

## RELATÓRIO Nº 40.515

**Natureza do Trabalho** Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande - Relatório Final.

**Interessado** Comitê da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande - CBH-TG  
Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO

### 1 INTRODUÇÃO

Atendendo ao disposto no ANEXO I do “Instrumento Particular de Financiamento no Âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos” - CONTRATO FEHIDRO Nº 270/98, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A - IPT - apresenta este Relatório contendo os resultados obtidos na realização dos trabalhos relativos à Proposta Digeo 21.590/98 “Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande - Relatório Zero” para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande - CBH-TG.

#### 1.1 Objetivos

Os objetivos principais dos trabalhos realizados foram:

- a) execução do diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande, no que diz respeito ao levantamento e atualização de informações disponíveis sobre a Bacia (Relatório Zero);
- b) formulação de sugestões de diretrizes para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica.

### 2 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Os trabalhos foram desenvolvidos em consonância com as diretrizes constantes da proposta metodológica para elaboração do "Relatório Zero", apresentada pelo Grupo Técnico de Planejamento do CORHI (Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos), na qual foi baseada a Proposta Digeo 21.590/98.

Desta forma, a estrutura do presente Relatório procura seguir a estrutura indicada naquela proposta metodológica, de forma que a grande maioria dos itens aqui apresentados correspondem àqueles indicados na proposta do CORHI. Os tópicos relativos ao *Bloco I - Conteúdo, tratamento e apresentação dos dados* - mostram correspondência a partir do item 3 deste Relatório (caracterização geral da UGRHI; caracterização física; caracterização sócio-econômica; e assim

sucessivamente), com exceção do item 5, o qual corresponde, aqui, à caracterização da biodiversidade, que consta como sub-item (do item caracterização física) na proposta do CORHI.

Os tópicos relativos ao *Bloco II - Análise dos dados - situação atual da Bacia*, que envolvem a apresentação dos diagramas unifilares e do mapa síntese, do perfil sanitário, quadro resumo e gráfico de vazão ao longo dos rios, a análise das áreas degradadas e o acompanhamento dos PDC, são apresentados no item 11 e sub-itens.

No item 12 e sub-itens são apresentadas as sínteses e recomendações, que fazem parte do *Bloco III* do roteiro metodológico do CORHI.

Pela diversidade dos temas abordados no desenvolvimento dos trabalhos, cujos dados e resultados são aqui apresentados, optou-se por indicar os métodos e as técnicas, bem como o material utilizado e as fontes de dados adotadas, nos itens relativos aos temas específicos.

Desta forma, este item restringe-se à indicação do tipo de abordagem adotada na coleta de dados nas prefeituras, nas regionais do interior do Estado da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Cetesb e da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp, e à interação com as instâncias no âmbito do CBH-TG.

## **2.1 Coleta de dados**

Os trabalhos realizados com vistas à elaboração do Relatório Zero foram precedidos da entrega, por técnicos do IPT, de um questionário aos participantes da assembléia do CBH-TG de 29/10/98, para que fossem indicados estudos e/ou projetos envolvendo a área da Bacia (ou mesmo parte dela), sobre temas julgados de interesse e de conhecimento dos participantes, conforme consignado na Ata da Assembléia publicada no D.O.E de 04/12/98. O ANEXO A apresenta o modelo do referido questionário.

Em fins de janeiro e início de fevereiro/99, técnicos do IPT visitaram a Unidade de Negócio do Baixo Tietê e Grande, da Sabesp, em Lins, e as regionais de Jales, Fernandópolis, Monte Alto e Novo Horizonte, para coleta de dados sobre os sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgotos nos municípios da Bacia por ela atendidos. Dados sobre a eficiência dos sistemas de tratamento operados pela Sabesp foram coletados em Lins, no mês de junho/99.

### **2.1.1 Visita às Prefeituras**

O trabalho de coleta de dados nas prefeituras municipais foi precedido de ações com vistas à torná-lo mais objetivo, e incluiu:

- Envio, na primeira quinzena de dezembro/98, de ofício padrão (modelo no ANEXO A) a todos os prefeitos dos 64 municípios com sede na área da Bacia, para que indicassem um técnico ou técnicos municipais para o contato dos técnicos do IPT, envolvidos na elaboração do Relatório Zero, para a obtenção de dados e atendimento quando da visita às prefeituras;

- Envio, na segunda quinzena de dezembro/98, a todas as 64 prefeituras municipais, um questionário (modelo no ANEXO A) mais específico, solicitando uma série de dados dos municípios, envolvendo desde questões de política urbana, meio físico, disposição de resíduos e sócio-economia, a dados de abastecimento de água e sistema de coleta e tratamento de esgotos.

No período de 01/02/99 a 12/03/99 foram visitadas, por técnicos do IPT, todas as 64 prefeituras da área da Bacia para coleta de dados dos municípios. Nesta etapa foi de grande importância o questionário apresentado no ANEXO A que, embora tenha sido respondido previamente por apenas 14 prefeituras, foi utilizado como guia para coleta complementar dos dados de cada um dos municípios. Quando necessário, contatou-se novamente as prefeituras para a complementação de dados, o que se deu principalmente por telefone e fax.

## **2.2 Reuniões com o CBH-TG**

Além da entrega formal dos Relatórios de Andamento previstos na Proposta Digeo 21.590/98 e no Contrato Fehidro N<sup>o</sup> 270/98, técnicos do IPT participaram de assembléias do CBH-TG, onde foram apresentados resumidamente os resultados parciais dos trabalhos em execução pelo IPT relativos ao Relatório Zero.

Mas foi no âmbito da Câmara Técnica de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (CT-PLAGRHI) do CBH-TG que se deu uma maior inter-relação entre os técnicos executores do Relatório Zero, da parte do IPT, e os componentes da Câmara, com apresentações dos trabalhos em andamento, discussões sobre sua adequação e sobre determinados encaminhamentos a se dar.

Já no mês de janeiro/99 foi realizada reunião da CT-PLAGRI na qual uma equipe de técnicos do IPT, incluindo a presença de consultor (ainda por ser contratado através da Cooperativa de Serviços e Pesquisas Tecnológicas e Industriais - CPTI), fez a apresentação dos produtos preliminares até então preparados, principalmente relacionados ao meio físico e à sócio-economia, com a discussão da melhor forma de apresentá-los. Nessa reunião, também, foram esclarecidos aspectos relacionados à Proposta Metodológica elaborada pelo CORHI, principalmente no tocante à natureza dos dados, a qual prevê tratar-se de dados secundários.

Em abril, técnicos do IPT compareceram a outra reunião da CT-PLAGRI, desta feita com a apresentação mais detalhada de temas específicos relacionados ao Relatório Zero, quando se mostrou a proposição de divisão da UGRHI em 12 sub-bacias e as justificativas para tal divisão, a qual foi aceita após discussão entre os presentes. Outro tema discutido nesta reunião foi o tratamento dos dados pluviométricos e fluviométricos.

No mês de julho técnicos do IPT participaram de plenária do CBH-TG onde foi apresentado o estágio de desenvolvimento dos trabalhos e, no mês de agosto, participaram de reunião da CT-PLAGRHI, quando foram mostrados uma minuta do texto e produtos cartográficos

já elaborados. Nesta oportunidade, por solicitação da Secretaria Executiva e da Câmara Técnica, ficou acertada a entrega, pelo IPT, de minuta prévia do Relatório Final, para análise e sugestões.

Essa minuta, com dois volumes, foi enviada ao CBH-TG em 02/09/99. Três cópias do Volume 1 e o DESENHO 1 foram enviados ao Coordenador da CT em 16/09/99, para leitura e avaliação pelos componentes da CT-PLAGRI. Na reunião desta CT (22/10/99), com a participação de técnicos do IPT, discutiram-se os produtos entregues e apresentaram-se sugestões que, juntamente com outras enviadas na segunda semana de novembro/99, constam deste Relatório.

### **2.2.1 Reuniões com equipe técnica do CORHI**

Os técnicos do IPT participaram de três reuniões com a equipe do CORHI. A primeira delas foi realizada em Novo Horizonte e contou com a presença de componentes de todos os Comitês de Bacia e de representantes dos órgãos executores dos Relatórios Zero, quando um representante de cada um destes órgãos apresentou o tipo de abordagem que estava sendo utilizado e as dificuldades que estavam sendo encontradas. Nesta oportunidade foram marcadas reuniões mais específicas que deveriam ser realizadas entre os órgãos executores e a equipe do CORHI, numa tentativa de uniformização dos dados a ser apresentados.

A primeira reunião foi realizada nas dependências da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica - FCTH, em São Paulo, e contou com a presença, além dos executores e dos técnicos do CORHI, de técnicos da PROTRAN Engenharia, contratada para a uniformização dos produtos.

A segunda reunião foi realizada no IPT, com a presença dos técnicos do CORHI, da PROTRAN e do IPT, quando se discutiu desde a coleta de dados até aspectos relacionados à padronização da apresentação e à qualidade gráfica a ser procurada.

### **2.2.2 Coleta de dados para avaliação dos PDC**

Técnicos do IPT estiveram na sede do DAEE em São José do Rio Preto onde, por dois dias (31/05 e 01/06/99), coletaram dados sobre todos os projetos já realizados no âmbito do CBH-TG relacionados aos Programas de Duração Continuada - PDC, e não somente relativos ao ano de 1997, como consta da Proposta Metodológica do CORHI. Também foram objeto da coleta de dados os projetos aprovados relacionados aos recursos do ano de 1.999.

## **3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UGRHI**

Aqui serão apresentadas as informações que caracterizam a área da Bacia do Turvo/Grande - BTG nos mais diversos aspectos, como a situação da UGRHI no Estado e em relação às demais, a divisão em sub-bacias hidrográficas, a divisão municipal, os municípios de outra Bacia com área na BTG, as áreas das sub-bacias e dos municípios (destacando-se as porções ocupadas pelas águas dos reservatórios), além das Regiões Administrativas e de Governo às quais os municípios da UGRHI fazem parte.

O DESENHO 1 apresenta a base cartográfica da área da Bacia na escala 1:250.000 e sumaria grande parte das informações apresentadas e discutidas nos sub-itens seguintes.

### **3.1 Aspectos Gerais**

A Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande foi definida como a Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos 15 (UGRHI-15) pela Lei nº 9.034/94, de 27/12/1994, que dispôs sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos para o biênio 1994/95.

A BTG possui 15.975 km<sup>2</sup> de extensão territorial (SMA 1997a), é a 4ª UGRHI em área de drenagem no Estado, abrangendo área inferior apenas que as UGRHI 14 (Alto Paranapanema, com 22.700 km<sup>2</sup>), 11 (Ribeira, com 16.771 km<sup>2</sup>) e 17 (Médio Paranapanema, com 16.763 km<sup>2</sup>).

É definida pela bacia do Rio Turvo e seus tributários, além de porções de áreas drenadas diretamente para o Rio Grande, situadas entre a Usina de Marimbondo, a montante, e o divisor de águas de sua margem esquerda, situado logo abaixo de onde as suas águas encontram-se com as águas do Rio Paranaíba (que vem de norte, pela margem direita do Rio Grande, e faz limite entre os estados de Minas Gerais, a leste, e Mato Grosso do Sul, a oeste), a jusante.

É, entre todas as UGRHI do Estado, a que possui o maior número de municípios (64), sendo seguida pelas UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí, com 57 municípios), 17 e 19 (Médio Paranapanema e Baixo Tietê, respectivamente, com 42 municípios cada), conforme SMA (1997a).

Dos 64 municípios pertencentes à Bacia do Turvo/Grande, 21 possuem parte de suas áreas em Bacias adjacentes, enquanto que 11 municípios pertencentes a outras Bacias possuem parte de suas áreas na UGRHI-15.

### **3.2 Localização da UGRHI, Acessos e Limites**

A Bacia do Turvo/Grande localiza-se no norte-noroeste do Estado e apresenta como principal via de acesso a partir da Capital do Estado a Rodovia Washington Luiz (SP-310), que tem início na altura do km 154 da Via Anhangüera (SP-330), e que bordeja a área pelo sul, de sudeste para noroeste, até Mirassol. Daí em diante tem-se, no mesmo sentido, a SP-320, até praticamente o extremo noroeste da UGRHI. Além destas rodovias, extensa malha viária corta a área da BTG, destacando-se a BR-153, que liga Brasília ao Sul do país, atravessa o Rio Grande a jusante da Usina de Marimbondo e que passa por São José do Rio Preto, em direção ao sul.

A UGRHI Turvo/Grande faz limite, a norte, com o Estado de Minas Gerais, por meio do Rio Grande, o qual se encontra represado em sua quase totalidade, de modo que tal limite se dá, portanto, pelas águas dos reservatórios de Ilha Solteira e de Água Vermelha. A leste limita-se com a UGRHI-12 (Baixo Pardo/Grande), a sudeste com a UGRHI-9 (Mogi-Guaçu) e, pelo flanco sul, com as UGRHI 16 (Tietê/Batalha) e 18 (São José dos Dourados).

A FIGURA 3.1 mostra a localização da Bacia do Turvo/Grande no Estado e seus limites, enquanto que no DESENHO 1 apresenta-se a base cartográfica detalhada da área da Bacia na

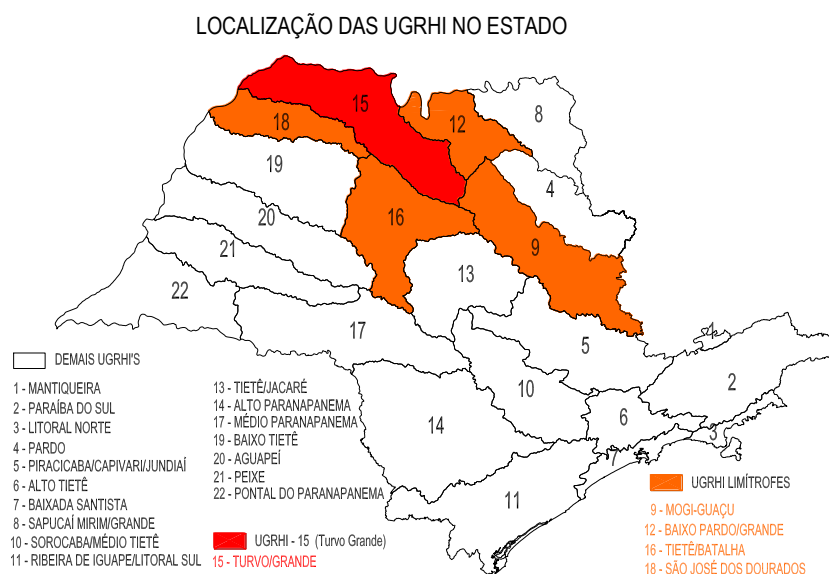
escala 1:250.000. O traçado do limite do Estado de São Paulo com o de Minas Gerais, indicado no DESENHO 1, refere-se ao antigo canal do Rio Grande, enquanto que os limites da UGRHI-15 com as demais e entre as sub-bacias foram traçados com a precisão das cartas 1:250.000.

