



2.7. ÁREAS DEGRADADAS

2.7.1. Áreas degradadas por processos erosivos

No Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000), foram utilizados quatro principais estudos de caráter regional: IPT (1991, 1995), IG-SMA (1995) e ETEP (1995). Além destes estudos também foram utilizados os mapas geológico, geomorfológico, pedológico e de uso e ocupação do solo atualizados e complementados para este Relatório, incluindo a porção das bacias que está em MG.

No Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000), foram determinadas as potencialidades dos atributos do meio físico (condicionantes naturais) e do meio antrópico em desenvolver processos erosivos. Para tanto, foram elaborados, primeiramente, dois mapas de trabalho, os quais não foram apresentados no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999, denominados Carta de Potencialidade Natural e Carta de Potencialidade Antrópica ao Desenvolvimento de Processos Erosivos. Em ambas as cartas, os terrenos foram classificados de acordo com três graus de potencialidade, a processos erosivos: Alta, Média, e Baixa.

Neste mesmo relatório foi considerado o enquadramento das categorias de uso e ocupação do solo nas três classes de potencialidade propostas com base nos conceitos e critérios estabelecidos em vários trabalhos existentes (MARQUES, 1950; MARQUES *et al.*, 1961; BELLINAZZI JR. *et al.*, 1981 *apud* GALETI, 1984; BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990; CASSETI, 1991; CUNHA, 1995; ROSS, 1994; IPT, 1992, 1995).

O principal produto, a Carta de Potencialidade Total ao Desenvolvimento de Processos Erosivos, foi obtido a partir do cruzamento matricial entre as cartas de Potencialidade Natural e Potencialidade Antrópica, também classificando os terrenos em três graus de potencialidades, Alta, Média e Baixa.

O nível de criticidade das sub-bacias, que permite a avaliação do grau de degradação ambiental por processos erosivos, foi determinado a partir da análise ponderada da Carta de Potencialidade Total ao Desenvolvimento de Processos Erosivos, baseada na distribuição em área dos terrenos de Alta potencialidade total.

Utilizando-se dessa proposição metodológica, verifica-se que o quadro de criticidade apresentado no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000) pode ser alterado por dois fatores:

- Existência de estudos de maior detalhe que permitiria o detalhamento da Carta de Potencialidade Natural ;



- Alteração do Uso e Ocupação do Solo das bacias.

Para o caso da área das bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, infere-se que houve alteração no uso e ocupação do solo da bacia. Destaca-se, entretanto que está sendo realizado pelo IPT um novo estudo a cerca das questões relativas aos processos erosivos, que podem fornecer informações mais atualizadas.

A Carta de Potencialidade Natural e o levantamento de ocorrência das erosões urbanas e rurais, cadastradas pelo Relatório do IPT (1991), cartografadas no Mapa de Ocorrências de Erosão por ravinas e boçorocas e Produção Mineral (Desenho 14).

A Carta de Potencialidade Natural, não apresentada no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000), é de fundamental importância para a compreensão dos processos considerados e seu cruzamento matricial para as futuras Cartas de Potencial Antrópico.

O Desenho 15, contendo as ocorrências de pontos de erosão embora tenha sido elaborado com dados relativamente antigos (IPT,1991), não havia sido apresentado no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000). Assim, o acervo disponível de dados e informações dá uma impressão da situação das erosões, podendo ser utilizados para: a) um bom indicador para atualização da classificação das categorias de uso e ocupação do solo quanto ao potencial de indução de processos erosivos; e b) como uma importante base de dados para um eventual detalhamento da Carta de Potencial Natural.

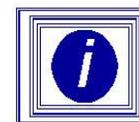
Dentro deste item também está apresentado, de forma sucinta, o impacto das erosões nos recursos hídricos onde se enfatiza a importância do material cartográfico que está organizado e/ou elaborado neste relatório.

Também se apresenta a situação da adesão dos municípios ao controle de erosões efetuado pelo que é o Programa Estadual de Micro bacias da Secretária de Agricultura e Abastecimento – SAA do Estado de São Paulo. Estes são dados complementares de fundamental importância, pois são questões que servem como complementação e indicação de novos parâmetros de análise das áreas degradadas por processos erosivos e orientações de caráter preventivo destes processos.

2.7.1.1. Potencialidade Natural

No QUADRO 2.7.1.1 são indicadas as classes adotadas para elaboração da Carta de Potencialidade Natural.

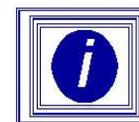
Desenho 14



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Desenho 15



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Quadro 2.7.1.1 - Classes da Carta Potencialidade Natural e características geopedológicas.

Carta de Potencialidade Natural		LEGENDA (adaptada de IPT, 1991)	
Classe	Sub-Classe	CARACTERÍSTICAS GEOPEDOLÓGICAS	
		Erosão Laminar	Erosão por ravinas e boçorocas
Baixa	V	<p>a) Latossolo Vermelho de textura argilosa, Latossolo Vermelho e Vermelho Amarelo, de textura média, associados a relevos de colinas médias e colinas amplas, em vertentes com declives inferiores a 6%;</p> <p>b) solos hidromórficos associados a relevos de agradação.</p>	<p>a) Neossolos Litólicos e Cambissolos associados a relevos de morrotes, morros, montanhas e escarpas;</p> <p>b) solos Hidromórficos associados a relevo de Agradação.</p>
	IV	<p>a) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, não abrupticos, de textura argilosa/muito argilosa e Latossolos Vermelho Amarelo de textura Argilosa, associadas e relevos de colinas amplas e colinas médias, morrotes e morros em vertentes com declives inferiores a 6%;</p> <p>b) Latossolos Vermelho Amarelo e Vermelho de textura média, Latossolo Vermelho de textura argilosa e Latossolo Roxo, associados a relevos de colinas amplas, colinas médias e morros em vertentes com declives de 6 a 20%.</p>	<p>a) Argissolos Vermelho amarelo e Vermelho, abrupticos, de textura arenosa/argilosa e média/argilosa, Terra Roxa Estruturada, Argissolos Vermelho, não abrupticos, de textura argilosa, associados a relevos de colinas amplas, colinas médias, morrotes e morros.</p>
Média	III	<p>a) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupticos, de textura arenosa/argilosa e média/argilosa, associados a relevos de morrotes e morros, em vertentes com declividades inferiores a 6%;</p> <p>b) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupticos, de textura arenosa/média, morrotes e morros, em vertentes com declives inferiores a 6%;</p> <p>c) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupticos, de textura média, associados a relevos de colinas médias, em vertentes com declives inferiores a 6%;</p> <p>d) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, não abrupticos, de textura argilosa/muito argilosa e Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa, associados a relevos de colinas médias, morrotes e morros, em vertentes com declives de 6 a 20%;</p> <p>e) Latossolo Vermelho de textura média, associados a colinas médias e morros, em vertentes com declives superiores a 20%.</p>	<p>a) Argissolos Vermelho Amarelo e Escuro, não abrupticos, de textura média, e Neossolos Quartzarênicos, associados a relevos de colinas amplas e morros amplos.</p>



IRRIGART

Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Quadro 2.7.1.1 - Classes da Carta Potencialidade Natural e características geopedológicas (continuação).

Carta de Potencialidade Natural		LEGENDA SÃO PAULO (adaptada segundo IPT, 1991)	
Classe	Sub-Classe	CARACTERÍSTICAS GEOPEDOLÓGICAS	
		Erosão Laminar	Erosão por ravinas e boçorocas
Alta	II	<p>a) Neossolos Litólicos e Cambissolos associados a relevos de morrotes, morros, montanhas, em vertentes com declives de 6 a 12%;</p> <p>b) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupcos, de textura arenosa/argilosa, associados a relevos de morrotes e morros em vertentes de declives de 6%;</p> <p>c) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupcos, de textura arenosa/média, associados de colinas médias, morrotes e morros, em vertentes com declividades 6 a 12%;</p> <p>d) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, não abrupcos, de textura média, associados a relevos de colinas médias, em vertentes com declividades de 12 a 20%;</p> <p>e) Argissolos Vermelhos, não abrupcos, de textura argilosa/muito argilosa e Latossolo Vermelho Amarelo de textura Argilosa, associadas a relevos de colinas médias, morrotes e morros, em vertentes com declives superiores a 20%.</p>	<p>a) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, não abrupcos, de textura média, Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho, de textura média, Neossolos Quartzarênicos, associadas a relevos de colinas médias e morros.</p>
Muito Alta	I	<p>a) Neossolos Litólicos e Cambissolos Hápicos, associados a relevos de morrotes, morros, montanhas e escarpas, em vertentes com declividades superiores a 12%;</p> <p>b) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupcos, de textura arenosa/argilosa e média/argilosa, associados a relevos de morrotes e morros em vertentes com declives superiores a 12%;</p> <p>c) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupcos, de textura arenosa/média, associados a relevos de colinas médias em vertentes com declives superiores a 12%;</p> <p>d) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho não abrupcos, de textura média; Neossolos Quartzarênicos associadas a relevos de colinas médias em vertentes com declives de colinas médias em vertentes com declives superiores a 20%.</p>	<p>a) Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho, abrupcos, de textura arenosa/média, associados a relevos de colinas médias, morrotes e morros;</p> <p>b) Latossolo Vermelho de textura argilosa e Argissolo Vermelho Amarelo de textura média, associados a relevos de colinas amplas, colinas médias e morrotes, em substratos constituídos por arenitos e siltitos muito alterados e friáveis.</p>



2.7.1.2. Ocorrências de processos erosivos

O levantamento das ocorrências de processos erosivos cadastrados foi efetuado com base em IPT (1991), elaborando-se um mapa com a localização dessas ocorrências. Este mapeamento não está recoberto em toda extensão da área da bacia.

