	0	10	8	2	4	16	4	16	0	0
16	MIRASSOL	5(6)	0	3	0	4	1	0	2	2	2	2	0	1
17	MONTE APRAZÍVEL	98(6)	0	98	0	64	34	0	17	12	35	47	8	8
18	NEVES PAULISTA	26(6)	0	26	0	22	4	0	4	22	8	17	0	1
19	NHANDEARA	29(6)	0	29	0	22	11	3	9	20	6	26	0	0
20	NOVA CANAA PAULISTA	12(6)	0	12	0	12	1	0	4	8	6	6	0	0

Continua...

IDENTIFICAÇÃO			LOCAL DE OCORRÊNCIA			TIPO			POSIÇÃO		CAUSAS			
	Municípios	Erosão por Sub-bacia	Urbana	Rural	Periurbana	Sulco	Ravina	Boçoroca	Reativação de Cabeceira	Meia Encosta	Agricultura	Pastagens	Solo Exposto	Outras
21	PALMEIRA D'OESTE	24 (2)/ 2(1)/ 97(3)	2	119	1	90	26	6	28	94	18	1 03	0	1
22	PEREIRA BARRETO	39(1)	0	39	0	21	11	1	12	27	22	12	Continua. 4	1
23	POLONI TOTAL	15(6)	0	15	0	9	6	0	5	10	5	9	0	1
24	PONTALINDA	44(4)/ 21(5)	0	65	0	54	9	2	13	52	4	53	7	0
25	RUBINÉIA	4 (1)	0	4	0	2	1	1	1	3	2	2	0	0
26	SANTA FÉ DO SUL	9 (6)	0	8	1	6	2	1	3	6	7	0	1	0
27	SANTA SALETE	10(2)	10	0	0	8	2	0	5	5	2	7	0	1
28	SANTANA DA PONTE PENSE	18(2)	18	0	0	13	5	0	1	17	2	7	0	2
29	SÃO FRANCISCO	18(3)/ 3(2)	0	21	0	14	6	1	3	18	2	16	0	3
30	SÃO JOÃO DAS DUAS PONTES	32(5)	0	32	0	29	4	0	9	23	11	20	0	1
31	SÃO JOÃO DE IRACEMA	38(5)/1(4)	0	37	2	25	13	1	6	33	11	24	0	4
32	SEBASTIANÓPOLIS DO SUL	31(6)	0	31	0	24	7	0	14	17	4	26	1	0
33	SUD MENNUCCI	41(1)/ 12(3)	0	53	0	32	20	1	7	46	15	37	1	0
34	SUSANÁPOLIS	97(1)	0	96	1	69	26	2	39	58	27	64	0	4
35	TANABI	33(6)	0	33	0	23	10	0	3	30	4	25	1	3
36	TRÊS FRONTEIRAS	46(1)/ 6(2)	0	52	0	45	6	1	10	42	17	34	0	1
37	URÂNIA	18(2)/ 1(3)	0	18	1	12	7	0	5	14	10	9	0	0
38	VALENTIM GENTIL	41(5)	0	41	0	34	7	0	0	41	4	33	3	1
39	VOTUPORANGA	22(6)/ 12(5)	0	34	0	24	9	1	2	31	7	25	0	1

IDENTIFICAÇÃO			LOCAL DE OCORRÊNCIA			TIPO			POSIÇÃO		CAUSAS			
	Municípios	Erosão por Sub-bacia	Urbana	Rural	Periurbana	Sulco	Ravina	Boçoroca	Reativação de Cabeceira	Meia Encosta	Agricultura	Pastagens	Solo Exposto	Outras
	TOTAL	-	38	1.291	11	979	334	33	300	982	345	919	96	50

Continua...

Continua...

IDENTIFICAÇÃO		USO E OCUPAÇÃO				SUSCETIBILIDADE À EROSÃO		
Nº	Municípios	Pastagem	Urbano	Agrícola	Outros	Alta	Média	Baixa
1	APARECIDA D'OESTE	65	2	16	0	19	54	10
2	AURIFLAMA	27	0	10	0	8	29	0
3	BÁLSAMO	14	0	9	0	6	17	0
4	COSMORAMA	14	0	9	0	6	17	0
5	DIRCE REIS	17	1	6	0	14	9	0
6	ESTRELA D'OESTE	15	0	6	0	7	14	0
7	FERNANDOPOLIS	19	0	11	0	2	28	0
8	FLOREAL TOTAL	6	1	3	0	0	10	0
9	GENERAL SALGADO	32	0	9	4	8	37	0
10	GUZOLANDIA	13	0	4	0	0	17	0
11	ILHA SOLTEIRA	16	5	11	0	0	25	7
12	JALES	35	4	14	0	19	33	1
13	MAGDA	19	0	3	0	1	21	0
14	MARINÓPOLIS	12	0	5	0	6	9	2
15	MERIDIANO	16	4	0	0	1	19	0
16	MIRASSOL	3	0	2	0	2	3	0

Continua...

IDENTIFICAÇÃO		USO E OCUPAÇÃO				SUSCETIBILIDADE Á EROSÃO		
Nº	Municípios	Pastagem	Urbano	Agrícola	Outros	Alta	Média	Baixa
17	MONTE APRAZÍVEL	50	0	43	5	18	80	0
18	NEVES PAULISTA	18	0	8	0	14	13	0
19	NHANDEARA	23	0	6	0	1	28	0
20	NOVA CANAÁ PAULISTA	6	0	6	0	2	10	0
21	PALMEIRA D'OESTE	99	3	20	0	39	83	0
22	PEREIRA BARRETO	13	0	13	0	0	32	7
23	POLONI TOTAL	10	0	5	0	6	9	0
24	PONTALINDA	57	0	6	2	0	65	0
25	RUBINÉIA	2	0	2	0	0	4	0
26	SANTA FÉ DO SUL	0	1	8	0	1	8	0
27	SANTA SALETE	8	0	2	0	0	10	0
28	SANTANA DA PONTE PENSA	15	0	3	0	0	18	0
29	SÃO FRANCISCO	16	1	4	0	12	9	0
30	SÃO JOÃO DAS DUAS PONTES	17	1	14	0	0	32	0
31	SÃO JOÃO DE IRACEMA	25	1	13	0	1	38	0
32	SEBASTIANÓPOLIS DO SUL	26	1	4	0	2	29	0
33	SUD MENNUCCI	37	0	16	0	0	53	1
34	SUSANÁPOLIS	67	0	30	0	15	75	7
35	TANABI	27	0	6	0	0	33	0

IDENTIFICAÇÃO		USO E OCUPAÇÃO				SUSCETIBILIDADE Á EROSÃO		
Nº	Municípios	Pastagem	Urbano	Agrícola	Outros	Alta	Média	Baixa
36	TRÊS FRONTEIRAS	34	1	17	0	3	49	0
37	URÂNIA	9	0	10	0	2	17	0
38	VALENTIM GENTIL	35	0	6	1	12	29	0
39	VOTUPORANGA	26	0	8	0	4	30	0
	TOTAL	943	26	368	12	231	1.096	35



TECNOLOGIA & DESENVOLVIMENTO

Relatório Técnico Nº. 295/07

ANEXO C

DESENHOS