### 3.3 Área total da UGRHI e Sub-Bacias

#### 3.3.1 Área da UGRHI

Como será detalhado nos itens subseqüentes, a UGRHI possui área total de 15.983 km<sup>2</sup> (será esta a adotada, embora a área indicada pela SMA (1997a) seja de 15.975 km<sup>2</sup>), calculada a partir da base cartográfica do DESENHO 1, com o software *MapInfo Professional*, versão 5.01.

Desta área total, 15.574,6 km<sup>2</sup> tratam-se realmente dos terrenos expostos da Bacia, enquanto que os outros 408,4 km<sup>2</sup> tratam-se de áreas cobertas pelas águas dos reservatórios.



**FIGURA 3.1 - Localização da Bacia do Turvo/Grande entre as 22 UGRHI do Estado, com indicação das 5 UGRHI limítrofes.**

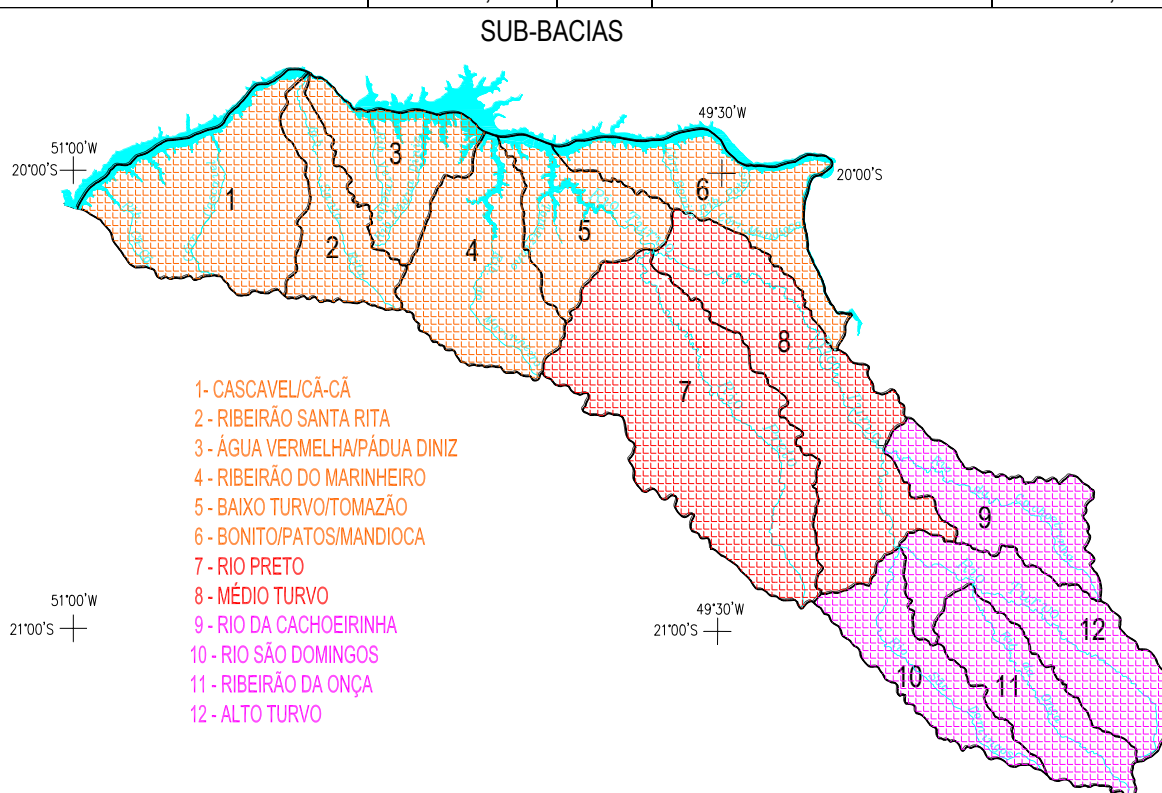
A área da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande foi objeto de divisão em sub-bacias no Relatório de Situação elaborado pelo CBH-TG (1996). Tal divisão foi revista neste trabalho, basicamente quanto à bacia do Rio Turvo, a qual foi subdividida em três: Alto, Médio, e Baixo Turvo. Esta última, abrangendo área onde a maior parte do Rio Turvo comporta-se praticamente como reservatório, inclui uma pequena área que drena diretamente para o Rio Grande. Na FIGURA 3.2 apresenta-se a localização das sub-bacias dentro da área da UGRHI.

Desta forma, obtiveram-se 12 sub-bacias as quais foram designadas com o nome do curso d'água principal ou com dois ou três nomes das drenagens principais, no caso daquelas bacias que drenam diretamente para os reservatórios do Rio Grande. A TABELA 3.1 apresenta a relação

(número e nome) das sub-bacias adotadas neste trabalho (com ordenação aproximadamente de oeste para leste e de norte para sul).

**TABELA 3.1 - Relação das 12 sub-bacias da UGRHI e a área total de cada uma, em km<sup>2</sup>.**

Nº	SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	Nº	SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )
1	Cascavel/Cã-Cã	1.760,7	7	Rio Preto	2.866,6
2	Ribeirão Santa Rita	767,9	8	Médio Turvo	2.112,6
3	Água Vermelha/Pádua Diniz	913,1	9	Rio da Cachoeirinha	952,5
4	Ribeirão do Marinheiro	1.395,7	10	Rio São Domingos	855,0
5	Baixo Turvo/Tomazão	903,0	11	Ribeirão da Onça	970,0
6	Bonito/Patos/Mandioca	1.131,8	12	Alto Turvo	1.354,1



**FIGURA 3.2 – As 12 Sub-Bacias na área da UGRHI-15.**

As sub-bacias numeradas de 1 a 6 abrangem toda a faixa norte da área da UGRHI, que drena diretamente para os reservatórios do Rio Grande, de forma que as suas áreas compreendem também uma parte coberta pelas águas dos reservatórios. As sub-bacias 7 e 8 ocupam a porção intermediária da UGRHI, enquanto que as sub-bacias 9 a 12 localizam-se no seu sudeste.

A TABELA 3.2 apresenta a área total de cada uma das 12 sub-bacias, os municípios que as compõem (parcial ou totalmente), quer pertençam à UGRHI-15 ou a outra, além das porcentagens que a área de cada município representa no total da Bacia. No caso das sub-bacias 1 a 6, que apresentam interface com os reservatórios do Rio Grande, são destacadas as áreas emersas e as submersas, tanto das sub-bacias como de cada um dos municípios que tenha frente com tais corpos d'água.

### 3.3.2 Sub-Bacias que drenam para o Rio Grande (1 a 6)

Este conjunto de sub-bacias ocupa as terras de menor altitude da área da UGRHI. As cotas mais baixas (um pouco inferiores a 350 m), ocorrem no extremo oeste da sub-bacia 1 (Cascavel/Cã-Cã), enquanto que as mais altas situam-se na sub-bacia 6 (Bonito/Patos/Mandioca), nas cabeceiras do Ribeirão dos Patos (a oeste-sudoeste de Paulo de Faria), com altitudes de 576 e 572 m. O terceiro ponto mais alto na área destas sub-bacias, com 565 m, localiza-se em Fernandópolis, no limite entre as sub-bacias 2 (Ribeirão Santa Rita) e 4 (Ribeirão do Marinheiro).

Destas 6 sub-bacias que drenam diretamente para os reservatórios do Rio Grande, 3 (sub-bacias 1, 3 e 6) tratam-se de áreas relativamente grandes, mas com drenagens de porte comparativamente médio. As sub-bacias 2 e 4 são as que apresentam menor interface com os reservatórios, enquanto que as sub-bacias 4 e 5 são as que mostram maior extensão de drenagens internas que se comportam como reservatório.

A sub-bacia 1 (Cascavel/Cã-Cã), localizada no extremo noroeste da UGRHI, engloba as águas do Córrego Cascavel e do Ribeirão Cã-Cã (incluindo seus tributários) e, dentre outros menores, do Córrego do Jacu e do Ribeirão do Arrancado, que drenam diretamente para o reservatório de Ilha Solteira. Os maiores aglomerados urbanos são Jales (pertencente à UGRHI-18) e Urânia, cujas sedes situam-se nas cabeceiras dos formadores (pela margem direita) do Córrego Cascavel.

A sub-bacia 2 é composta apenas pela bacia do Ribeirão Santa Rita e seus tributários e trata-se, dentre as seis sub-bacias voltadas para o Rio Grande, da que apresenta a menor interface com o reservatório, apresentando, conseqüentemente, a menor porção submersa. Fernandópolis, Estrela d'Oeste, Ouroeste e Guarani d'Oeste são os núcleos urbanos principais na área desta sub-bacia.

A sub-bacia 3 (Água Vermelha/Pádua Diniz), composta principalmente pelas bacias dos ribeirões Água Vermelha e Pádua Diniz, drena em sua maior parte para o reservatório de Água Vermelha, mas inclui também três pequenas drenagens a jusante, que deságuam na porção de remanso do reservatório de Ilha solteira. Indiaporã, Macedônia e Mira Estrela são as cidades localizadas na área da sub-bacia, todas com população inferior a 5.000 habitantes.

A sub-bacia 4, composta quase que exclusivamente pela bacia do Ribeirão do Marinheiro, apresenta, à semelhança da sub-bacia 2 (Ribeirão Santa Rita), reduzida faixa de frente para o Rio Grande, com apenas uma pequena drenagem, além do próprio Ribeirão, desaguando no reservatório de Água Vermelha. Entretanto, é grande a porção considerada como reservatório, uma vez que praticamente a metade mais baixa do curso do Ribeirão do Marinheiro encontra-se represada, num trecho de aproximadamente 25 km de extensão. Votuporanga e Fernandópolis (parcialmente) são as principais cidades com área urbana na sub-bacia; as demais (Valentim Gentil, Meridiano, Álvares Florence, Pedranópolis e Parisi) possuem população com menos de 7.000 habitantes.



**TABELA 3.2 - As doze sub-bacias da UGRHI-15, suas áreas (total, emersa e submersa), municípios que as compõem (com as áreas emersa, submersa e total) e a porcentagem em relação ao total da Sub-Bacia.**

Nº	DENOMINAÇÃO	Área (km²)	MUNICÍPIO	Área do Município (km²)		Total (km²)	% da Sub-Bacia
				EMERSA	SUBMERSA		
1	Cascavel / Cã - Cã	Emersa 1.658,108  Submersa 102,558  Total 1.760,666	ASPÁSIA	69,980		69,980	4,0%
			DOLCINÓPOLIS	82,114		82,114	4,7%
			JALES	119,776		119,776	6,8%
			MESÓPOLIS	138,005	11,334	149,339	8,5%
			PARANAPUÃ	131,856		131,856	7,5%
			POPULINA	210,222	25,662	235,884	13,4%
			SANTA ALBERTINA	242,508	33,732	276,241	15,7%
			SANTA CLARA D'OESTE	142,030	23,940	165,970	9,4%
			SANTA FÉ DO SUL	18,068		18,068	1,0%
			SANTA RITA D'OESTE	199,877	7,890	207,767	11,8%
			SANTA SALETE	22,418		22,418	1,3%
			SANTANA DA PONTE PENSA	34,787		34,787	2,0%
			TRÊS FRONTEIRAS	14,098		14,098	0,8%
			TURMALINA	63,092		63,092	3,6%
2	Rib. Santa Rita	Emersa 766,740  Submersa 1,128  Total 767,868	URÂNIA	141,837		141,837	8,1%
			VITÓRIA BRASIL	27,440		27,440	1,6%
			ESTRELA D'OESTE	166,781		166,781	21,7%
			FERNANDÓPOLIS	215,905		215,905	28,1%
			GUARANI D'OESTE	47,026		47,026	6,1%
			JALES	20,713		20,713	2,7%
			OUROESTE	122,253	0,942	123,195	16,0%
			POPULINA	88,912	0,185	89,097	11,6%
3	Água Vermelha / Pádua Diniz	Emersa 812,163 Submersa 100,986 Total 913,149	TURMALINA	84,586		84,586	11,0%
			VITÓRIA BRASIL	20,566		20,566	2,7%
			FERNANDÓPOLIS	57,453		57,453	6,3%
			GUARANI D'OESTE	37,802		37,802	4,1%
			INDIAPORÃ	240,971	42,769	283,740	31,1%
			MACEDÔNIA	172,264	0,125	172,389	18,9%
4	Rib. do Marinheiro	Emersa 1.359,591  Submersa 36,118  Total 1.395,709	MIRA ESTRELA	143,531	52,090	195,622	21,4%
			OUROESTE	160,142	6,002	166,144	18,2%
			ÁLVARES FLORENCE	246,635		246,635	17,7%
			CARDOSO	232,469	30,509	262,978	18,8%
			FERNANDÓPOLIS	81,427		81,427	5,8%
			MACEDÔNIA	153,855	2,051	155,905	11,2%
			MERIDIANO	71,723		71,723	5,1%
			MIRA ESTRELA	22,876	0,499	23,374	1,7%
			PARISI	86,292		86,292	6,2%
			PEDRANÓPOLIS	262,883	3,060	265,942	19,1%
5	Baixo Turvo / Tomazão	Emersa 837,510 Submersa 65,452 Total 902,962	VALENTIM GENTIL	64,349		64,349	4,6%
			VOTUPORANGA	137,083		137,083	9,8%
			ÁLVARES FLORENCE	73,877		73,877	8,2%
			AMÉRICO DE CAMPOS	47,437		47,437	5,3%
			CARDOSO	331,766	46,613	378,379	41,9%
6	Bonito / Patos / Mandioca	Emersa 1.029,657 Submersa 102,138 Total 1.131,795	PONTES GESTAL	147,639	2,440	150,080	16,6%
			RIOLÂNDIA	236,790	16,398	253,189	28,0%
			ICÉM	69,145	1,165	70,311	6,2%
			ORINDIÚVA	149,821	2,091	151,911	13,4%
			PAULO DE FARIA	490,662	55,293	545,955	48,2%
7	Rio Preto	2.866,571	RIOLÂNDIA	320,029	43,589	363,617	32,1%
			ÁLVARES FLORENCE	37,981		37,981	1,3%
			AMÉRICO DE CAMPOS	202,103		202,103	7,1%
			BÁLSAMO	126,827		126,827	4,4%
			CEDRAL	32,307		32,307	1,1%
			COSMORAMA	330,549		330,549	11,5%
			IPIGUÁ	130,812		130,812	4,6%
			MIRASSOL	112,134		112,134	3,9%
			MIRASSOLÂNDIA	167,169		167,169	5,8%
			MONTE APRAZÍVEL	11,864		11,864	0,4%
			NOVA GRANADA	163,971		163,971	5,7%
			ONDA VERDE	67,897		67,897	2,4%
			PALESTINA	327,807		327,807	11,4%
			PONTES GESTAL	69,395		69,395	2,4%
			SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	437,587		437,587	15,3%
			TANABI	617,177		617,177	21,5%
			VOTUPORANGA	30,990		30,990	1,1%