O QUADRO 2.7.1.2 mostra uma relação importante para a avaliação das áreas degradadas por processos erosivos, pois indica, por município, o número de erosões com alta criticidade. Isto informa quais os pontos na bacia em que se devem realizar medidas de prevenção e controle desses processos.

Quadro 2.7.1.2. - Relação dos Municípios críticos nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Municípios	N° de erosões (criticidade alta)	Cadastros	Erosões Cadastradas + Identificadas
Sumaré	4	9	13
Americana	3	11	16
Charqueada	2	2	2
Campinas	1	6	14
Nazaré Paulista	1	2	2
São Pedro	1	1	4
Santa Bárbara d'Oeste	1	2	3
Rio Claro	-	6	8
Jundiá	-	1	3
Atibaia	-	1	1
Morungaba	-	1	1
Nova Odessa	-	1	1
Paulínia	-	1	1
Limeira	-	1	3
Analândia	-	1	3
Cabreúva	-	1	1
Capivari	-	-	2
Cosmópolis	-	-	2
Amparo	-	-	2
Jaguariúna	-	-	1
Monte Mor	-	-	1
Rio das Pedras	-	-	1



2.7.1.3. Impacto da erosão nos recursos hídricos

A avaliação de impacto das erosões nos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, está baseada no relatório do IPT (1991), cujas bases conceituais caminham na mesma perspectiva de análise deste relatório. Sua base metodológica pressupõe que as sub-bacias mais atingidas por processos erosivos sejam aquelas em que se produzam grandes impactos sobre seus recursos hídricos.

Solos e água fazem parte de um sistema que, na ausência da interferência humana, mantém um certo equilíbrio dinâmico ao longo do tempo, traduzido por um determinado balanço hídrico, geologicamente estável. A ação do homem, no uso e ocupação do solo, altera este equilíbrio, desestabilizando o balanço hídrico. As potencialidades diferentes dos solos à erosão implicam em diferentes potencialidades das sub-bacias a impactos a seus recursos hídricos. Quanto mais as sub-bacias são suscetíveis à erosão, maior a possibilidade de degradação de seus recursos hídricos, através de três fatores condicionantes:

- desequilíbrios pronunciados no balanço hídrico com aumento das taxas de escoamento superficial e diminuição dos coeficientes de infiltração, podem resultar na diminuição da recarga dos aquíferos;
- produção mais freqüente de cheias mais intensas, para chuvas de mesma intensidade e duração;
- assoreamento dos cursos d'água e perda da qualidade das águas que arrastam sólidos em suspensão, entre outros.

Esta abordagem dos fatores naturais envolve a elaboração da Carta de Potencialidade Natural das sub-bacias com objetivo de avaliar o impacto natural a seus recursos hídricos. Com base na Carta de Potencialidade Natural, que totaliza as suscetibilidades determinadas para os diferentes processos (laminar de um lado e boçorocas e ravinas, de outro), apresenta a fragilidade maior ou menor dos fatores naturais em função dos recursos hídricos, ou seja, dos tipos de solos, relevos e substratos, que comandam a suscetibilidade à erosão. Esta carta constitui uma ferramenta importante para ações de planejamento regional, uma vez que seu uso pode prevenir o desencadeamento de processos erosivos nas áreas de sub-bacias mais susceptíveis e que, portanto, demandam mais atenção para aplicação de medidas conservacionistas.

Por outro lado, é fato que as bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, assim como a maior parte do Estado de São Paulo, desde muito tempo já sofreram uma ocupação agrícola e/ou urbana, que crescem progressivamente. Os processos erosivos também se sucederam acompanhando a história desta ocupação, sendo que as erosões



eliminaram parte dos horizontes pedológicos, provocando perdas de solos, aumentando o escoamento superficial, diminuindo a infiltração, produzindo sedimentos, entre outros.

O Mapa de Criticidade das Sub-Bacias ao Desenvolvimento de Processos Erosivos representa, portanto, o estado atual dos impactos das erosões nos recursos hídricos. Constitui, assim importante instrumento para a análise e seleção de sub-bacias de maior criticidade e conseqüente degradação de seus recursos hídricos do ponto de vista da erosão. Esta análise permite subsidiar a definição de prioridades para as medidas corretivas que demandem ações via CBHs. Além disso, as duas cartas (de potencialidade e de criticidade) para o estudo dos impactos das erosões nos recursos hídricos se completam.

2.7.1.4. Programa de controle de erosão

O controle de erosão em áreas rurais está sendo coordenado pela SAA -SP através do Programa Estadual de Micro bacias, em execução em 56 municípios (Quadro 2.7.1.3), por meio da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, com financiamento do Banco Mundial e Governo do Estado de São Paulo, tendo como alguns dos objetivos específicos:

- proteger mananciais e nascentes, melhorando e conservando a quantidade e qualidade dos recursos hídrico **QUADRO 2.7.1.3. - Adesão Municipal ao Programa Micro Bacias do Estado de São Paulo** s;
- recompor e manter as matas nas margens dos cursos d'água (matas ciliares) e demais áreas de preservação permanente;
- contribuir para viabilizar a recuperação de solos e áreas degradadas, por meio do manejo e uso sustentável dos recursos naturais, baseados em alternativas tecnológicas que aumentem a produção, a produtividade e renda do produtor rural;
- eliminar os problemas de erosão causados pelas estradas rurais, reduzindo os custos de manutenção.

Quadro 2.7.1.3. - Adesão dos municípios ao Programa Micro bacias do Estado de SP.

Município	Projeto Microbacias	
	Adesão ao Programa	Planos Aprovados
Águas de São Pedro	N	N
Americana	S	N
Amparo	S	S
Analândia	S	N
Artur Nogueira	S	S
Atibaia	S	N
Bom Jesus dos Perdões	S	N
Braganca Paulista	S	N
Cabreúva	S	N
Campinas	S	N

**IRRIGART**Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

Município	Projeto Microbacias	
	Adesão ao Programa	Planos Aprovados
Campo Limpo Paulista	S	N
Capivari	S	N
Charqueada	S	N
Cordeirópolis	S	N
Corumbataí	S	N
Cosmópolis	S	N
Elias Fausto	S	S
Engenheiro Coelho	S	N
Holambra	S	S
Hortolândia	N	N
Indaiatuba	S	N
Ipeuna	S	N
Iracemapolis	S	S
Itatiba	S	S
Itupeva	S	N
Jaguariuna	S	S
Jarinu	S	N
Joanópolis	S	N
Jundiaí	S	N
Limeira	S	N
Lindóia	S	S
Louveira	S	S
Mombuca	S	S
Monte Alegre Do Sul	S	S
Monte Mor	S	N
Morungaba	S	N
Nazaré Paulista	S	N
Nova Odessa	S	N
Paulínia	N	N
Pedra Bela	S	S
Pedreira	S	N
Pinhalzinho	S	S
Piracaia	S	N
Piracicaba	S	S
Rafard	S	N
Rio Claro	S	N
Rio das Pedras	S	N
Saltinho	S	S
Salto	S	S
Santa Barbara d'Oeste	S	N
Santa Gertrudes	S	N
Santa Maria da Serra	N	N
Santo Antonio de Posse	S	N
São Pedro	S	S
Socorro	S	S
Sumaré	S	S
Tuiuti	S	N
Valinhos	S	S
Vargem	S	N



Município	Projeto Microbacias	
	Adesão ao Programa	Planos Aprovados
Várzea Paulista	N	N
Vinhedo	S	N

S = Sim; N - Não

Fonte: site da CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (2004).