Nº	DENOMINAÇÃO	Área (km²)	MUNICÍPIO	Área do Município (km²)		Total	% da Sub-Bacia
				EMERSA	SUBMERSA		
8	Médio Turvo	2.112,606	ALTAIR	143,937		143,937	6,8%
			CEDRAL	76,550		76,550	3,6%
			GUAPIAÇU	332,289		332,289	15,7%
			ICÉM	94,452		94,452	4,5%
			NOVA GRANADA	375,392		375,392	17,8%
			OLÍMPIA	181,246		181,246	8,6%
			ONDA VERDE	178,380		178,380	8,4%
			ORINDIÚVA	96,432		96,432	4,6%
			PALESTINA	370,582		370,582	17,5%
			PAULO DE FARIA	200,456		200,456	9,5%
9	Rio da Cachoeirinha	952,549	RIOLÂNDIA	17,592		17,592	0,8%
			UCHOA	45,300		45,300	2,1%
			ALTAIR	93,460		93,460	9,8%
			BARRETOS	95,640		95,640	10,0%
			CAJOBI	8,472		8,472	0,9%
			COLINA	130,589		130,589	13,7%
			MONTE AZUL PAULISTA	95,178		95,178	10,0%
			OLÍMPIA	408,848		408,848	42,9%
			SEVERÍNIA	120,362		120,362	12,6%
			10	Rio São Domingos	855,012	ARIRANHA	13,908
CATANDUVA	164,368					164,368	19,2%
CATIGUÁ	144,939					144,939	17,0%
CEDRAL	8,392					8,392	1,0%
PINDORAMA	125,569					125,569	14,7%
SANTA ADÉLIA	65,086					65,086	7,6%
TABAPUÃ	120,593					120,593	14,1%
UCHOA	212,157					212,157	24,8%
11	Rib. da Onça	970,021	ARIRANHA	118,161		118,161	12,2%
			CÂNDIDO RODRIGUES	23,009		23,009	2,4%
			CATANDUVA	68,324		68,324	7,0%
			EMBAÚBA	44,280		44,280	4,6%
			FERNANDO PRESTES	97,001		97,001	10,0%
			MONTE ALTO	153,316		153,316	15,8%
			NOVAIS	116,585		116,585	12,0%
			PALMARES PAULISTA	81,592		81,592	8,4%
			PARAÍSO	65,856		65,856	6,8%
			PINDORAMA	7,959		7,959	0,8%
			PIRANGI	68,613		68,613	7,1%
			SANTA ADÉLIA	20,957		20,957	2,2%
			TABAPUÃ	47,916		47,916	4,9%
			VISTA ALEGRE DO ALTO	56,453		56,453	5,8%
12	Alto Turvo	1.354,138	BEBEDOURO	170,649		170,649	12,6%
			CAJOBI	174,255		174,255	12,9%
			EMBAÚBA	36,720		36,720	2,7%
			MONTE ALTO	95,566		95,566	7,1%
			MONTE AZUL PAULISTA	158,236		158,236	11,7%
			OLÍMPIA	98,313		98,313	7,3%
			PARAÍSO	87,938		87,938	6,5%
			PIRANGI	148,487		148,487	11,0%
			SEVERÍNIA	16,619		16,619	1,2%
			TABAPUÃ	175,785		175,785	13,0%
			TAIAÇU	109,311		109,311	8,1%
			TAIÚVA	43,823		43,823	3,2%
			VISTA ALEGRE DO ALTO	38,438		38,438	2,8%
						15.574,668	408,378

A sub-bacia 5 (Baixo Turvo/Tomazão) é representada pelas águas do Rio Turvo (a partir da foz do Rio Preto) e dos ribeirões Tomazão e Guariroba, do Córrego Tomazinho, além de outras drenagens de menor porte, inclusive o Córrego São José, que drena para o reservatório de Água Vermelha. Da mesma forma que o Ribeirão do Marinheiro, o baixo Rio Turvo e seus afluentes apresentam extensão de quase 30 km em que se comportam como reservatório, dadas as baixas altitudes das terras em que correm, onde as planícies ribeirinhas foram tomadas pelas águas do

reservatório de Água Vermelha. Cardoso e Pontes Gestal (com 11.500 e 2.500 habitantes, respectivamente) são os dois únicos municípios com sede na sub-bacia.

A sub-bacia 6 (Bonito/Patos/Mandioca) localiza-se na porção norte-nordeste da UGRHI, sendo composta pelas águas do Córrego Bonito e do Ribeirão dos Patos que, juntamente com mais de uma dezena de pequenos cursos d'água, dirigem-se para norte (para o reservatório de Água Vermelha, onde o Rio Grande apresenta direção aproximada leste-oeste), e pelo Córrego da Mandioca e uma série de outras pequenas drenagens que se dirigem para leste, na porção de remanso do reservatório de Água Vermelha, onde o Rio Grande tem sentido aproximado de sul para norte. Os municípios com sede na sub-bacia são Paulo de Faria, Riolândia e Orindiúva.

### **3.3.3 Sub-Bacias da faixa Central da UGRHI (7 e 8)**

Estas duas sub-bacias compreendem a porção intermediária na UGRHI, não apenas em posição geográfica, mas também em termos de altitude, as quais variam da cota 400 m até a de 550 m, aproximadamente.

A sub-bacia 7 é constituída pelo Rio Preto e toda a sua rede de afluentes, tanto da margem direita como da esquerda, sendo a que possui a maior área dentre as doze sub-bacias da UGRHI (TABELAS 3.1e 3.2). São doze os municípios que têm a sua sede na sub-bacia ou a compartilham com outra. Nela acha-se situado o maior núcleo urbano e polo de desenvolvimento da UGRHI, São José do Rio Preto. As demais cidades são Mirassol, Tanabi (respectivamente, sexto e oitavo em população), Cosmorama, Bálsamo, Cedral, Américo de Campos (com população entre 8 e 5 mil habitantes), além de outros menores, com população inferior a 5 mil habitantes.

A sub-bacia 8 (médio Turvo) é constituída pela bacia intermediária do Rio Turvo, desde a foz do Rio Preto, a jusante, até a foz do Rio São Domingos, a montante, excetuando-se a bacia do Rio da Cachoeirinha, afluente pela margem direita, que constitui sub-bacia própria. Trata-se da segunda sub-bacia em área na UGRHI (TABELA 3.1), mas que não apresenta núcleos urbanos de grande porte. Nova Granada e Guapiaçu, com 17 mil e 13 mil habitantes, respectiva e aproximadamente, são as principais cidades da sub-bacia. Esta sub-bacia apresenta uma característica peculiar, que é a pequena extensão dos afluentes da margem direita do Rio Turvo, os quais, excetuando-se o Rio da Cachoeirinha (que constitui a sub-bacia 9), raramente ultrapassam 10 km de extensão. A nordeste de Nova Granada, por exemplo, o leito do Turvo situa-se a distância de 500 m do divisor com o Rio Grande, e a distância entre os leitos, logo abaixo da Usina Marimbondo, é de apenas 6 km (DESENHO 1).

### **3.3.4 Sub-Bacias do Sudeste da UGRHI (9 a 12)**

São as sub-bacias que alcançam os mais altos relevos na área da UGRHI, com altitudes variando de 450 m, nas porções mais baixas (na foz dos rios da Cachoeirinha e São Domingos),

até acima da cota 700 m, nas terras mais altas (região de Monte Alto), no extremo sudeste da UGRHI.

A sub-bacia 9, situada no leste-sudeste da UGRHI, é representada apenas pela bacia do Rio da Cachoeirinha, que drena desde as porções altas da região de Monte Azul Paulista, fazendo limite a leste com a Bacia do Baixo Pardo/Grande (UGRHI-12), da qual três municípios possuem área nesta sub-bacia: Altair, Barretos e Colina. Olímpia é a maior cidade da sub-bacia, com 45 mil habitantes aproximadamente, sendo as outras duas Monte Azul Paulista e Severínia, com 20.000 e 13.000 habitantes, respectivamente.

A sub-bacia 10 é constituída pela bacia do Rio São Domingos, que apresenta altitudes variando de 500 a pouco mais de 600 m e em cuja área acha-se situado o Planalto de Catanduva. Catanduva é o maior município da sub-bacia, sendo seguido por Pindorama e Santa Adélia, com aproximadamente 13.000 habitantes cada um. Uchoa e Catiguá, os outros dois municípios da sub-bacia, têm população inferior a 9.000 e 7.000 habitantes, respectivamente.

A sub-bacia 11 é composta apenas pela bacia do Ribeirão da Onça e seus tributários e é nela que se tem a maior altitude observada na área da UGRHI, de 722 m, a sudoeste de Monte Alto, nas cabeceiras do Ribeirão da Onça. As cotas mais baixas situam-se um pouco abaixo de 500 m, onde o Ribeirão deságua no Rio Turvo. Seis cidades têm sua sede na área da UGRHI, destacando-se Palmares Paulista, Ariranha e Fernando Prestes, com população entre 10.000 e 6.000 habitantes. As demais possuem população inferior a 5.000 habitantes.

A sub-bacia 12 é representada pelo alto curso do Rio Turvo, considerado desde a foz do Rio São Domingos (onde apresenta altitudes da ordem de 450 m) até a sua cabeceira, na região de Monte Alto (área com relevos do Planalto de Monte Alto), cujas altitudes podem atingir cotas de 700 m. A principal cidade é Monte Alto, com população superior a 40.000 habitantes, e que tem sua sede no divisor, fazendo limite com a UGRHI-9 (Mogi-Guaçu). A segunda cidade em população é Monte Azul Paulista (19.000 habitantes), mas que divide a sede com a sub-bacia 9 (Rio da Cachoeirinha). Tabapuã, Pirangi e Cajobi, com aproximadamente 10.000 habitantes, são as cidades seguintes em ordem de população, uma vez que as demais são menores, com 5.000 habitantes (Tiaçu, Taiúva e Paraíso) ou menos.

### **3.4 Municípios que Compõem a UGRHI**

A Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande conta com 64 municípios cuja sede situa-se em sua área. Destes, 43 estão totalmente dentro da área da Bacia, enquanto que 21 municípios apresentam parte de suas áreas em UGRHI adjacentes. Por outro lado, 11 municípios com sede em outras UGRHI apresentam parte de suas áreas dentro da Bacia do Turvo/Grande. A FIGURA 3.3 apresenta a localização dos 64 municípios com sede na Bacia e os 11 municípios com sede em outra UGRHI mas com parte da sua área na UGRHI-15. Os municípios estão numerados em ordem alfabética e consta também o número do município adotado no Estado por SEADE/PRODESP/CETESB (SMA 1998).

Na TABELA 3.3 apresenta-se a listagem dos 64 municípios com sede na UGRHI-15, a área total de cada um (em km<sup>2</sup>), as áreas emersa e submersa (quando existente), além das áreas destes municípios na UGRHI-15 e fora dela, incluindo-se a proporção percentual de cada uma.

3.4.1 Municípios com sede em outra UGRHI

Conforme mostra a FIGURA 3.3, são 11 os municípios com sede em outra Unidade Hidrográfica de Gerenciamento de Recursos Hídricos que possuem parte de suas áreas na Bacia do Turvo/Grande. Na TABELA 3.4 são listados estes onze municípios, a área total de cada um, a parcela da área destes na Bacia do Turvo/Grande e também na UGRHI sede, e as proporções em relação ao total, além da área submersa, quando existente.



FIGURA 3.3 - Localização dos 75 municípios com área na Bacia do Turvo/Grande (os 64 municípios com sede na UGRHI e, em azul, os 11 com sede em outra UGRHI).

3.5 Municípios e Regiões Administrativas

Os municípios com área na UGRHI-15 distribuem-se em quatro Regiões Administrativas do Estado de São Paulo: São José do Rio Preto, Barretos, Centro e Ribeirão Preto.

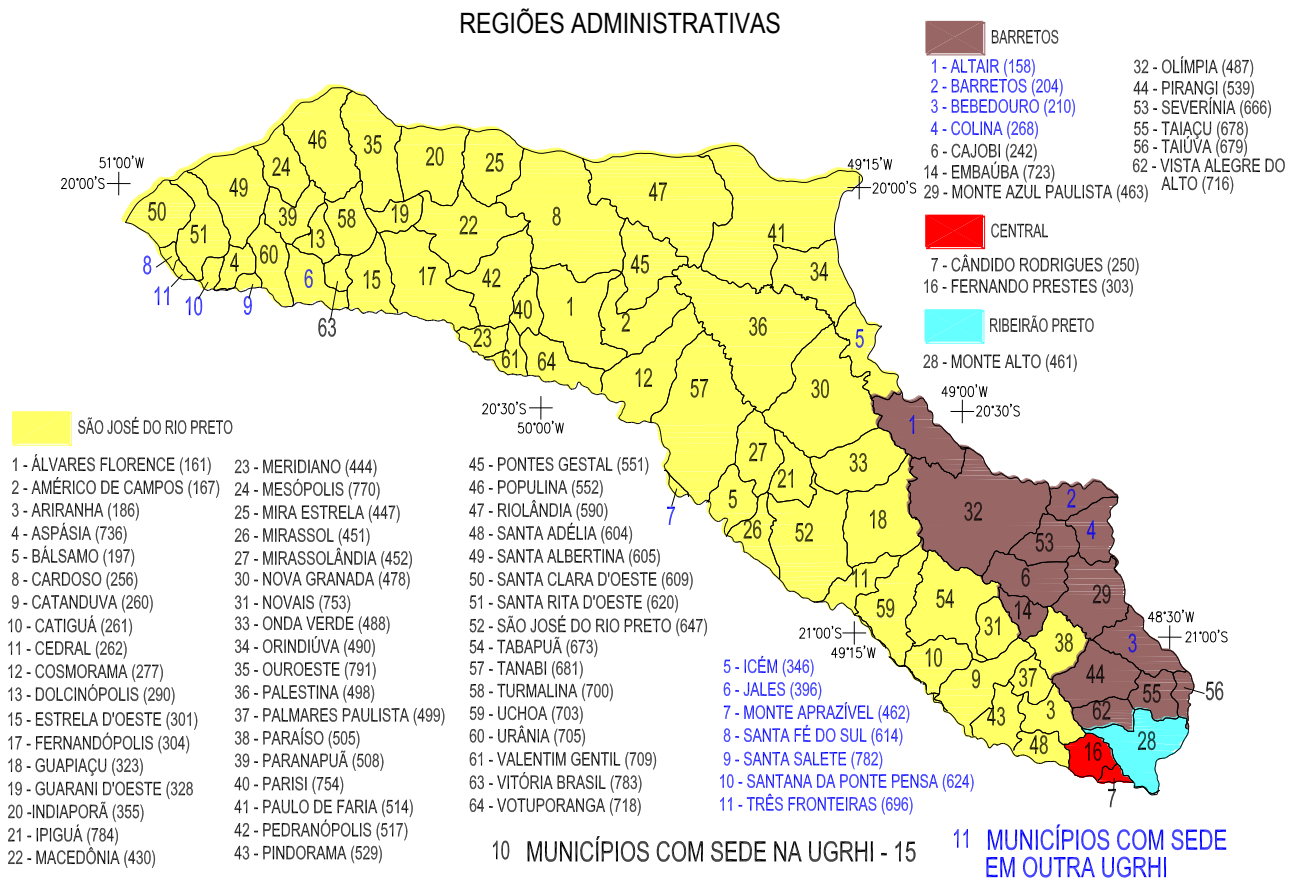
A Região Administrativa de São José do Rio Preto compreende 59 municípios com área na UGRHI, sendo 52 com sede na própria Bacia do Turvo/Grande e 7 com sede em outra UGRHI, enquanto que a Região Administrativa de Barretos contém 13 municípios com área na Bacia do Turvo/Grande, sendo 9 com sede nesta e 4 com sede em outra Unidade Hidrográfica.

**TABELA 3.3 - Os 64 municípios com sede na Bacia do Turvo/Grande, suas áreas dentro e fora da UGRHI (com a proporção de cada uma), emersa, submersa e total.**

MUNICÍPIO COM SEDE NA UGRHI-15	ÁREA NA UGRHI-15 (km <sup>2</sup> )				ÁREA FORA DA UGRHI-15		TOTAL
	EMERSA	SUBMERSA	SUBTOTAL	%	km <sup>2</sup>	%	
1 ÁLVARES FLORENCE	358,493		358,493	100,0%			358,493
2 AMÉRICO DE CAMPOS	249,540		249,540	100,0%			249,540
3 ARIRANHA	132,069		132,069	100,0%			132,069
4 ASPÁSIA	69,980		69,980	100,0%			69,980
5 BÁLSAMO	126,827		126,827	81,8%	28,149	18,2%	154,977
6 CAJOBI	182,727		182,727	100,0%			182,727
7 CÂNDIDO RODRIGUES	23,009		23,009	31,5%	50,002	68,5%	73,011
8 CARDOSO	564,235	77,122	641,357	100,0%			641,357
9 CATANDUVA	232,691		232,691	80,2%	57,342	19,8%	290,033
10 CATIGUÁ	145,514		145,514	100,0%			145,514
11 CEDRAL	117,249		117,249	62,4%	70,522	37,6%	187,772
12 COSMORAMA	330,549		330,549	73,3%	120,376	26,7%	450,925
13 DOLCINÓPOLIS	82,114		82,114	100,0%			82,114
14 EMBAÚBA	81,000		81,000	100,0%			81,000
15 ESTRELA D'OESTE	166,781		166,781	55,5%	133,607	44,5%	300,388
16 FERNANDO PRESTES	97,001		97,001	57,7%	71,156	42,3%	168,157
17 FERNANDÓPOLIS	354,784		354,784	64,4%	196,361	35,6%	551,145
18 GUAPIAÇU	332,289		332,289	100,0%			332,289
19 GUARANI D'OESTE	84,828		84,828	100,0%			84,828
20 INDIAPORÁ	240,971	42,769	283,740	100,0%			283,740
21 IPIGUÁ	130,812		130,812	100,0%			130,812
22 MACEDÔNIA	326,118	2,175	328,294	100,0%			328,294
23 MERIDIANO	71,723		71,723	31,4%	157,039	68,6%	228,763
24 MESÓPOLIS	138,005	11,334	149,339	100,0%			149,339
25 MIRA ESTRELA	166,407	52,589	218,996	100,0%			218,996
26 MIRASSOL	112,134		112,134	45,2%	135,941	54,8%	248,075
27 MIRASSOLÂNDIA	167,169		167,169	100,0%			167,169
28 MONTE ALTO	248,881		248,881	71,1%	101,165	28,9%	350,046
29 MONTE AZUL PAULISTA	253,414		253,414	95,7%	11,465	4,3%	264,879
30 NOVA GRANADA	539,362		539,362	100,0%			539,362
31 NOVAIS	116,585		116,585	100,0%			116,585
32 OLÍMPIA	688,406		688,406	85,8%	114,202	14,2%	802,608
33 ONDA VERDE	246,277		246,277	100,0%			246,277
34 ORINDIÚVA	246,253	2,091	248,344	100,0%			248,344
35 OUROESTE	282,394	6,944	289,339	100,0%			289,339
36 PALESTINA	698,389		698,389	100,0%			698,389
37 PALMARES PAULISTA	81,592		81,592	100,0%			81,592
38 PARAÍSO	153,794		153,794	100,0%			153,794
39 PARANAPUÁ	131,856		131,856	100,0%			131,856
40 PARISI	86,292		86,292	100,0%			86,292
41 PAULO DE FARIA	691,119	55,293	746,412	100,0%			746,412
42 PEDRANÓPOLIS	262,883	3,060	265,942	100,0%			265,942
43 PINDORAMA	133,528		133,528	72,9%	49,572	27,1%	183,099
44 PIRANGI	217,099		217,099	100,0%			217,099
45 PONTES GESTAL	217,034	2,440	219,474	100,0%			219,474
46 POPULINA	299,134	25,848	324,982	100,0%			324,982
47 RIOLÂNDIA	574,411	59,987	634,398	100,0%			634,398
48 SANTA ADÉLIA	86,043		86,043	25,9%	246,451	74,1%	332,494
49 SANTA ALBERTINA	242,508	33,732	276,241	100,0%			276,241
50 SANTA CLARA D'OESTE	142,030	23,940	165,970	93,3%	11,894	6,7%	177,864
51 SANTA RITA D'OESTE	199,877	7,890	207,767	100,0%			207,767
52 SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	437,587		437,587	100,0%			437,587
53 SEVERÍNIA	136,981		136,981	100,0%			136,981
54 TABAPUÁ	344,294		344,294	100,0%			344,294
55 TAIACU	109,311		109,311	100,0%			109,311
56 TAIÚVA	43,823		43,823	32,9%	89,483	67,1%	133,306
57 TANABI	617,177		617,177	82,2%	133,579	17,8%	750,756
58 TURMALINA	147,677		147,677	100,0%			147,677
59 UCHOA	257,457		257,457	100,0%			257,457
60 URÂNIA	141,837		141,837	68,1%	66,291	31,9%	208,128
61 VALENTIM GENTIL	64,349		64,349	42,5%	87,186	57,5%	151,535
62 VISTA ALEGRE DO ALTO	94,891		94,891	100,0%			94,891
63 VITÓRIA BRASIL	48,007		48,007	100,0%			48,007
64 VOTUPORANGA	168,073		168,073	39,2%	260,276	60,8%	428,349
	14.535,648	407,213	14.942,861		2.192,059		17.134,920



As Regiões Administrativas Centro e Ribeirão Preto contêm, respectivamente, dois e um municípios, todos com sede na própria Bacia do Turvo/Grande. A FIGURA 3.4 apresenta a distribuição dos 75 municípios que possuem área (total ou em parte) na UGRHI-15, com a indicação da Região Administrativa a que pertence.



**FIGURA 3.4 - Distribuição dos 75 municípios com área na UGRHI-15 (64 com sede na UGRHI e 11 com sede fora dela) por Regiões Administrativas do Estado de São Paulo.**

**3.6 Municípios e Regiões de Governo**

São 8 as Regiões de Governo em que se distribuem os 75 municípios com área na Bacia do Turvo/Grande: Jales, Fernandópolis, Votuporanga, São José do Rio Preto, Catanduva, Barretos, Araraquara e Ribeirão Preto (FIGURA 3.5).

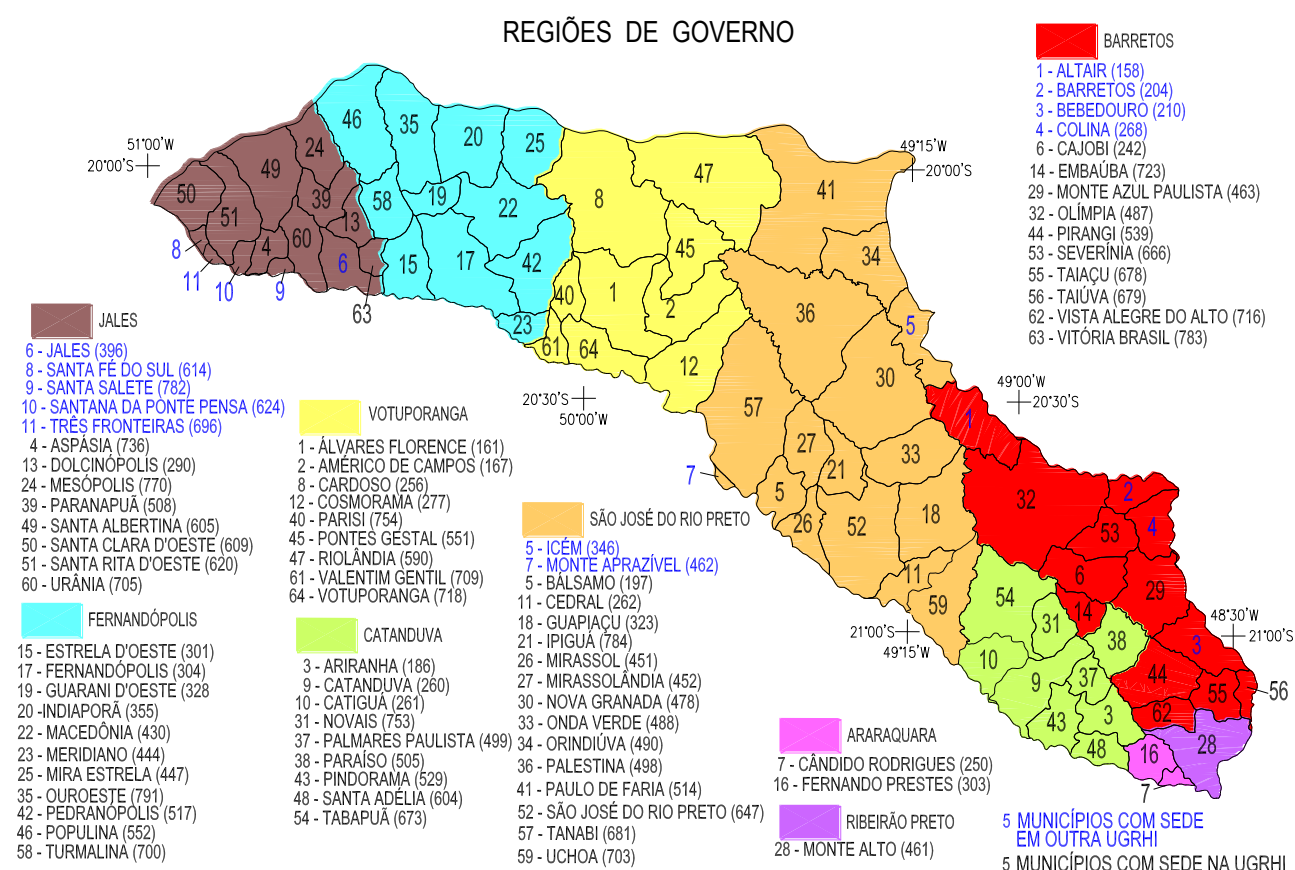
A Região de Governo de Jales contém 14 municípios no extremo oeste-noroeste da UGRHI, sendo 9 com sede na Bacia do Turvo/Grande e 5 com sede na Bacia do Rio São José dos Dourados, enquanto que a Região de Governo de Fernandópolis contém 11 municípios, todos também na região noroeste e com sede na UGRHI-15.

As Regiões de Governo de Votuporanga e de São José do Rio Preto englobam municípios da porção central da UGRHI-15, a primeira com 9 municípios (todos com sede na UGRHI) e a

segunda com 16 municípios, 14 deles com sede na própria Bacia do Turvo/Grande e dois com sede em outras (Barretos e Monte Aprazível, respectivamente, das UGRHI 12 e 18).