<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/index.php>

2.7.2. Áreas degradadas por inundação

As áreas urbanas são, em geral, as grandes causadoras de inundações. Isto se deve principalmente à redução da recarga dos solos provocada pelas grandes áreas cobertas por pavimentos e aterros, que promovem o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, da quantidade de água pluvial que chega às calhas de rios, contribuindo assim para expressivas inundações.

Estes fenômenos acabam por trazer uma série de danos ao homem, como destruição de moradias e obras, danos sanitários, doenças, ferimentos, mortes, entre outros.

2.7.2.1. Base conceitual

O processo de inundação corresponde ao extravasamento das águas de um curso d'água para as suas áreas marginais, quando a vazão a ser escoada é superior à capacidade de descarga da calha. Está normalmente associado a enchente ou cheia (acréscimo na descarga d'água em curto período de tempo), assoreamento de canal, barramentos ou remansos (FORNASARI FILHO *et al.*, 1992). O assoreamento vincula-se ao processo erosivo. Os barramentos estão vinculados ao próprio processo erosivo ou a estruturas que tenham sua fundação no fundo do canal. Remanso, por sua vez, decorre de alargamentos da calha do curso d'água devido a intervenções nas margens.

Os canais pluviais apresentam cheias anuais, associadas ao regime climático na bacia hidrográfica. As cheias referem-se às maiores vazões diárias ocorridas em cada ano, independente do fato de causarem ou não inundação .

Para compreender o fenômeno da inundação, é necessário considerar os tipos de calhas fluviais e o conceito de vazão de margens plenas. TRICART (1965), analisando a freqüência das cheias e as formas dos canais fluviais, apresentou a seguinte classificação:

- **leito menor:** bem delimitado, encaixado entre margens definidas pelos diques marginais, onde a freqüência do escoamento impede o crescimento de vegetação;
- **leito de vazante:** encaixado no leito menor e escoas as águas de estiagem. Acompanha o talvegue (linha de maior profundidade do leito);



- **leito maior:** ocupado durante as cheias, correspondendo, portanto, ao leito menor mais a planície de inundação. A largura desta varia em função da intensidade da cheia, distinguindo-se o leito maior periódico, ocupado sazonalmente, e o leito maior excepcional, ocupado apenas durante as grandes cheias.

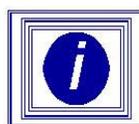
A vazão de margens plenas é definida como a vazão que preenche exatamente o leito menor do canal fluvial, acima da qual ocorrerá transbordamento para a planície de inundação. Os rios bem ajustados às vazões e sedimentos fornecidos pela bacia hidrográfica, bem como ao material das margens, apresentam vazão de margens plenas correspondente ao intervalo de recorrência de 1 a 2 anos, com valor característico de 1,58 anos (CHRISTOFOLETTI, 1981). Dessa forma, pode-se afirmar que esses rios transbordam regularmente a cada uma ou duas estações de cheias.

Os rios também procuram manter-se na configuração mais eficiente possível, através de processos de autorregulação. O conceito de rio em equilíbrio foi idealizado por J. H. Mackin e modificado por Leopold e Maddocck em ABGE (1998): “é aquele que mantém, em um certo período de anos, as características de declividade e canal delicadamente ajustadas para prover, com a vazão disponível, a exata velocidade requerida para o transporte dos materiais provenientes da bacia de drenagem”.

O tipo de cobertura existente na área da bacia de captação, entretanto, pode reduzir a significância da inundação ou potencializar inundações expressivas. Por exemplo, a cobertura vegetal, com expressão em área, facilita a infiltração das águas pluviais e serve de barreira ao seu escoamento, reduzindo a quantidade de água que poderia chegar bruscamente às calhas dos rios.

Além destes, outro fator importante para a compreensão das inundações é o tempo de concentração. Este parâmetro indica que uma das causas das enchentes é o rápido afluxo de todo volume de água precipitado que produz picos de vazão cada vez mais altos, que não são escoados satisfatoriamente e causam alagamentos nos pontos críticos do sistema de drenagem, como estreitamento sob pontes, acúmulo de sedimentos e detritos nos canais.

Muito mais que a impermeabilização do solo pela urbanização, o aumento dos picos de cheia deve-se à própria filosofia dos sistemas de drenagem urbana, que é escoar o mais rapidamente possível todas as águas pluviais, quebrando bruscamente o equilíbrio do sistema. Certamente, resultados mais significativos podem ser obtidos por medidas que retenham e desacelerem o escoamento das águas pluviais, sem provocar inconvenientes ou incômodos, como as medidas que visem aumentar a sua infiltração pela redução da taxa de impermeabilização.



Além dos fatores anteriormente discutidos, existem condições que são predisponentes à ocorrência dos processos de inundação: rupturas de declive (terraços, bermas, patamares), áreas de baixadas, cabeceiras de drenagem, lençol freático próximo à superfície, bacias de forma circular, alta densidade de drenagem da bacia, baixa capacidade de escoamento e assoreamento, cabendo ressaltar que o combate à erosão nas áreas de expansão urbana é fundamental para se evitar o assoreamento, minimizando o problema de inundações.

2.7.2.2. Ocorrências de inundações

No Quadro 2.7.2.1 e na Figura 2.7.2.1 estão dispostos os dados fornecidos pelo IPT, com relação a ocorrências de escorregamentos, erosões e inundações em alguns municípios das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Quadro 2.7.2.1 – Número de ocorrências de processos.

Nº	Município	Número de ocorrências por processo			Total de ocorrências por município
		Escorregamento	Inundação	Erosão	
1	Americana	0	3	0	3
2	Amparo	1	5	0	6
3	Analândia	0	1	2	3
4	Araras	0	15	0	15
5	Artur Nogueira	0	1	0	1
6	Atibaia	4	10	2	16
7	Bom Jesus dos Perdões	1	1	0	2
8	Bragança Paulista	3	4	0	7
9	Cabreúva	0	1	0	1
10	Campinas	7	50	0	57
11	Campo Limpo Paulista	6	3	0	9
12	Capivari	0	12	0	12
13	Cosmópolis	1	2	0	3
14	Hortolândia	0	10	2	12
15	Indaiatuba	1	5	0	6
16	Iracemápolis	0	2	0	2
17	Itatiba	3	4	0	7
18	Itupeva	1	2	0	3
19	Jaguariúna	0	14	0	14
20	Jarinu	0	1	0	1
21	Joanópolis	1	1	0	2
22	Jundiá	8	7	0	15
23	Limeira	1	4	0	5
24	Louveira	1	5	0	6
25	Mombuca	0	3	0	3
26	Monte Alegre do Sul	2	3	0	5
27	Monte Mor	0	4	0	4
28	Morungaba	0	1	1	2
29	Nazaré Paulista	3	0	0	3
30	Nova Odessa	0	4	0	4
31	Paulínia	0	1	0	1