**TABELA 3.4 - Municípios pertencentes a outra UGRHI com área na UGRHI-15.**

MUNICÍPIO COM SEDE FORA DA UGRHI-15	Área na UGRHI-15 (km <sup>2</sup> )				Área Fora da UGRHI-15		TOTAL
	Emersa	Submersa	Subtotal	%	km <sup>2</sup>	%	
1 ALTAIR	237,397		237,397	60,2%	157,196	39,8%	394,594
2 BARRETOS	95,640		95,640	6,1%	1.477,695	93,9%	1.573,335
3 BEBEDOURO	170,649		170,649	24,9%	514,187	75,1%	684,835
4 COLINA	130,589		130,589	31,1%	289,943	68,9%	420,532
5 ICÉM	163,597	1,165	164,762	30,1%	383,387	69,9%	548,149
6 JALES	140,489		140,489	23,6%	454,034	76,4%	594,523
7 MONTE APRAZÍVEL	11,864		11,864	2,5%	467,440	97,5%	479,304
8 SANTA FÉ DO SUL	18,068		18,068	8,7%	189,124	91,3%	207,192
9 SANTA SALETE	22,418		22,418	27,7%	58,596	72,3%	81,014
10 SANTANA DA PONTE PENSA	34,787		34,787	26,4%	97,134	73,6%	131,920
11 TRÊS FRONTEIRAS	14,098		14,098	9,4%	136,361	90,6%	150,459
	1.039,596	1,165	1.040,761				



**FIGURA 3.5 - Distribuição dos 75 municípios com área na UGRHI-15 (64 com sede na UGRHI e 11 com sede fora dela) por Regiões de Governo do Estado de São Paulo.**

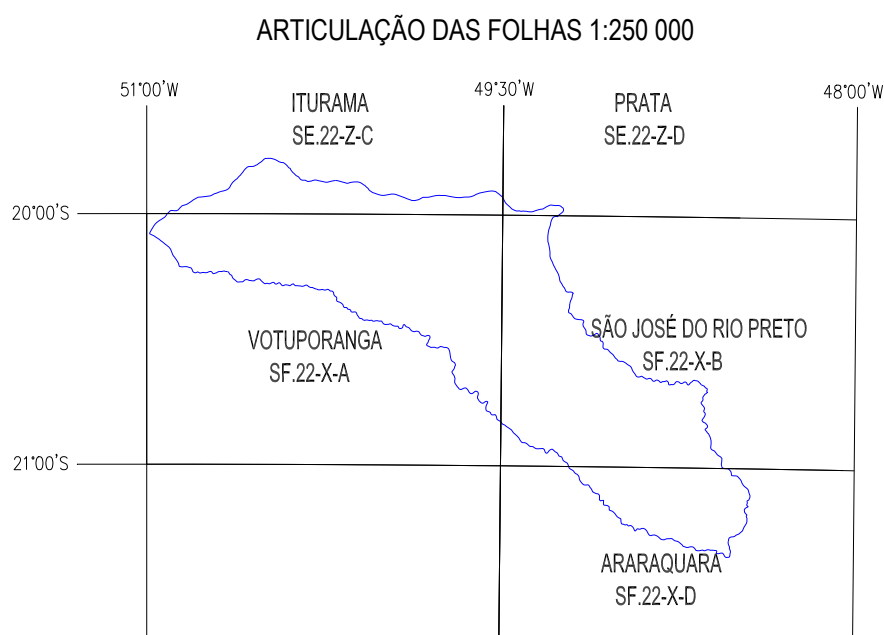
Os municípios do sudeste da área da Bacia do Turvo/Grande encontram-se distribuídos por quatro Regiões de Governo (FIGURA 3.5), 13 deles na Região de Governo de Barretos, sendo 9 com sede na própria UGRHI-15 e 4 com sede na UGRHI-12 (Baixo Pardo/Grande). Nove municípios, todos com sede na Bacia do Turvo/Grande, fazem parte da Região de Governo de



Catanduva, enquanto que das Regiões de Governo de Araraquara e de Ribeirão Preto fazem parte dois e um municípios, respectivamente, todos com sede na Bacia do Turvo/Grande.

### 3.7 Material Cartográfico Utilizado

Na preparação da base cartográfica da Bacia (DESENHO 1) foram utilizadas as cartas planialtimétricas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, folhas Iturama, Prata, Votuporanga, São José do Rio Preto e Araraquara. A FIGURA 3.6 apresenta a articulação destas cartas e a porção da área da UGRHI a que correspondem.



**FIGURA 3.6 - Articulação das Folhas 1:250.000 utilizadas na preparação da base cartográfica da UGRHI-15.**

O produto obtido foi complementado e atualizado com os dados digitais da base cartográfica produzida pela Engemap Cartografia Ltda., que incluem a malha viária obtida a partir de rastreamento por satélite de GPS diferencial, e os dados de manchas urbanas, que foram compilados com imagens de satélite do ano de 1.998.

A malha viária da área da Bacia foi complementada com o Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo na escala 1:1.250.000, editado pelo Departamento de Estradas de Rodagem - DER da Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo (1998).

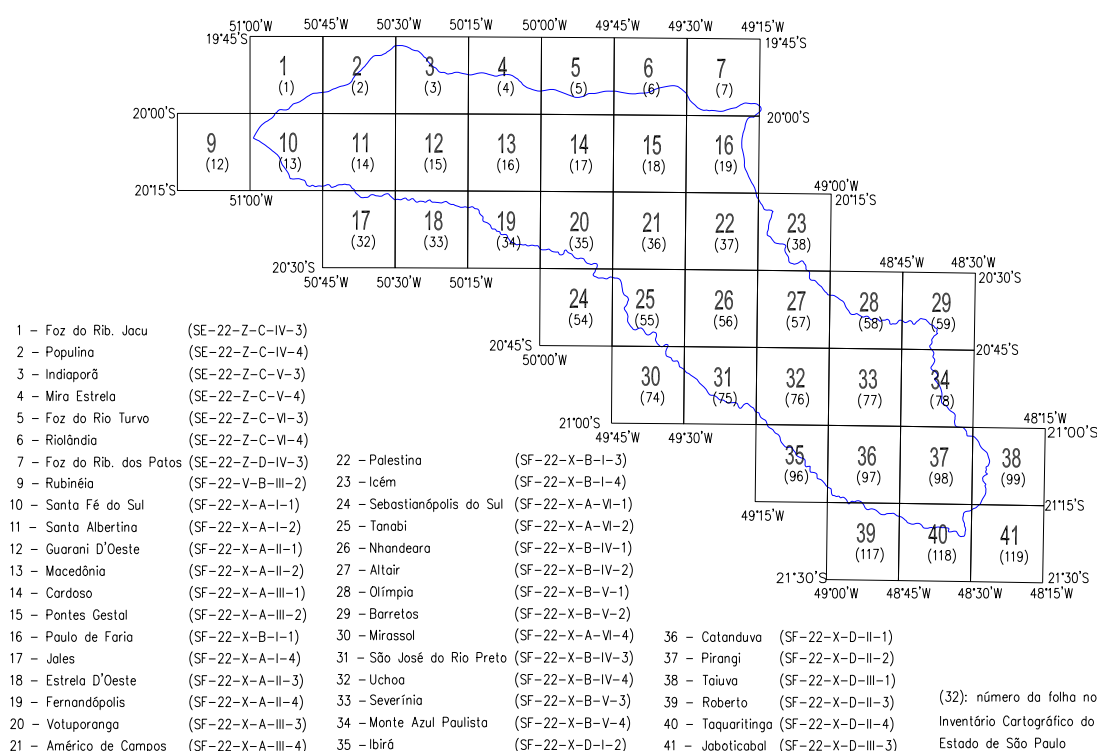
O traçado dos limites dos reservatórios de Ilha Solteira e Água Vermelha foi efetuado com imagens do satélite LANDSAT-5/TM, referentes às cenas 221/74, 221/75 e 222/74, de 1997.

Em diversas porções da área da Bacia, principalmente nas proximidades de áreas urbanas, onde se obteve a indicação de alguma ocorrência de importância, como por exemplo o lançamento de esgoto em drenagens de pequeno porte, cujos nomes não constam das cartas na escala 1:250.000, foi necessária a complementação das denominações (e, por vezes, até a

inserção de trechos de drenagem) destes pequenos cursos d'água com as cartas de escala 1:50.000 disponíveis.

Na FIGURA 3.7 encontra-se indicada a articulação do conjunto das folhas 1:50.000 que cobrem toda a área da UGRHI, os nomes e índices de cada uma destas folhas, o número seqüencial (do 1 ao 40) na área da Bacia do Turvo/Grande, bem como o número que corresponde a cada uma no Inventário Cartográfico do Estado de São Paulo (IPT 1981a).

#### ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS 1:50 000



**FIGURA 3.7 - Articulação das folhas 1:50.000 na área da UGRHI-15.**

## 4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

Neste item apresentam-se as descrições relativas aos temas geologia (4.1), geomorfologia (4.2), pedologia (4.3) e hidrometeorologia (4.4).

### 4.1 Geologia

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

Dada a importância hidrogeológica para a UGRHI, são também descritas as duas unidades arenosas situadas estratigraficamente abaixo dos derrames basálticos (formações Botucatu e Pirambóia) e que, juntamente com a Formação Serra Geral (rochas basálticas), formam o Grupo São Bento (Bacia do Paraná).

#### **4.1.1 Considerações sobre as fontes de dados**

A área da Bacia é enfocada em dois trabalhos de âmbito regional que apresentam mapas geológicos que a englobam totalmente. O primeiro deles é o Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000 (IPT 1981b) que, embora elaborado já há quase duas décadas é, ainda, referência importante de cartografia geológica para vastas porções do Estado, incluindo-se a área da Bacia do Turvo/Grande. O segundo, apresentado como parte de Tese de Doutorado defendida no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (FERNANDES 1998), é o Mapa Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru, em escala 1:1.000.000, mas que, dado o detalhamento de campo e estudos litoestratigráficos realizados, apresenta maior diversidade de unidades geológicas, com subdivisões no Grupo Bauru não contidas no mapa do IPT (1981b).

Estes trabalhos são também importantes revisões da geologia regional, o primeiro de todo o Estado e, o segundo, da cobertura supra basáltica do Planalto Ocidental. Constituem referências completas do estado da arte, a seu tempo, da geologia do Estado, no caso de IPT (1981b), e da cobertura sedimentar da área da Bacia Bauru, no caso de FERNANDES (1998).

Assim, o Mapa Geológico apresentado no DESENHO 2 é uma integração dos dados obtidos nestas duas importantes referências bibliográficas, complementados com dados de trabalhos existentes sobre a área e de âmbito mais local. O texto descritivo relativo à geologia é resultado de pesquisa bibliográfica nos trabalhos mais recentes e com maior inserção no contexto regional, os quais devem ser tomados como referência tanto aos aspectos de interesse à geologia da área como também à vasta bibliografia existente.

#### **4.1.2 Bacia do Paraná**

##### **4.1.2.1 Considerações de ordem tectônica**

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 que 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).

A Bacia do Paraná, após atravessar longo período de relativa estabilidade, cujo apogeu, no Permiano, é marcado pela deposição dos sedimentos do Subgrupo Irati (de HACHIRO *et al.* 1993) começa a registrar os primeiros sinais dos intensos processos tectônicos que culminariam, no início do Cretáceo, com o extravasamento das lavas basálticas da Formação Serra Geral.

Como evidência mais antiga de tal tectonismo, SOARES & LANDIM (1973) destacam a disconformidade existente entre os folhelhos pretos do Subgrupo Irati para arenitos e siltitos da Formação Serra Alta, sobreposta, bem reconhecida no nordeste da Bacia do Paraná. HACHIRO *et*

*al.* (1993) também destacam, na região do Domo de Pitanga, a descontinuidade entre estes folhelhos e os siltitos da Formação Corumbataí, situados acima. Adicionalmente, RICCOMINI *et al.* (1992) descrevem diques clásticos na Formação Corumbataí, na região de Ipeúna e Charqueada (SP); CHAMAMI *et al.* (1992) descrevem estruturas semelhantes, injeções de areia e falhas com rejeito decimétrico, em camadas de dunas eólicas litorâneas da porção inferior da Formação Pirambóia.

Estas manifestações são interpretadas (*e.g.* FERNANDES & COIMBRA 1993; RICCOMINI 1995, 1997) como resultado de abalos sísmicos durante os estágios precursores da ruptura continental que afetou o megacontinente Gondwana, culminando com a abertura do Oceano Atlântico sul, cenário que influenciou, em maior ou menor grau e dependendo da posição geográfica, a deposição das unidades do Grupo São Bento, as quais encerram o ciclo deposicional relativo à Bacia do Paraná, que tem como marco superior o magmatismo Serra Geral.

#### **4.1.2.2 Coluna estratigráfica**

A TABELA 4.1 apresenta a coluna estratigráfica para as rochas tanto do Grupo São Bento como do Grupo Passa Dois, unidade estratigráfica situada imediatamente abaixo, embora na abordagem contida nos itens subseqüentes só sejam descritas as unidades do Grupo São Bento.

Deve-se registrar que as unidades do Grupo Passa Dois, individualizadas em formações na porção central e sul da Bacia do Paraná, são assim consideradas apenas até a região do vale do Rio Paranapanema no Estado de São Paulo, cedendo lugar para norte à Formação Corumbataí (IPT 1981b), conforme destacado na TABELA 4.1.

#### **4.1.2.3 Grupo São Bento**

Este Grupo é composto, da base para o topo, pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Embora apenas esta última esteja exposta na área da UGRHI, as duas outras também serão descritas, pela importância que representam para a Bacia do Turvo/Grande como sistema aquífero.

##### **4.1.2.3.1 Formação Pirambóia**

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, em região que inclui a porção noroeste da Bacia do Turvo/Grande (SOARES 1973, *apud* MATOS 1995). A TABELA 4.2 apresenta espessuras das formações Pirambóia e Botucatu constatadas em poços perfurados na área da Bacia do Turvo/Grande.

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.

**TABELA 4.1 – Coluna litoestratigráfica de parte da Bacia do Paraná (IPT 1981b).**

GRUPO	FORMAÇÃO	TIPOS DE ROCHAS	
<b>SÃO BENTO</b>	<b>Serra Geral</b>	Rochas vulcânicas toleíticas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intertrapeanos, finos a médios, apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem esparsos níveis vitrofíricos não individualizados.	
	<b>Botucatu</b>	Arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média, com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Ocorrem restritamente depósitos fluviais de natureza areno-conglomerática e camadas localizadas de siltitos e argilitos lacustres.	
	<b>Pirambóia</b>	Depósitos de arenitos finos a médios, avermelhados, siltico-argilosos, com estratificação cruzada ou plano-paralela, com níveis de folhelhos e arenitos argilosos variegados e raras intercalações de natureza areno-argilosa.	
<b>PASSA DOIS</b>	<b>Rio do Rasto</b>	Depósitos de planícies costeiras compreendendo arenitos muito finos a médios, esverdeados a avermelhados e, subordinadamente, argilitos e siltitos avermelhados.	<b>Formação Corumbataí (SP):</b> Depósitos possivelmente marinhos de planícies de maré, incluindo argilitos, folhelhos e siltitos cinza, arroxeados ou avermelhados, com intercalações de bandas Carbonáticas, sílexitos e camadas de arenitos finos.
	<b>Teresina</b>	Depósitos possivelmente marinhos prodeltáicos, compreendendo folhelhos e argilitos cinza escuros a esverdeados ou avermelhados, finamente laminados, em alternância com siltitos e arenitos muito finos, presença de restritas lentes de calcários oolíticos e sílex.	
	<b>Serra Alta</b>	Depósitos essencialmente marinhos incluindo siltitos, folhelhos e argilitos cinza escuros a pretos, com laminação plano-paralela.	
	<b>Irati<sup>(*)</sup></b>	Siltitos, argilitos e folhelhos silticos de cor cinza clara a escura, folhelhos pirobetuminosos, localmente em alternância rítmica com calcários creme silicificados e restritos níveis conglomeráticos.	

<sup>(\*)</sup> Subgrupo, para HACHIRO *et al.* (1993).

**TABELA 4.2 – Espessuras das formações Pirambóia e Botucatu em poços na UGRHI-15 (DAEE 1998).**

Nº	MUNICÍPIO	PIRAMBÓIA	BOTUCATU	Nº	MUNICÍPIO	PIRAMBÓIA	BOTUCATU
1	Catanduva		345* m	13	Nova Granada		300* m
2	Catanduva		176* m	14	Olímpia (Petrobrás)	109 m	152 m
3	Fernandópolis	248 m	84 m	15	Pirangi	95 m	100 m
4	Fernandópolis	145 m	150 m	16	S.J.do Rio Preto	14,5 m	288 m
5	Fernandópolis	-	177 m	17	S.J.do Rio Preto	185 m	32 m
6	Fernandópolis	165 m	143 m	18	S.J.do Rio Preto		327* m
7	Mirassol	106 m	94 m	19	S.J.do Rio Preto		339* m
8	Monte Alto		242* m	20	S.J.do Rio Preto		327* m
9	Monte Alto		250* m	21	S.J.do Rio Preto		304* m
10	Monte Alto		117,5 m	22	S.J.do Rio Preto		253* m
11	Monte Alto	64 m	16 m	23	Votuporanga	54 m	109 m
12	Monte Alto	123 m	140 m				

\* Inclui as formações Botucatu e Pirambóia.

Estes arenitos têm sua origem atribuída a ambiente predominantemente eólico (LAVINA 1989; CAETANO-CHANG *et al.* 1991; WU & CHANG 1992; BRIGHETTI & CHANG 1992; MATOS 1995; MATOS & COIMBRA 1997), com os sedimentos pelíticos associados representando a acumulação de lamas (por suspensão), em lagoas temporárias, nas regiões baixas entre as dunas.

O contato inferior com a Formação Corumbataí, tido como discordante por diversos autores (e.g. SCHNEIDER *et al.* 1974; ALMEIDA 1980; IPT 1981b), é também admitido como de passagem transicional (e.g. VIEIRA & MAINGUÉ 1973; RICCOMINI 1995). MATOS (1995), estudando a passagem entre o topo do Grupo Passa Dois e a Formação Pirambóia no Estado de São Paulo, caracteriza a Camada Porangaba no topo do Grupo Passa Dois, que “mantém contato abrupto com a base da Formação Pirambóia, o qual marca uma passagem da deposição por marés para a regida por ventos”, quando “o corpo aquoso recuou permitindo o avanço da deposição eólica”, mas “sem provocar erosão e sem permitir exposição prolongada”.

Para MATOS & COIMBRA (1997) o contato entre as camadas da Formação Pirambóia e o topo das unidades do Grupo Passa Dois é uma descontinuidade que ocorre sob a forma de superfície abrupta e plana, sem evidência de erosão ou exposição prolongada.

#### **4.1.2.3.2 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 com alta esfericidade. Localmente ocorrem, principalmente na porção basal da unidade, corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, médios a grossos, passando a arenitos conglomeráticos, cujos seixos são em sua 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). Na área da UGRHI, dois poços indicaram espessuras de 150 e 152 m, em Fernandópolis e Olímpia, respectivamente (TABELA 4.2).

Na deposição da Formação Botucatu predominou ambiente eólico, num grande deserto de aridez crescente que perdurou até o início do vulcanismo basáltico, onde pequenas lagoas periódicas acumularam os sedimentos clásticos finos.

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.

#### **4.1.2.3.3 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. Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT 1981b). Na TABELA 4.3 apresentam-se as espessuras dos derrames obtidas em poços profundos (DAEE 1998) na área da UGRHI-15.

**TABELA 4.3 – Espessura da Formação Serra geral em poços tubulares profundos (DAEE 1998).**

Nº	MUNICÍPIO	ESPESSURA (m)	Nº	MUNICÍPIO	ESPESSURA (m)
1	Catanduva	375	13	Nova Granada	897
2	Catanduva	362	14	Olímpia (Petrobrás)	802
3	Fernandópolis	826	15	Pirangi	279
4	Fernandópolis	1.194,5	16	São José do Rio Preto	712
5	Fernandópolis	1.209	17	São José do Rio Preto	685
6	Fernandópolis	1.207	18	São José do Rio Preto	626
7	Mirassol	659	19	São José do Rio Preto	666
8	Monte Alto	398	20	São José do Rio Preto	849
9	Monte Alto	320	21	São José do Rio Preto	942
10	Monte Alto	408,8	22	São José do Rio Preto	614
11	Monte Alto	369	23	Votuporanga	1.044
12	Monte Alto	288			

Na área da Bacia do Turvo/Grande expõe-se principalmente na porção norte, região de Paulo de Faria e Riolândia, onde a faixa de rochas basálticas atinge largura da ordem de 12 km ao longo da margem esquerda do Rio Grande. As espessuras obtidas em mapa nesta área alcançam 100 m, uma vez que tais rochas afloram da cota 400 m à 500 m em relação ao nível do mar, aproximadamente. Outra faixa expressiva de afloramento situa-se ao longo do baixo Rio Turvo e próximo à confluência com o Rio Preto, com extensão da ordem de 50 km e largura, na maior parte da faixa, de 5 km.

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 20 m (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.

Tanto a base como o topo dos grandes derrames apresentam juntas horizontais, o que deve ser resultado, pelo menos em parte, do escoamento laminar da lava no seu interior.

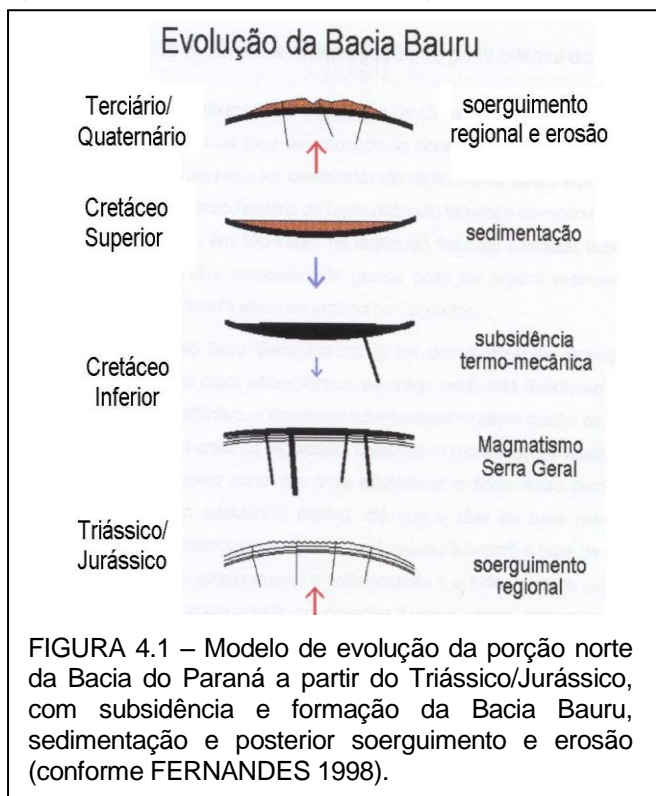
O contato superior da Formação com as unidades da Bacia Bauru é discordante, marcado por importante superfície erosiva (Superfície Japi de ALMEIDA 1964, *apud* RICCOMINI 1995), cujo desenvolvimento resultou na destruição dos aparelhos vulcânicos e a exposição de diques e outras estruturas subvulcânicas (ALMEIDA 1986).

### 4.1.3 Bacia Bauru

#### 4.1.3.1 Definição e características gerais da Bacia

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), embora a referência aos sedimentos existentes sobre as camadas de basaltos como “Bacia Bauru” já tenha sido utilizada anteriormente (e.g. FÚLFARO *et al.* 1982; IPT 1989), mas não proposta formalmente.

Esta Bacia formou-se no Cretáceo Superior (entre 90 e 65 milhões de anos (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 km<sup>2</sup> (FIGURA 4.1).



No contexto regional e tectônico a Bacia Bauru é limitada pelo Alto de Paranaíba, a nordeste; pelo Arco de Ponta Grossa e lineamentos associados, a sul-sudeste; pelo Arco de Assunção, a oeste; pela Antéclise de Rondonópolis, a norte-noroeste; e pela Serra do Mar, importante feição estrutural situada em toda a borda leste-sudeste de sua área de ocorrência (FERNANDES 1992). Estas estruturas, que estão representadas esquematicamente na FIGURA 4.2, apresentaram influência em maior ou menor grau no desenvolvimento e sedimentação da Bacia Bauru. A elas relacionam-se também intrusões alcalinas (FIGURA 4.2), que ocorreram

simultaneamente à deposição dos sedimentos da Bacia.

A sedimentação na Bacia Bauru ocorreu em duas fases principais, a primeira em condições essencialmente desérticas e, a segunda, em clima semi-árido, com maior presença de água. A estas fases compreendem, respectivamente, depósitos de lençóis de areia secos com dunas eólicas (com interdunas úmidas), e depósitos de sistemas fluviais e leques aluviais com pantanal interior bem definido (FERNANDES 1998).



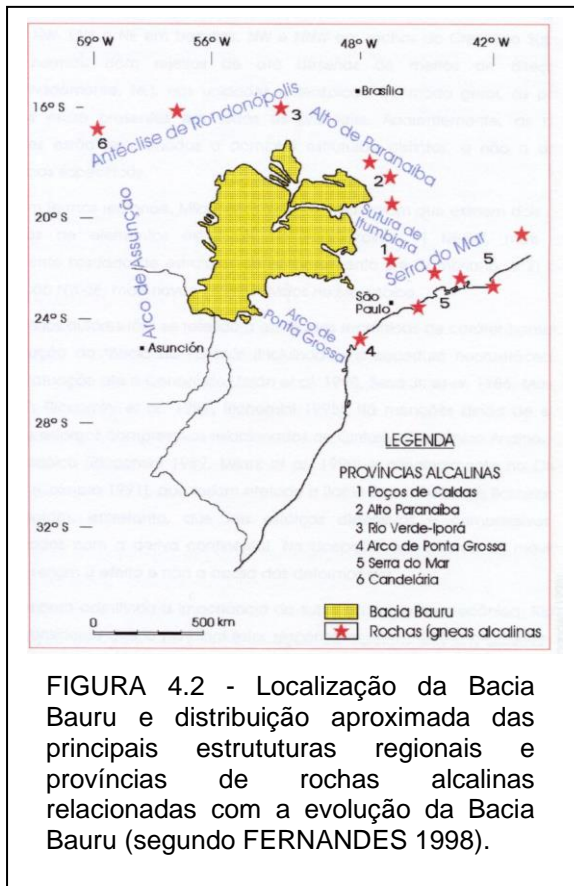


FIGURA 4.2 - Localização da Bacia Bauru e distribuição aproximada das principais estruturas regionais e províncias de rochas alcalinas relacionadas com a evolução da Bacia Bauru (segundo FERNANDES 1998).

#### 4.1.3.2 Organização estratigráfica

As unidades sedimentares existentes acima dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, reconhecidas por inúmeros autores desde o início do século, já foram objeto também de diversas propostas de denominações, em função do avanço do seu conhecimento e da sua cartografia geológica.

As unidades Bauru e Caiuá foram representadas em mapa pela primeira vez por FLORENCE & PACHECO (1929, *apud* FERNANDES 1998) e têm sido, desde então, objeto de inúmeros estudos de caráter litológico, sedimentológico, paleontológico, litoestratigráfico e cartográfico, principalmente a partir da década de 1970.

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).

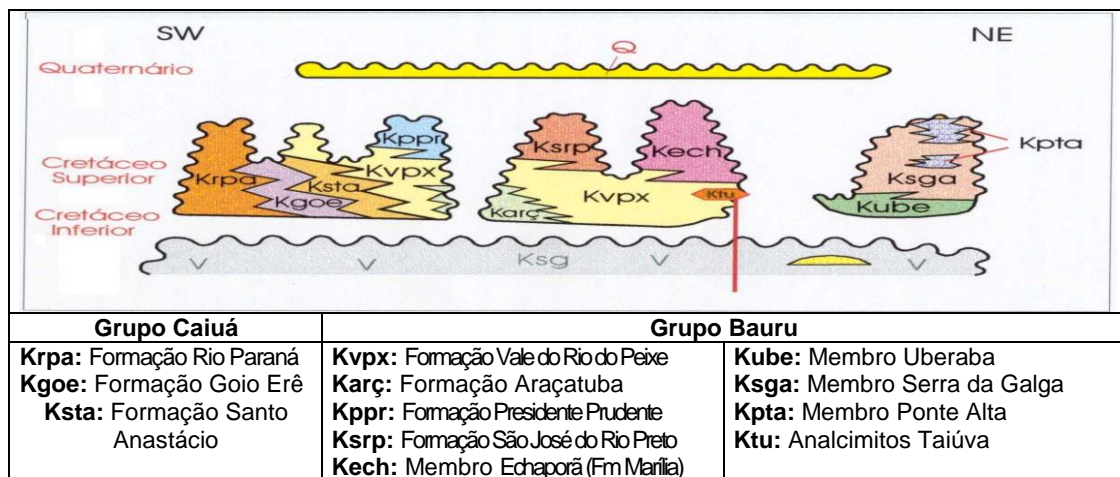
Contudo, já em 1992, FERNANDES propôs a elevação da Formação Caiuá à categoria de Grupo, composto pelas formações Goio Erê e Rio Paraná, e manteve no Grupo Bauru as formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, além da Formação Uberaba (de HASUI 1968, *apud* FERNANDES 1992), e de um conjunto de rochas 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.

Em trabalho de revisão litoestratigráfica e cartografia geológica (escala 1:1.000.000) na parte oriental da Bacia Bauru (em área que engloba todo o Planalto Ocidental no Estado de São Paulo e as áreas de ocorrência da Bacia Bauru no Paraná e Triângulo Mineiro), FERNANDES (1998) propôs para a Bacia Bauru uma seqüência sedimentar com a deposição em duas fases: a primeira em condições essencialmente desérticas e a segunda em clima semi-árido.