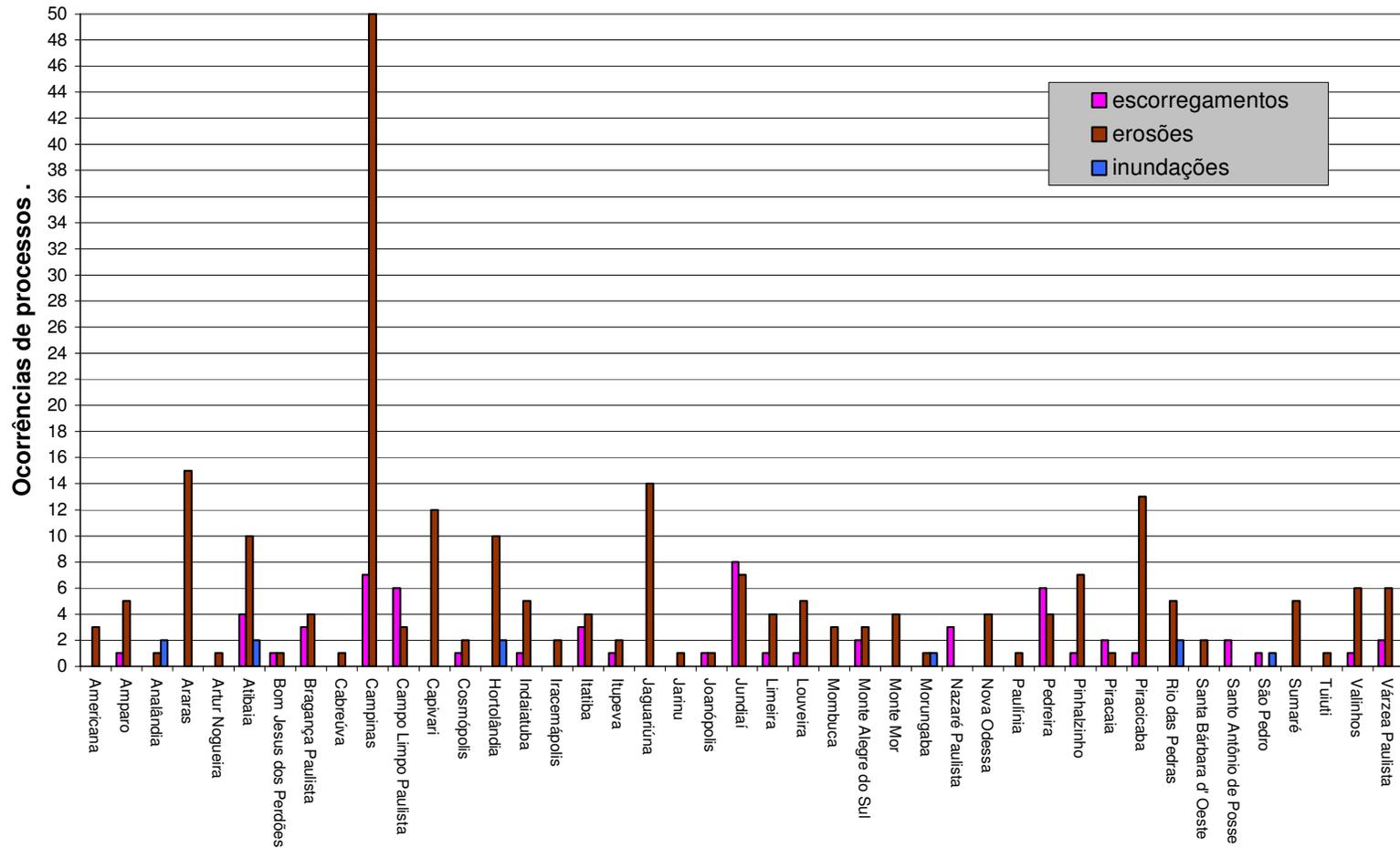


Nº	Município	Número de ocorrências por processo			Total de ocorrências por município
		Escorregamento	Inundação	Erosão	
32	Pedreira	6	4	0	10
33	Pinhalzinho	1	7	0	8
34	Piracaia	2	1	0	3
35	Piracicaba	1	13	0	14
36	Rio das Pedras	0	5	2	7
37	Santa Bárbara d' Oeste	0	2	0	2
38	Santo Antônio de Posse	2	0	0	2
39	São Pedro	1	0	1	2
40	Sumaré	0	5	0	5
41	Tuiuti	0	1	0	1
42	Valinhos	1	6	0	7
43	Várzea Paulista	2	6	0	8
	TOTAL	80	293	15	388

Fonte: IPT, 2004.



Figura 2.7.2.1 – Número de ocorrências de processos.



Fonte: IPT, 2004.



2.7.3. Áreas Degradadas por Mineração

A atividade mineral é considerada processo tecnológico capaz de causar alterações no meio físico através de sua interação e interferência nos processos físicos naturais. Segundo IPT (1992), a mineração é uma das *atividades modificadoras que altera processos, propriedades ou características físicas, químicas ou biológicas, ou interferem em usos preexistentes de um determinado ambiente. O processo do meio físico é o conjunto do ambiente definido pela interação de componentes predominantemente abióticos, quais sejam, materiais terrestres (solos, rochas, água, ar) e tipos naturais de energia (gravitacional, solar, energia interna da Terra e outras), incluindo suas modificações decorrentes da ação biológica e humana. O processo tecnológico corresponde ao conjunto de técnicas aplicadas em operações que caracterizam a implantação, o funcionamento ou a desativação de uma atividade modificadora do meio ambiente.* Para identificar as alterações do meio físico e conseqüências destas modificações são geralmente realizados cruzamentos de informações a respeito dos processos do meio físico e dos processos tecnológicos, em suas diversas etapas e situações.

Segundo este mesmo trabalho, nas atividades minerárias observam os seguintes processos, listados no Quadro 2.7.3.1

Quadro 2.7.3.1 – Processos verificados na atividade mineral

PROCESSOS DO MEIO FÍSICO	PROCESSOS TECNOLÓGICOS
Erosão pela água Escorregamento Queda de bloco ou detrito Escoamento de águas superficiais Deposição de sedimentos ou partículas Movimentação de águas de subsuperfície Interações físico-químicas na água e no solo Erosão eólica Circulação de partículas e gases na atmosfera Inundação Potencialização e desencadeamento de sismos e vibrações	FUNCIONAMENTO Decapeamento Desmonte (hidráulico, mecânico, por explosivos) Transporte interno de minério e rejeitos Beneficiamento Disposição de rejeitos (sólido, líquido e gasoso) Estocagem do produto Carregamento e transporte do produto Operações auxiliares DESATIVAÇÃO Operações auxiliares Medidas referentes a cava e aos rejeitos para desativação da atividade

2.7.3.1. Alterações ambientais

As principais alterações ambientais causadas pela mineração em áreas urbanas podem ser observadas abaixo:

- Supressão de áreas de vegetação;
- Reconfiguração de superfícies topográficas;
- Impacto visual;
- Aceleração de processos erosivos;



- Indução de escorregamentos;
- Modificação dos cursos d'água;
- Aumento da turbidez e da quantidade de sólidos em suspensão em corpos d'água receptores;
- Assoreamento e entulhamento de cursos d'água;
- Interceptação do lençol freático com rebaixamento ou elevação do nível de base local;
- Mudanças na dinâmica de movimentação das águas subterrâneas;
- Inundações a jusante;
- Aumento na emissão de gases e partículas em suspensão no ar;
- Aumento de ruídos;
- Lançamento de fragmentos rochosos à distância;
- Sobrepressão no ar; e
- Propagações de vibração no solo.

Como conseqüências destas alterações, observam-se vários problemas, alguns até com situações de risco:

- Problemas geotécnicos: erosão e assoreamento na produção de areia, brita e caulim em morros e morrotes, erosão na produção de areia em colinas e assoreamento e inundação na produção de areia e argila em planícies aluvionares. Maior erodibilidade por águas pluviais em solos de alteração de rochas cristalinas, que, quando minerados, podem propiciar riscos de assoreamento e conseqüentes inundações;
- Danos às fundações de habitações, edificações industriais e comerciais diversas, linhas de transmissão, ruas, estradas e outros usos próximos às minerações;
- Insalubridade e riscos decorrentes do lançamento de resíduos em lagos abandonados e acidentes de quedas ou afogamento;
- Aumento da vulnerabilidade dos aquíferos subterrâneos com prejuízo à captação em poços e cacimbas nas proximidades;



- Perda da qualidade das águas situadas a jusante e utilizadas como mananciais para abastecimento público;
- Perda da qualidade do ar;
- Vítimas ou danos decorrentes do ultralancamento de fragmentos rochosos;
- Incômodo às pessoas e danos às habitações e outras edificações causados pela propagação de vibrações do solo e pela sobrepressão atmosférica.

2.7.3.2. Medidas de recuperação

- Minerações ativas

Em Minerações Ativas, os procedimentos gerenciais de recuperação de áreas degradadas envolvem o acompanhamento de medidas executadas concomitantemente às atividades extrativas destinadas à estabilização dos processos de degradação instalados. Entretanto, são poucos os casos de empreendimentos em que estes procedimentos têm sido praticados em conformidade com o uso pós-mineração previsto na fase de planejamento e expresso em PRAD ou outra documentação técnica correlata, apesar de ser conduta prevista como crime ambiental pelo artigo de Lei 8605/98.

A identificação das medidas de recuperação está relacionada ao modo individualizado pelo qual são formuladas e implementadas por parte das empresas de mineração, envolvendo áreas lavradas, que incluem principalmente cavas a céu aberto (secas ou inundadas) e frentes de lavras em bancadas ou cortes em taludes de encostas; áreas de depósitos de estéril e rejeitos, que incluem pilhas de bota-foras e bacias de decantação de rejeitos de beneficiamento, e áreas de infra-estrutura, que incluem instalações de unidades de beneficiamento (britagem, moagem, lavagem e classificação), estocagem e expedição de minério, vias de acesso e circulação interna, oficinas de máquinas e equipamentos.

As medidas de recuperação estão divididas em três grupos (Quadro 2.7.3.2): as disseminadas, que se observam em praticamente todos os empreendimentos minerários; as emergentes, que estão sendo aos poucos implementadas na região; e as experimentais, que apenas algumas minerações estão realizando.