A primeira fase corresponde “ao sepultamento progressivo do substrato basáltico por extensa e monótona manta arenosa, formada principalmente por depósitos de lençóis de areia, com pequenas dunas e estratos de loesse”, na qual “os raros depósitos fluviais preservados correspondem a fluxos de enxurradas de deserto” (FERNANDES *op. cit.*). Ainda para este autor, com a intensificação das atividades tectônicas nas bordas norte-nordeste e leste da Bacia, ocorre avanço de leques aluviais para o seu interior.

A segunda fase de sedimentação tem início com mudanças climáticas que trouxeram maior umidade às zonas marginais, com o desenvolvimento de importantes sistemas fluviais de nordeste para sudoeste, ou seja, das bordas para o interior da Bacia, que permaneceu com clima quente e seco e com condições desérticas na sua porção interior.

São representantes do clima desértico (primeira fase de sedimentação) as três unidades do Grupo Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) e a Formação Vale do Rio do Peixe, esta incluída no Grupo Bauru, enquanto que a segunda fase de sedimentação (clima semi-árido, com maior presença de água) é representada pelas demais unidades do Grupo Bauru, ou seja, as formações Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília. A TABELA 4.4 apresenta as unidades litoestratigráficas dos grupos Caiuá e Bauru e as denominações anteriormente propostas por diferentes autores, enquanto que a FIGURA 4.3 mostra as relações estratigráficas entre as unidades propostas por FERNANDES (1998).



**FIGURA 4.3 – Quadro de relações estratigráficas entre as unidades da parte oriental da Bacia Bauru (FERNANDES 1998).**

#### 4.1.3.3 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-15, e não serão aqui descritas.

##### 4.1.3.3.1 Formação Santo Anastácio

Ocorre apenas no extremo oeste-noroeste da área da Bacia do Turvo/Grande (DESENHO 2), nos vales dos córregos que drenam diretamente para o reservatório de Ilha Solteira, e é constituída de estratos tabulares de arenitos de aspecto maciço, com espessura em geral decimétrica e raras intercalações de lamitos e argilitos.

**TABELA 4.4 – Unidades litoestratigráficas dos grupos Bauru e Caiuá e correlações com as definições anteriores (segundo FERNANDES 1998).**

GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO	Correspondência
BAURU	Analcimitos Taiúva		<i>Coimbra et al. 1981; Coutinho et al. 1982.</i>
	Marília	Ponte Alta	<i>Mb. Ponte Alta (de Barcelos &amp; Suguio 1987)</i>
		Serra da Galga	<i>Mb. Serra da Galga (de Barcelos &amp; Suguio 1987).</i>
		Echaporã	<i>Mb. Echaporã (de Barcelos &amp; Suguio 1987); Fm. Marília (Almeida &amp; Barbosa 1953).</i>
	Presidente Prudente		<i>Parte da litofácies Taciba (Soares et al. 1980); parte da unidade Ka<sub>5</sub> (Fm. Adamantina, de Almeida et al. 1980).</i>
	São José do Rio Preto		<i>Parte da litofácies S.J.do Rio Preto (de Suguio et al. 1977); parte da Fm S.J.do Rio Preto (de Suguio 1981).</i>
	Uberaba		<i>Parte da Fm. Uberaba (de Hasui 1968).</i>
	Araçatuba		<i>Parte da litofácies Araçatuba (de Suguio et al. 1977); parte da Fm. Araçatuba (de Suguio 1981); Fm Araçatuba (de Zaine et al. 1980); parte da unidade ka<sub>3</sub> da Fm Adamantina (de Almeida et al. 1980).</i>
CAIUÁ	Vale do Rio do Peixe		<i>Litofácies Ubirajara (de Soares et al. 1980); parte da litofácies Araçatuba (de Suguio et al. 1977); parte da Fm Araçatuba (de Suguio 1981); parte da litofácies Taciba (de Soares et al. 1980); unidades Ka<sub>1</sub> a Ka<sub>4</sub> e parte da Ka<sub>5</sub> da Fm Adamantina (de Almeida et al. 1980).</i>
	Santo Anastácio		<i>Fm. Santo Anastácio (de Stein et al. 1979; Soares et al. 1980; Almeida et al. 1980; Fernandes &amp; Coimbra 1994).</i>
	Rio Paraná		<i>Fm. Rio Paraná (de Fernandes &amp; Coimbra 1994).</i>
	Goio Erê		<i>Fm. Goio Erê (de Fernandes &amp; Coimbra 1994).</i>

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. Os arenitos são predominantemente quartzosos, mas podem ocorrer subordinadamente grãos de feldspatos, dando-lhe um caráter arcoseano. É comum, onde os arenitos se sobrepõem aos basaltos, a presença de cimentação e nódulos carbonáticos.

Estes arenitos, além da estrutura maciça, podem apresentar também estratificação mal definida, plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo. São relacionados a depósitos de lençóis de areia acumulados em extensas e monótonas planícies desérticas; os lamitos que intercalam-se, de estrutura maciça ou com estratificação cruzada, constituem prováveis depósitos de lagoas efêmeras (FERNANDES 1998).

Para esse autor, a unidade apresenta espessuras de até 80-100 metros nos vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha, situados no Pontal do Paranapanema, SP. Na UGRHI-15, a maior área de ocorrência situa-se no vale do Córrego do Escondido, a norte de Santa Rita d'Oeste, entre as cotas 350 e 400 m, de modo que as espessuras não devem ultrapassar a 50 m.

Seus litotipos apresentam contatos transicionais com as rochas das formações Rio Paraná e Vale do Rio do Peixe, com as quais se interdigitam.

#### 4.1.3.4 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 (TABELA 4.4). 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 aquelas unidades que apresentam ocorrência na área da UGRHI: formações Vale do Rio do Peixe, São José do Rio Preto e Marília.

Como não se tem as espessuras individualizadas em poços para cada uma das unidades descritas, uma vez que os poços são anteriores à proposição da divisão estratigráfica, apresenta-se, na TABELA 4.5, as espessuras totais do Grupo Bauru em poços perfurados na área da UGRHI.

##### 4.1.3.4.1 Formação Vale do Rio do Peixe

É a unidade que ocupa a maior área de exposição na Bacia do Turvo/Grande, como se pode observar no Mapa Geológico Compilado (DESENHO 2), sendo também a mais extensa unidade da Bacia Bauru. Na área da UGRHI-15, estende-se desde o extremo sudeste, na região de Monte Alto, até o extremo noroeste, onde seus sedimentos passam lateralmente para as camadas da Formação Santo Anastácio, já nas proximidades das águas 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. Em alguns locais são descritos pequenos corpos lenticulares de arenito conglomerático, com estratificação cruzada de pequeno porte, isolados em meio aos estratos de origem eólica, com estruturas e feições típicas de fluxos gerados por enxurradas, que caracterizam-se como lentes preenchendo escavações rasas.

**TABELA 4.5 – Espessuras dos sedimentos do Grupo Bauru na área da UGRHI-15 (DAEE 1998).**

Nº	MUNICÍPIO	ESPESSURA (m)	Nº	MUNICÍPIO	ESPESSURA (m)
1	Catanduva	82	13	Nova Granada	173
2	Catanduva	98	14	Olímpia (Petrobrás)	58
3	Fernandópolis	43	15	Pirangi	83
4	Fernandópolis	155,5	16	São José do Rio Preto	122
5	Fernandópolis	74	17	São José do Rio Preto	108
6	Fernandópolis	130	18	São José do Rio Preto	199
7	Mirassol	207	19	São José do Rio Preto	184
8	Monte Alto	60	20	São José do Rio Preto	116
9	Monte Alto	180	21	São José do Rio Preto	143
10	Monte Alto	55,2	22	São José do Rio Preto	151
11	Monte Alto	221	23	Votuporanga	143
12	Monte Alto	111			

O ambiente deposicional predominante para a Formação Vale do Rio do Peixe é essencialmente eólico, com a acumulação, em extensas áreas planas, de depósitos de lençóis de areia com campos de dunas baixas, alternados com depósitos de lamitos com estratificação ondulada devido à ação do vento. A transição para as unidades eólicas do interior da bacia é dada com o aumento de depósitos de dunas de porte médio, indicando mudança gradual do ambiente para condições desérticas plenas.

Esta unidade apresenta registro fóssilífero de praticamente toda a fauna que habitou a Bacia Bauru, embora muitas vezes de difícil identificação pelo estado de preservação.

Os sedimentos da Formação apresentam espessura preservada e bastante regular de aproximadamente 100 m, obtida em poços perfurados para água, havendo a indicação de espessuras de 154 m e 170 m, em Potirendaba e Rancharia, respectivamente, ambas no Estado de São Paulo.

Na área da UGRHI, ocorre desde a cota 400 m (e um pouco menos em alguns locais) no extremo noroeste, até a cota 600 m (localmente um pouco acima), no extremo sudeste, o que indicaria como espessura máxima para a Formação não muito mais que 200 m. Entretanto, levando-se em conta o basculamento para oeste que se verifica em todas as unidades da região, não apenas da Bacia Bauru mas também da Bacia do Paraná, tem-se que mesmo estes 200 m tornam-se exagerados, de forma que suas espessuras máximas devem situar-se em torno de 150 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.

#### **4.1.3.4.2 Formação São José do Rio Preto**

Ocorre, na área da UGRHI, ocupando as porções mais altas dos divisores de águas situados à margem esquerda do Rio Preto, desde os arredores de Votuporanga, a noroeste, até a região a sudeste de São José do Rio Preto, mais especificamente da localidade de Uchoa, de onde segue para norte, ocupando também as porções mais altas dos divisores entre os rios Preto (a oeste) e Turvo/São Domingos (a leste), até a região da localidade de Onda Verde (DESENHO 2).

É composta por uma 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.

O ambiente deposicional predominante para os arenitos da Formação é o de barras fluviais, em sistemas de amplos e rasos canais entrelaçados, nas quais teria predominado regime de fluxos intempestivos. A escassez de depósitos pelíticos sugere relativa proximidade das áreas-fonte, predominância de intemperismo físico e clima semi-árido.

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 as cotas inferior e superior de ocorrência. Na área da UGRHI, aparece entre as cotas 520-530 m e 580-590 m, aproximadamente (DESENHO 2).

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.

#### **4.1.3.4.3 Formação Marília**

É representada na área da UGRHI pelo Membro Echaporã, aparecendo apenas em seu extremo sudeste, nos espigões relacionados ao Planalto de Monte Alto, situados nos divisores da margem direita do Ribeirão da Onça e esquerda do Ribeirão da Tabarana (entre as localidades de Pirangi, a noroeste, e Monte Alto, a sudeste).

O Membro Echaporã é formado por estratos tabulares de arenito de aspecto maciço, com espessura de até pouco mais de 2 m, com intercalações de lamitos arenosos na sua porção superior.

Os arenitos são de cor bege a rosa, claros, finos a médios (imaturos), e podem apresentar frações grossas e grânulos, além de cimentação intensa, nódulos carbonáticos e níveis conglomeráticos com discreta granodecrescência ascendente. As intercalações lamíticas têm cor marrom e espessuras em geral centimétricas a decimétricas, raramente atingindo um metro. Os níveis conglomeráticos às vezes exibem estratificação cruzada de médio porte, e os seixos são de quartzo, quartzito e arenito silicificado, além de fragmentos de nódulos carbonáticos e de lamitos.

Estes sedimentos tiveram deposição em porções distais de leques aluviais, por fluxos de lençol, com intervalos de exposição em que se formaram pavimentos detríticos.

O Membro Echaporã contém registros fossilíferos de répteis (dinossauros, crocodilos), restos de peixes e de moluscos.

As espessuras máximas na área da UGRHI devem situar-se em torno de 100 m, pois ela tem ocorrência entre as cotas 600 e 700 m, aproximadamente (DESENHO 2).

Seus contatos com as rochas da Formação Vale do Rio do Peixe são graduais e interdigitados, e geralmente é recoberta por depósitos colúvio-eluviais quaternários.

#### **4.1.4 Analcimitos Taiúva**

Ocorrem em subsuperfície num polígono delimitado pelas cidades de Taiúva e Piranji e a localidade de Aparecida do Monte Alto (distrito de Monte Alto), dentro, portanto, da área da UGRHI, em seu extremo sudeste. Estas rochas foram identificadas em testemunhos de poços de água subterrânea (COIMBRA *et al.* 1981 e COUTINHO *et al.* 1982, *apud* FERNANDES 1998).

São rochas extrusivas de natureza alcalina, de cor marrom-claro avermelhado a amarelado, textura afanítica, por vezes com amígdalas de calcita, mineral que pode também preencher fraturas, e que são feições indicativas do seu caráter vulcânico extrusivo.

Atingem espessura máxima de 15 m e estão intercaladas na porção superior da Formação Vale do Rio do Peixe.

#### **4.1.5 Depósitos quaternários**

Constituem-se essencialmente por depósitos aluvionares, colúvios e elúvios.

Na área da UGRHI, foram indicadas ocorrências no Mapa Geológico (DESENHO 2) de depósitos aluvionares existentes nos vales dos rios Turvo e Preto, além de outras menores, obtidas do IPT (1981b, c). Deve-se destacar que os depósitos aluvionares expressivos porventura existentes em toda a margem esquerda dos rios Paraná e Grande encontram-se cobertos pelas águas dos reservatórios de Ilha Solteira e de Água Vermelha. De resto, depósitos aluvionares existem junto à grande maioria dos cursos d'água da área da Bacia.

Depósitos formados por cascalhos são também freqüentes ao longo dos principais cursos d'água no Planalto Ocidental (IPT 1981c), 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.

Os depósitos eluviais e solos residuais constituem as camadas mais superficiais do terreno e estão descritos mais detalhadamente no item 4.3.

### **4.2 Geomorfologia**

A Bacia do Turvo/Grande acha-se incluída inteiramente na Província do Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo proposta por ALMEIDA (1964) e adotada no Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT 1981c). Inseridos neste Planalto destacam-se como zonas geomorfológicas os planaltos de Monte Alto e de Catanduva, admitidos como planaltos interiores.

#### **4.2.1 Considerações sobre as fontes de dados**

As características do relevo regional da Bacia do Turvo/Grande foram levantadas a partir de duas importantes referências bibliográficas: Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:1.000.000 (IPT 1981c), e Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000 (ROSS & MOROZ 1997). No primeiro trabalho, os compartimentos geomorfológicos foram definidos a partir de sistemas de relevo (unidades do relevo e os elementos que compõem as unidades) e, no segundo, a delimitação dos compartimentos está baseada na aplicação dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura como suporte técnico-conceitual para a análise morfogenética.