Quadro 2.7.3.2 – Medidas de recuperação de Áreas Degradadas em Minerações ativas

MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO	
MEDIDAS DISSEMINADAS	Instalação de barreiras vegetais
	Arborização dispersa na área da mineração
	Remodelamento topográfico
	Retaludamento e revegetação de áreas lavradas
	Revegetação de taludes de barragens de rejeitos
MEDIDAS EMERGENTES	Remoção, estocagem e utilização da camada orgânica do solo superficial
	Remoção, estocagem e utilização da camada argilosa do solo superficial
	Remoção dirigida a estéreis e preenchimento de cavas
	Instalação de sistemas de drenagem com barragens de rejeito
	Reforço e revegetação em barragens de rejeito
	Transposição de rejeitos de bacias de decantação para áreas lavradas
	Instalação de sistemas de drenagem e retenção de sedimentos
	Construção e estabilização de botas-fora
	Retenção e coleta de óleos e graxas
	Revegetação de taludes em acessos e vias internas
	Remoção de blocos rochosos instáveis em áreas lavradas
	Abatimento e revegetação de taludes marginais em lagos remanescentes
	Proteção e manejo da vegetação remanescente
Indução e manejo da vegetação espontânea	
MEDIDAS EXPERIMENTAIS	Revegetação em bermas e taludes rochosos
	Revegetação em solos de alteração de rochas

2.7.3.3. Levantamento das Ocorrências das Minerações Ativas na área das bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

O levantamento de ocorrências das atividades minerárias é mais um parâmetro de análise para situação de usos que utilizam e modificam o meio, conseqüentemente, os recursos hídricos. Em áreas com atividades de mineração que tem o desenvolvimento de processos tecnológicos e a aplicação de suas técnicas são, diretamente, consumidoras dos recursos hídricos e modificadores dos processos naturais na sua instalação e operação.

No Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, 1999 (CETEC, 2000) as informações sobre áreas degradadas pela atividade de mineração, incluindo os principais impactos ambientais registrados, foram obtidos do trabalho “Levantamento e sistematização de Dados sobre Áreas Degradadas, Áreas Sujeitas à Erosão, e informações específicas sobre Resíduos Sólidos Domésticos e sobre Atividades Agrícolas Desenvolvidas nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá” – Relatório Final (Grupo Etep/1996).



Os órgãos competentes para identificação dos processos existentes de atividades ativas minerais e / ou requeridas são:

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral - que possui um cadastro, de âmbito nacional, dos processos destas atividades, sendo possível consultá-lo pela Internet no endereço: <http://www.dnpm.gov.br/sicom/sicom.asp> .

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – órgão de atuação regional com cadastro destas atividades minerárias, que não estão dispostos na internet. O acesso a essas informações é diretamente nas regionais da CETESB.

A partir destas identificações, este relatório de situação, organizou o levantamento nestes dois órgãos com o propósito de levantar os processos cadastrados nestes órgãos.

Através do levantamento efetuado junto ao DNPM foi possível elaborar o Mapa de Ocorrências Potenciais de Erosão e Mineração (Desenho 15).

Destacamos que estas informações não foram tratados no relatório zero e, portanto, não permitem análises comparativas.

A seguir estão apresentados os resultados obtidos a partir desta sistematização seguido de algumas considerações.

▪ **Resultados Obtidos**

Os dados levantados no DNPM somam 353 processos de requerimento outorga e de licença para atividades extrativas na área das bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, cujos resultados são apresentados na íntegra no ANEXO 3A. O **Quadro 2.7.3.3** mostra esta distribuição em números absolutos. Houve a separação dos processos que tem extração de areia e argila, pois isso foi critério para o mapeamento das ocorrências. Neste Levantamento foram priorizadas algumas das substâncias que apresentam interferências e impactos mais diretos sobre os recursos hídricos deixando, neste relatório, sem discussão as ocorrências de requerimento de extração de brita e de cantarias, nas rocha cristalina, e de britas extraídas de ocorrências de diabásios.



Quadro 2.7.3.3. Distribuição do número de processos de cada atividade mineraria por sub bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí

Sub - Bacia/Atividade	Água Mineral	Areia	Argila	Areia e Argila	Calcário	Total
1 - Rio Piracicaba	7	68	19	1	2	97
2 - Rio Corumbataí	5	21	34	0	13	73
3 - Rio Jaguarí	3	19	19	1	0	42
4 - Rio Camanducaia	6	8	6	11	0	31
5 - Rio Atibaia	10	5	7	3	0	25
6 - Rio Capivari	2	14	17	8	2	43
7 - Rio Jundiáí	6	15	11	10	0	42
PCJ	39	150	113	34	17	353

A partir desta sistematização foram transformados estes números absolutos em porcentagem, para ter um panorama estatístico da representação de cada atividade nas sub bacias (Quadro 2.7.3.4 e FIGURA 2.7.3.1).

Quadro 2.7.3.4. Porcentagem da distribuição das quantidades de processos de cada atividade mineraria por sub bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

Sub - Bacia/Atividade	Água Mineral (%)	Areia (%)	Argila (%)	Areia e Argila (%)	Calcário (%)
1 - Rio Piracicaba	7,2	70,1	19,6	1,0	2,1
2 - Rio Corumbataí	6,8	28,8	46,6	0,0	17,8
3 - Rio Jaguarí	7,1	45,2	45,2	2,4	0,0
4 - Rio Camanducaia	19,4	25,8	19,4	35,5	0,0
5 - Rio Atibaia	40,0	20,0	28,0	12,0	0,0
6 - Rio Capivari	4,7	32,6	39,5	18,6	4,7
7 - Rio Jundiáí	14,3	35,7	26,2	23,8	0,0
PCJ	11,0	42,5	32,0	9,6	4,8

No entanto, são efetuadas as seguintes considerações:

- Na Bacia do Rio Piracicaba tem como destaque o maior número de processos na atividade de exploração da Areia (70,1%) e em seguida vem os processos de Argila (19,6%). Os processos de Água Mineral (7,2%), Calcário (2,1%) e Areia e Argila (1,0%) vêm respectivamente, destaca – se a ocorrência de todas as atividades minerarias cadastradas dentro desta bacia; Nesta bacia há alta incidência de extração de areia instalada na foz do rio Piracicaba no remanso da Represa de Barra Bonita. No mapa de ocorrência mostra alta concentração dos efluentes para este bem mineral.
- Na Bacia do Rio Corumbataí os processos de Argila (46,6%) representam a maior parte, em seguida, respectivamente, estão a Areia (28,8%) o Calcário (17,8%) e a Água Mineral (6,8%), não há registros de processos de Areia e Argila nesta bacia; Na foz do Rio Corumbataí há grande concentração de empreendimento de extração de areia e na cabeceira há de extração de argila. Há histórico de conflitos com outros usos do recurso



hídrico, em especial, nas cabeceiras de afluente que serve de abastecimento público para o município de Santa Gertrudes.

- Na Bacia do Rio Jaguarí a um empate entre os processos de atividades de Areia (45,2%) e de Argila (45,2%) como as maiores ocorrências, a Água Mineral (7,1%) vem em seguida e depois os processos de Argila e Areia (2,4%), não há registros de processos de Calcário nesta bacia; No Rio Jaguarí, na região de Bragança Paulista, há histórico de problemas causados por extrações de areia em leito de rio em espacial, por cata artesanal e clandestina sem cuidados técnicos adequados.
- Na bacia do Rio Camanducaia a Areia e Argila são destaques novamente, ressaltando que os processos que tem maior porcentagem são os que exploram as duas substâncias na mesma área (35,5%), os processos que exploram somente Areia (25,8%) e Argila (19,4%) e Água Mineral (19,4%) vêm em seguida, respectivamente. Não há registros de processos de Calcário nesta bacia;
- Na Bacia do Rio Atibaia a Água Mineral (40,0%) é a atividade de exploração de destaque seguida pela Argila (28,0%), Areia (20,0%) e pelos processos que exploram as duas substâncias, Areia e Argila (12,0%) na mesma área. Não há registros de processos de Calcário nesta bacia;
- Na Bacia do Rio Capivari os processos de Argila (39,5%) representam a maior parte, em seguida, respectivamente, estão a Areia (32,6%), Areia e Argila (18,6%), a Água Mineral (4,7%) e o Calcário (4,7%), destaca – se a ocorrência de todas as atividades minerárias cadastradas dentro desta bacia; Nas cabeceiras do Rio Capivari, em especial nas áreas dos municípios de Louveira e Vinhedo, ocorre concentração de extração de areia de cava.
- Na Bacia do Rio Jundiaí os processos de Areia (35,7%) são maioria dos processos cadastrados, em seguida, respectivamente, estão a Argila (26,2%), Areia e Argila (23,8%), a Água Mineral (14,3%) e o Calcário (4,7%). Não há registros de processos de Calcário nesta bacia;
- No Total dos processos apresentados a Areia (35,7%) destaca – se como a atividade com maior porcentagem de todos os processos apresentados, em seguida, respectivamente, estão a Argila (32,0%), a Água Mineral (11,0%) Areia e Argila (9,6%),e o Calcário (4,8%).

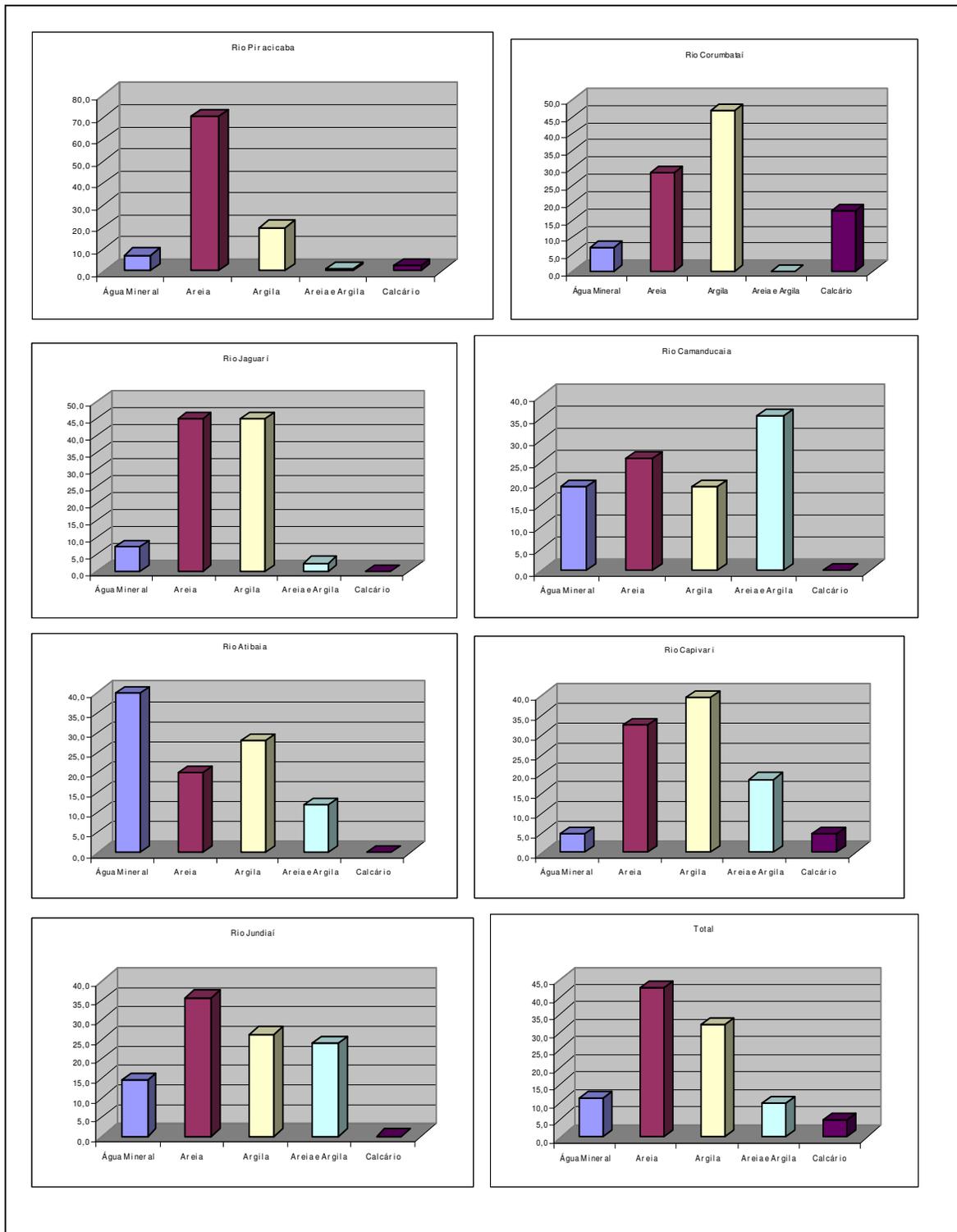


FIGURA 2.7.3.1. Gráficos de cada sub – bacia relacionando a porcentagem de ocorrência de atividade mineraria.



Foi feita a relação entre a porcentagem de cada mineral em relação ao número total de sua ocorrência em cada sub bacia (Quadro 2.7.3.5 e FIGURAS 2.7.3.2). A partir desta relação considera – se que:

- Os processos de Água Mineral têm sua maior ocorrência na bacia do Rio Atibaia (26%);
- Os processos de Areia têm sua maior ocorrência na Bacia do Rio Piracicaba (45%);
- Os processos de Argila têm sua maior ocorrência na Bacia do Rio Corumbataí (30%);
- Os processos de Areia e Argila têm sua maior ocorrência na Bacia do Rio Camanducaia (32%);
- Os processos de Calcário têm sua maior ocorrência na Bacia do Rio Corumbataí (76%).

Quadro 2.7.3.5. Ocorrência de cada mineral em cada sub bacia.

Sub - Bacia/Atividade	Água Mineral (%)	Areia (%)	Argila (%)	Areia e Argila (%)	Calcário (%)
1 - Rio Piracicaba	18	45	17	3	12
2 - Rio Corumbataí	13	14	30	0	76
3 - Rio Jaguari	8	13	17	3	0
4 - Rio Camanducaia	15	5	5	32	0
5 - Rio Atibaia	26	3	6	9	0
6 - Rio Capivari	5	9	15	24	12
7 - Rio Jundiá	15	10	10	29	0

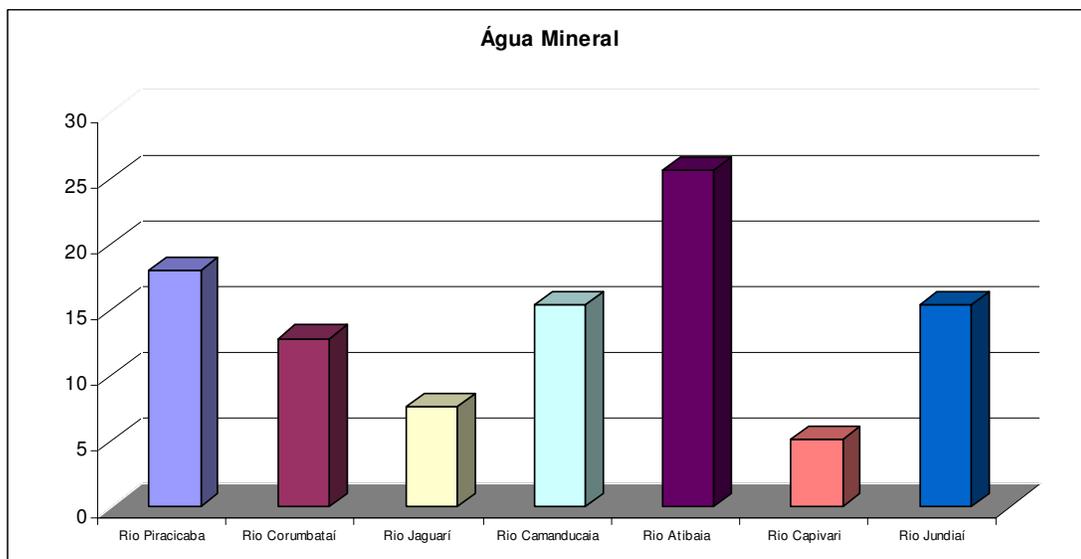


FIGURA 2.7.3.2. Porcentagem de ocorrência de água mineral em cada sub bacia.

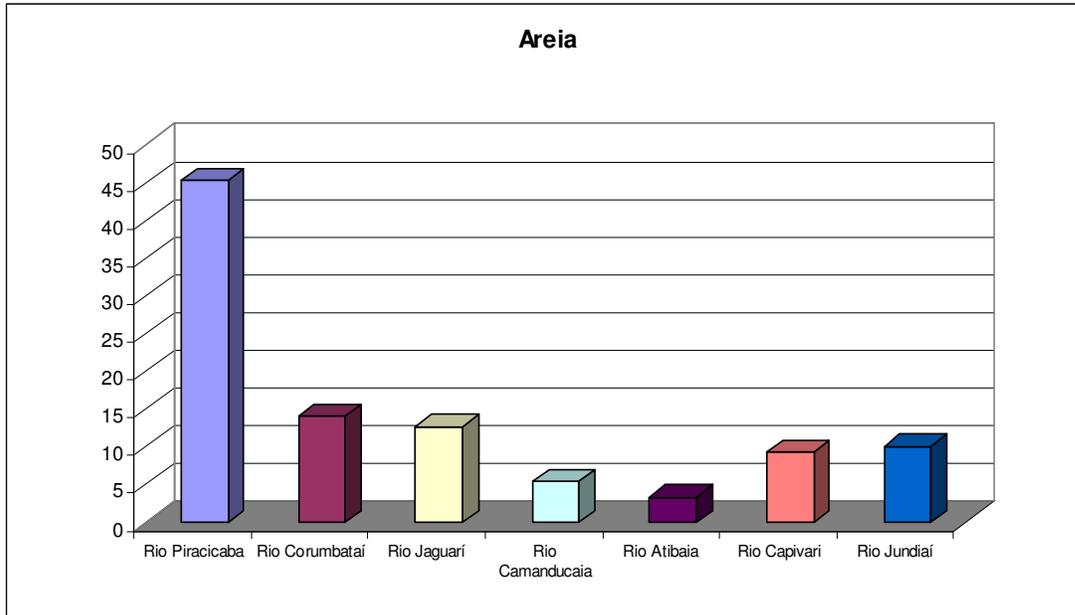


FIGURA 2.7.3.3. Porcentagem de ocorrência de areia em cada sub bacia.

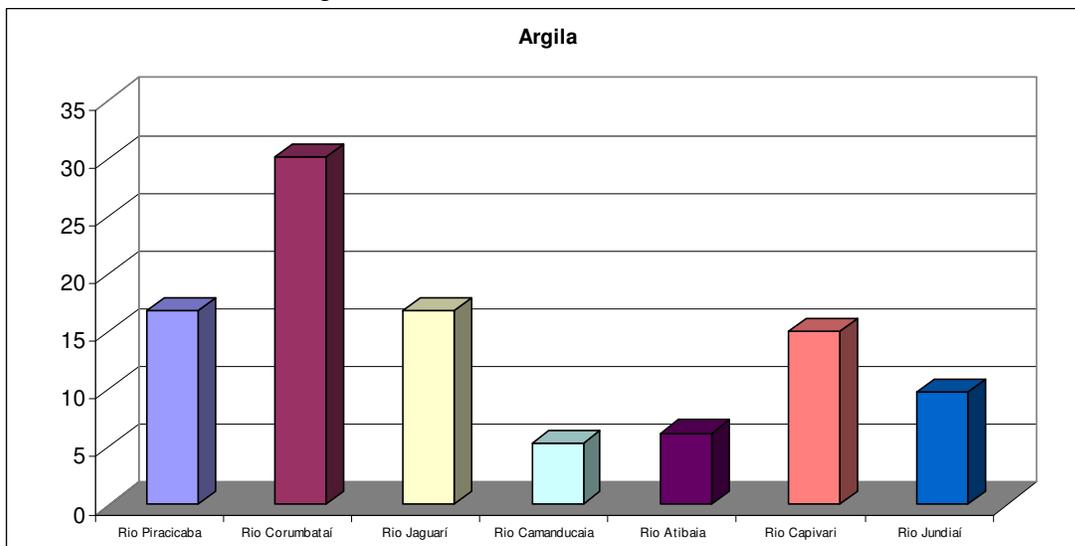


FIGURA 2.7.3.4. Porcentagem de ocorrência de argila em cada sub bacia.

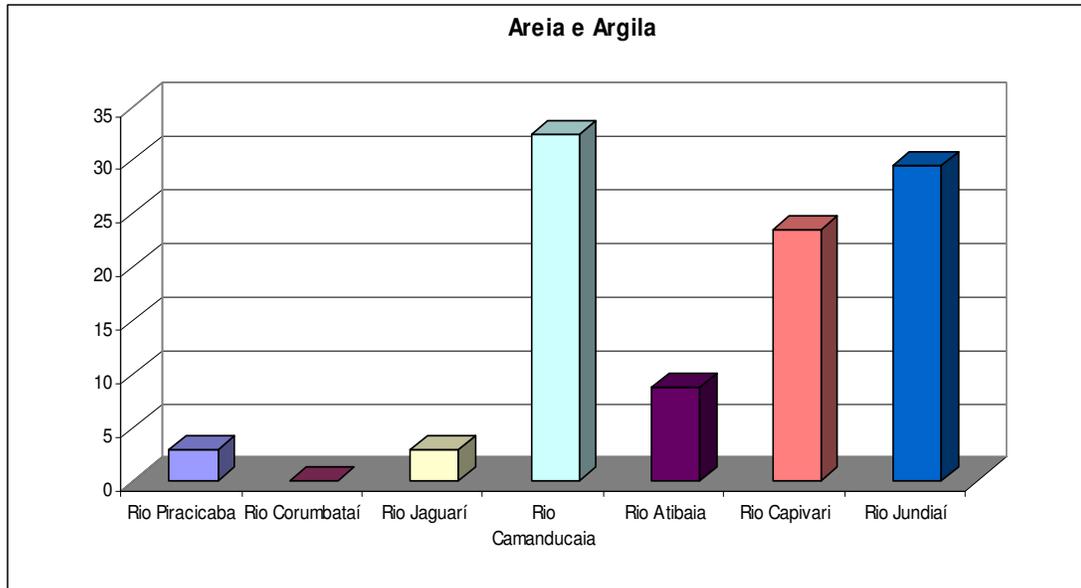
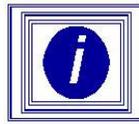


FIGURA 2.7.3.5. Porcentagem de ocorrência de areia e argila em cada sub bacia.

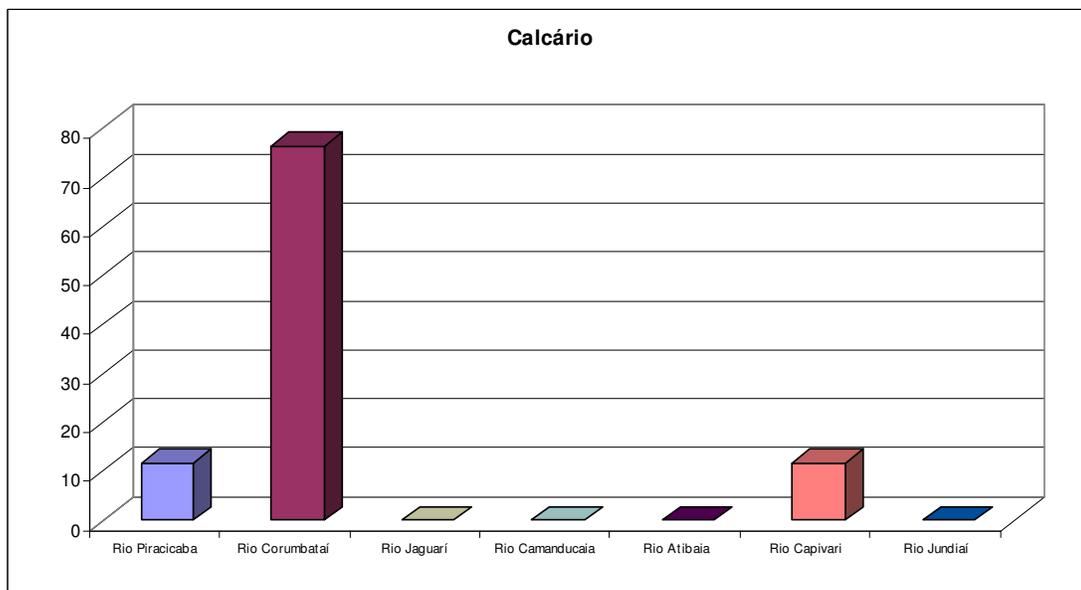


FIGURA 2.7.3.6. Porcentagem de ocorrência de calcário em cada sub bacia.

A seguir, são apresentados os quadros com informações dos processos levantados no DNPM para Areia, Argila, Água Mineral, Calcário e Dolomito, que estão nas bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Foram considerados os processos que estão em fase de *Concessão de Lavra e Licenciamento*, ou seja, os processos com as atividades a serem iniciadas. Para fins de estruturação de uma planilha de dados foram considerados os seguintes itens: *Número do Processo, Ano, Nome/Razão Social, CGC/CNPJ, Município, Localização da Área, Diploma, Substância, Classe e Coordenadas*.



O DNPM mantém cadastro das áreas requeridas, outorgadas e licenciadas para o desenvolvimento de atividades de extração mineral, portanto, englobando áreas potenciais e efetivamente em exploração.

Para os quadros apresentados pela CETESB, com informações das atividades cadastradas por essa entidade foram fornecidos os seguintes dados: *Nome/Razão Social, CGC/CNPJ, Endereço, Município, Área da Lavra e Método de Extração*. As atividades levantadas são: *Areia, Argila, Calcário Dolomítico, Pedra e Olaria*. O cadastro de empreendimentos minerais da CETESB envolve atividades paralisadas e ativas, licenciadas ou autuadas por falta de licenças e atividades dispensadas de licenciamento (anteriores ao Decreto Estadual 8468/76) ou por serem microempresas.

Numa análise comparativa da forma de apresentação das informações contidas nos cadastros e da atualização de processos dos dados, nota – se uma disparidade existente entre os dois órgãos. O cadastro da CETESB, é subconjunto do universo representado pelo do DNPM, pois nem toda área requerida, junto ao DNPM, gera interesse de instalação e operação de atividades minerais passíveis de procedimento de licenciamento ambiental. Porém tudo empreendimento licenciado pela CETESB deve deter concessão de direito minerário do DNPM.

Desta forma, fazer uma comparação direta entre os dois órgãos ou mesmo de trabalhar conjuntamente com os dados dos dois órgãos é tarefa difícil de ser realizada, pois eles ainda não usam parâmetros e formas de cadastramentos que possibilite o acompanhamento e uma atualização dos dados entre ambos.

Os dados levantados pelo DNPM, em função da sua forma de apresentação, permitiram melhor visualização dos potenciais áreas de extração mineral, que foram apresentadas no Mapa de Ocorrências de Erosões e Minerações (Desenho 15).

Através deste mapa é possível visualizar, por exemplo: a grande ocorrência de requerimento para extração de areia no leito do rio Piracicaba, em especial, no remanso de sua foz no Reservatório de Barra Bonita.

Os dados levantados pelo DNPM permitiram uma melhor interpretação da situação das áreas minerárias em potencial, pois foi possível mapear as ocorrências dessas atividades nota – se que a atividade de extração de areia tem maior ocorrência na Bacia do Rio Piracicaba, com mais precisão na Represa de Barra bonita onde há concentração alta de áreas requeridas.

2.7.4. Áreas contaminadas

Uma área é considerada contaminada quando, após uma investigação confirmatória, isto é, amostragem e análise química de solos ou águas subterrâneas, são detectados valores de concentrações de contaminantes superiores aos valores de intervenção estabelecidos pela



CETESB ("Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo" - CETESB; 2001) ou a presença de fase livre do contaminante (gasolina, solvente, etc).

As áreas constantes do cadastro são classificadas da seguinte maneira:

- Contaminada ou com indicação para investigação detalhada quando ainda não foi realizada a investigação detalhada;
 - Avaliada sem proposta de remediação quando já possui confirmação da contaminação e além disso já foi efetuada uma investigação detalhada, parcial ou completa, aprovada ou não;
 - Avaliada com proposta de remediação quando além da confirmação da contaminação e da investigação detalhada, também já foi apresentada uma concepção e/ou projeto de remediação, parcial ou completo, aprovado ou não, implantado ou não;
 - Remediação concluída nos casos em que já houve formalização deste fato, através de parecer técnico ou outro documento emitido pela CETESB. As etapas do gerenciamento refletem o estágio atual dos trabalhos:
 - Investigação detalhada - a área sofreu uma investigação suficiente para o entendimento do cenário da contaminação, caracterização de fontes, identificação de receptores de risco e determinação de dimensões, no mínimo aproximadas, das plumas de contaminação.
 - Avaliação de risco - foi realizada uma avaliação de risco a saúde humana, utilizando as metodologias reconhecidas internacionalmente.
 - Concepção de intervenção - a concepção da intervenção está estabelecida, mesmo que não englobe ainda todas as contaminações presentes e mesmo que não tenha sido formalmente aprovada.
 - Projeto de remediação - O projeto de remediação foi elaborado, parcial ou completamente desenvolvido, aprovado ou não.
 - Execução da remediação - Remediação sendo atualmente efetuada, mesmo que de forma parcial, quer os procedimentos tenham sido aprovados ou não.
- Monitoramento - monitoramento da eficiência do sistema de remediação ou monitoramento ambiental da área.

Segundo dados do mais recente inventário da CETESB (CETESB, 2003c), estão cadastradas 727 áreas no Estado de São Paulo, sendo que aquelas presentes nos municípios

**IRRIGART**Engenharia e Consultoria em
Rec. Hid. e Meio Ambiente Ltda.

das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá são listadas no **ANEXO 3-B**. Grande parte delas trata-se de postos de combustíveis.

Quadro 2.7.4.1. Número total de áreas contaminadas e número de postos de combustíveis nos municípios das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Município		Número total de áreas contaminadas (nº de postos de combustíveis)	Município		Número total de áreas contaminadas (nº de postos de combustíveis)
1	Águas de São Pedro	1 (1)	32	Limeira	4 (4)
2	Americana	1 (0)	33	Louveira	-
3	Amparo	1 (0)	34	Mombuca	-
4	Analândia	-	35	Mte. Alegre do Sul	-
5	Artur Nogueira	1 (1)	36	Monte Mor	1 (1)
6	Atibaia	4 (4)	37	Morungaba	-
7	Bragança Paulista	-	38	Nazaré Paulista	-
8	B. J. dos Perdões	-	39	Nova Odessa	-
9	Cabreúva	2 (1)	40	Paulínia	15 (0)
10	Camanducaia - MG	-	41	Pedra Bela	-
11	Campinas	10 (4)	42	Pedreira	-
12	C. Limpo Paulista	-	43	Pinhalzinho	-
13	Capivari	-	44	Piracaia	-
14	Charqueada	-	45	Piracicaba	2 (0)
15	Cordeirópolis	1 (1)	46	Rafard	2 (0)
16	Corumbataí	-	47	Rio Claro	4 (0)
17	Cosmópolis	1 (0)	48	Rio das Pedras	-
18	Elias Fausto	1 (0)	49	Saltinho	-
19	Extrema – MG	-	50	Salto	-
20	Holambra	-	51	Sta. Bárb. D'Oeste	1 (1)
21	Hortolândia	-	52	Santa Gertrudes	1 (0)
22	Indaiatuba	1 (0)	53	S. Maria da Serra	-
23	Ipeúna	-	54	Sto Ant. de Posse	2 (0)
24	Iracemápolis	1 (1)	55	São Pedro	-
25	Itapeva – MG	-	56	Sumaré	4 (1)
26	Itatiba	1 (0)	57	Toledo – MG	-
27	Itupeva	-	58	Tuiuti	-
28	Jaguariúna	-	59	Valinhos	2 (0)
29	Jarinu	-	60	Vargem	-
30	Joanópolis	-	61	Várzea Paulista	1 (0)
31	Jundiá	5 (4)	62	Vinhedo	-
Total de áreas contaminadas		70	Nº de postos de combustíveis		24

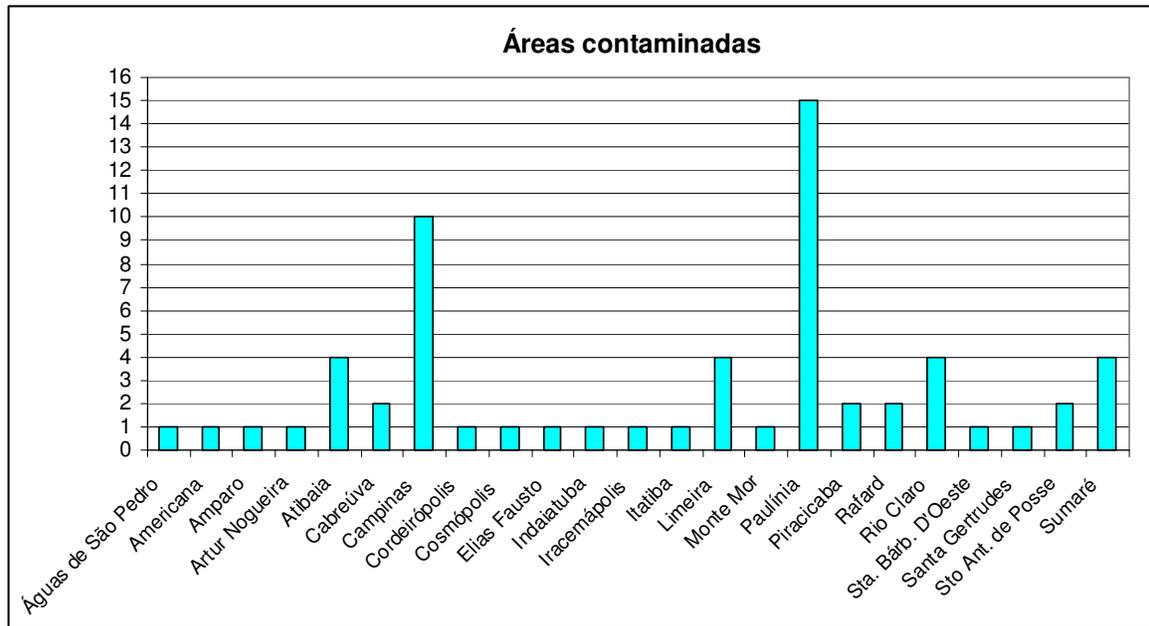


FIGURA 2.7.4.1. Ocorrência de áreas contaminadas por município.