Para a apresentação do Mapa Geomorfológico da Bacia (DESENHO 3) foram considerados os limites do mapa de sistemas de relevo (IPT 1981c), mencionando-se na legenda os aspectos da análise morfogenética que complementam a caracterização geral do relevo (ROSS & MOROZ 1997). Foram também consultados trabalhos em escalas de maior detalhe, elaborados para determinados setores da Bacia, e que também contribuíram para enriquecer a análise regional do seu relevo.

#### **4.2.2 Planalto Ocidental**

Este Planalto, definido como uma das províncias geomorfológicas do Estado de São Paulo por ALMEIDA (1964) corresponde, geologicamente, aos derrames basálticos que cobrem as unidades sedimentares do final do ciclo de deposição da Bacia do Paraná e às coberturas sedimentares que, por sua vez, foram depositadas na Bacia Bauru, acima desses basaltos.

Caracteriza-se por apresentar um relevo monótono, levemente ondulado, de colinas e morrotes, destacando-se como regiões com relevo mais enérgico apenas a porção sudeste da Bacia, onde ocorrem os planaltos de Monte Alto e de Catanduva.

“O relevo desta província mostra forte imposição estrutural, sob o controle de camadas sub-horizontais, com leve caimento para oeste, formando uma extensa plataforma estrutural extremamente suavizada, nivelada em cotas próximas a 500 m” (IPT 1981c). Na área da UGRHI, e considerando-se os planaltos interiores, a cota máxima corresponde a 722 m, na região do Planalto de Monte Alto, e a cota mínima é ligeiramente inferior a 350 m, na confluência do Rio Grande com o Rio Paranaíba (extremo oeste da Bacia), formadores do Rio Paraná.

O sistema de drenagem é organizado na maior parte por rios consequentes (drenam no mesmo rumo do mergulho das camadas geológicas). A rede de drenagem de toda a porção centro-sudeste da UGRHI mostra um acentuado paralelismo de eixos alinhados para noroeste, desde a região de Monte Alto até a altura da foz do Rio Turvo no Rio Grande. Daí para oeste, até o Ribeirão Santa Rita (inclusive), a rede de drenagem tem fluxos de sul para norte, rumo à calha do Rio Grande. No extremo oeste, onde este Rio ruma para sudoeste, a drenagem da Bacia volta a apresentar sentido predominantemente noroeste.



Tal arranjo da rede de drenagem apresenta sugestões de capturas em alguns locais, como por exemplo o Rio São Domingos (na região entre as cidades de Uchoa e Catiguá) e o Rio Preto (na área urbana de São José do Rio Preto) que, de sentido nitidamente noroeste, mudam os seus cursos para norte, sugerindo a transferência de suas águas, em tempos passados, da bacia do Rio São José dos Dourados (ou mesmo da bacia do Tietê, no caso do Rio São Domingos) para a bacia do Rio Turvo.

Segundo IPT (1981c), no Planalto Ocidental “a densidade de drenagem apresenta fortes variações entre os sistemas de relevo reconhecidos e até mesmo no interior de um mesmo sistema. De modo geral, as cabeceiras de curso d’água exibem uma maior ramificação da drenagem e, conseqüentemente, densidades médias até altas”.

As formas de relevo que ocorrem na maior parte da UGRHI são as colinas amplas, que ocupam a quase totalidade das áreas drenadas para o Rio Grande, excetuando-se as cabeceiras e os interflúvios entre as principais drenagens da Bacia, onde ocorrem relevos de colinas médias.

Nos relevos de colinas amplas predominam interflúvios com área superior a 4 km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, e vertentes com perfis retilíneos a convexos. Geralmente a drenagem é de baixa densidade e apresenta padrão subdendrítico. Os vales são abertos com presença de planícies aluviais interiores restritas, podendo ocorrer, eventualmente, lagoas perenes ou intermitentes.

Nas áreas com relevo de colinas médias predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km<sup>2</sup>, de topos aplainados, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular e vales abertos a fechados. Semelhantemente aos relevos de colinas amplas, as vertentes mostram perfis retilíneos a convexos, ocorrem planícies aluviais interiores restritas e podem ocorrer, eventualmente, lagoas perenes ou intermitentes (IPT 1981c).

Analisando a morfoescultura do relevo, ROSS & MOROZ (1997) consideraram que a área da Bacia do Turvo/Grande está inserida no Planalto Centro Ocidental (unidade morfoescultural), que ocupa a maior parte da morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná. “Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente em colinas amplas e baixas com topos convexos e topos aplainados ou tabulares. As formas revelam que os entalhamentos médios dos vales são inferiores a 20 m e as dimensões interfluviais médias predominantes estão entre 1.750 e 3.750 m. As altimetrias variam de 400 e 700 m e as declividades médias predominantes das vertentes estão entre 2 e 10%”

“A litologia desta unidade morfoescultural é basicamente constituída por arenitos com lentes de siltitos e argilitos com solos dos tipos Latossolo Vermelho-Amarelo, que ocorrem de modo generalizado, e Podzólico Vermelho-Amarelo, que aparecem com maior freqüência nas vertentes mais inclinadas. Tanto um quanto o outro é de textura média a arenosa”.

O Rio Grande “apresenta como característica principal um padrão paralelo, uma vez que seu traçado foi estabelecido numa superfície aplainada e ligeiramente inclinada para o eixo do Rio Paraná”.

Por apresentar formas de dissecção baixa e vales pouco entalhados e com densidade de drenagem baixa, esta unidade “apresenta um nível de fragilidade potencial baixo, nos setores aplainados dos topos das colinas, entretanto face às características texturais dos solos, os setores de vertentes pouco mais inclinados são extremamente suscetíveis aos processos erosivos quando se desenvolvem escoamentos concentrados”.

Também estão representadas cartograficamente as planícies fluviais, que correspondem às áreas descontínuas da morfoescultura (Planalto Ocidental Paulista).

As planícies são terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial quaternária, geradas por processos de agração (deposição de sedimentos), que correspondem às áreas sujeitas a inundações periódicas. Os terraços fluviais também são áreas planas ou levemente inclinadas, poucos metros mais elevados que as planícies fluviais e, portanto, quase sempre livre de inundações.

As planícies fluviais apresentam declividades inferiores a 2% e posicionam-se em diferentes níveis altimétricos. São formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados e os solos são do tipo Glei Húmico e Glei Pouco Húmico.

O potencial de fragilidade destas planícies é muito alto por serem áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes.

#### **4.2.2.1 Planalto de Monte Alto**

Este Planalto foi referido primeiramente por ALMEIDA (1964) para designar o relevo existente na região de Monte Alto e Jaboticabal, e que ocupa os divisores dos rios Tietê, Turvo e Mogi-Guaçu.

Na área da UGRHI ocorre apenas no seu extremo sudeste, onde se situam as cabeceiras do Rio Turvo, estendendo-se para noroeste, a partir de Monte Alto, em direção à região de Vista Alegre do Alto, pelo divisor das águas do Turvo e do Ribeirão da Onça e, mais para norte e noroeste, pelo divisor das cabeceiras do Turvo e do Rio Mogi-Guaçu/Rio Pardo, até as proximidades da cidade de Monte Azul Paulista (passando por Taiúva), onde se encontram as cabeceiras do Rio da Cachoeirinha.

Ocorre em área aproximadamente coincidente com os sedimentos arenosos com intercalações de lamitos, com forte cimentação carbonática, pertencentes à Formação Marília (Membro Echaporã) e também da Formação Vale do Rio do Peixe, ambas do Grupo Bauru.

Pode-se dizer que a forma escarpada das vertentes deste platô sedimentar sobressai na paisagem e implica “em uma separação nítida dos interflúvios mais elevados em relação às

colinas mais baixas que os envolvem ou eventualmente neles penetram sob a forma de níveis embutidos pedimentados” (ARAÚJO FILHO & AB’SABER 1969).

O Planalto de Monte Alto situa-se acima da cota 630 m (IPT 1981c) e tem altitude máxima de 722 m, a sul-sudoeste de Monte Alto, nas cabeceiras do Ribeirão da Onça. O relevo apresenta caimento suave para noroeste, sentido principal de escoamento da rede de drenagem que o corta, e suas escarpas frontais, ao longo da Serra de Jaboticabal, voltam-se para oeste, num conjunto de escarpas festonadas desfeitas em morros testemunhos (IPT *op. cit.*).

Os sistemas de relevo que dominam a área são de colinas médias, escarpas festonadas e de encostas sulcadas por vales subparalelos. As escarpas são observadas no limite nordeste da área da Bacia.

Nos relevos de escarpas festonadas predominam declividades acima de 30% e amplitudes maiores que 100 m; as escarpas são desfeitas em anfiteatros separados por espigões, apresentam topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos. A rede de drenagem em geral é de alta densidade e com padrão subparalelo a subdendrítico, com vales fechados.

#### **4.2.2.2 Planalto de Catanduva**

O Planalto de Catanduva, definido pelo IPT (1981c), embora com limites não muito precisos, situa-se ao longo da bacia do médio e alto Rio São Domingos, onde localizam-se as cidades de Santa Adélia, Catanduva e Catiguá, e estende-se até as proximidades de Uchoa, extremo noroeste de sua área de ocorrência.

É rebaixado em relação ao Planalto de Monte Alto e elevado em relação à bacia do Rio Tietê, da qual se limita, a sudeste, pela Serra do Itambé (IPT *op. cit.*), cujo ponto mais elevado possui 625 m de altitude, a sudeste de Santa Adélia. Suas altitudes inferiores situam-se entre as cotas de 500 e 550 m.

Este Planalto está situado sobre sedimentos do Grupo Bauru, mais precisamente das formações Vale do Rio do Peixe (na maior parte) e São José do Rio Preto (apenas no seu extremo noroeste, nas proximidades de Uchoa), e foi formado basicamente por erosão diferencial, devido a cimentação carbonática das rochas do substrato.

Nele predominam relevos de colinas amplas, mas ocorrem também porções com relevos de colinas médias.

O seu limite oeste-sudoeste é dado por um relevo de transição com encostas sulcadas por vales paralelos (que é o divisor de águas dos afluentes da margem esquerda do Rio São Domingos e os afluentes da margem direita do Rio Tietê), enquanto que a noroeste o limite é o interflúvio dos rios São Domingos e Turvo/Ribeirão da Onça, onde ocorre relevo de colinas médias.

### 4.3 Pedologia

O Mapa Pedológico da área da Bacia (DESENHO 4) foi compilado do Mapa de Solos (1:500.000) apresentado pelo IPT (1990) a partir de bases pedológicas cedidas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, as quais foram produzidas à época do PROJETO RADAMBRASIL. São cinco os tipos de solos caracterizados nesse trabalho na área da UGRHI: **Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Escuros, Podzólicos Vermelho Amarelos e Solos Litólicos.**

#### 4.3.1 Latossolos Roxos (LR)

Os Latossolos são solos caracterizados pelo horizonte B latossólico em um perfil normalmente profundo, onde o teor de argila se dilui lentamente em profundidade. Tratam-se de solos envelhecidos, em estágio avançado de intemperismo, ácidos a fortemente ácidos em sua maioria (com exceção dos eutróficos) e de boa drenagem, apesar de serem, muitas vezes, bastante argilosos.

Os Latossolos Roxos são derivados de materiais de alteração de rochas básicas da Formação Serra Geral, com tonalidades arroxeadas devido aos teores consideravelmente elevados de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (18 a 40%),  $\text{MnO}$  e, usualmente,  $\text{TiO}_2$ , com atração magnética forte e predominantemente de textura argilosa ou muito argilosa. São dois os tipos cartografados na porção norte e noroeste da UGRHI: LRd1 e LRd2.

O LRd1 corresponde ao Latossolo Roxo distrófico, horizonte A moderado, a textura é argilosa e muito argilosa, em relevo suave ondulado.

O LRd2 representa o Latossolo Roxo distrófico e eutrófico, A moderado e A chernozêmico, com textura argilosa e muito argilosa, e relevo plano e suave ondulado. O horizonte A chernozêmico caracteriza-se como um horizonte mineral superficial espesso, normalmente bem desenvolvido e de boa fertilidade natural.

Associada aos Latossolos Roxos, observa-se com muita frequência a ocorrência localizada de Terra Roxa Estruturada em áreas que apresentam relevos relativamente mais movimentados, normalmente constituindo cabeceiras de drenagem ou proximidades de fundo de vales. São solos igualmente argilosos a muito argilosos e com alto teor em óxidos de ferro, distinguindo-se do Latossolo Roxo por apresentarem uma certa concentração de bases nos horizontes inferiores e estrutura prismática ou em blocos bem desenvolvidos, enquanto que o Latossolo Roxo mostra-se com estrutura granular e micro-agregada.

O Latossolo Roxo e a Terra Roxa Estruturada apresentam em comum o desenvolvimento pedogenético facilitado, tendo em vista a constituição mineralógica de fácil meteorização das rochas basálticas. Dessa forma, a diferenciação entre eles na paisagem se faz principalmente pelo relevo: em superfícies relativamente pouco declivosas, a intensa lixiviação das bases conduz ao desenvolvimento de latossolos, enquanto que, em posições de jusante e encostas

relativamente declivosas, a acumulação de bases e argilas permite condições favoráveis ao desenvolvimento da Terra Roxa Estruturada.

#### **4.3.1.1 Significado agronômico**

Segundo OLIVEIRA *et al.* (1992), a classe Latossolo Roxo é formada por solos de grande significado agrícola: situados em relevo normalmente suave ondulado, com declividade que raramente ultrapassa 7%, são profundos, porosos, bem permeáveis, mesmo quando muito argilosos, friáveis, de fácil preparo para o cultivo.

A presença de camada adensada abaixo do piso do arado, comum em áreas intensivamente cultivadas com máquinas pesadas, constitui limitação, pela menor porosidade, diminuição da permeabilidade e resistência à penetração do sistema radicular.

Os eutróficos, especialmente os que têm soma de bases relativamente elevada, pelo menos nos 100 cm superiores, são muito férteis e dos melhores solos brasileiros. Os distróficos, e mesmo os álicos, respondem bem às aplicações adequadas de fertilizantes e corretivos, dando também boas produções.

Os Latossolos Roxos apresentam boa resistência à erosão; requerem, contudo, tratos conservacionistas adequados conforme o declive do terreno e o uso do mesmo.

Em termos de capacidade de uso da terra, os Latossolos Roxos enquadram-se na Classe II de capacidade quando as declives forem inferiores a 6%. Para LEPSCH (1991), as terras da Classe II apresentam limitações moderadas para seu uso por estarem sujeitas a riscos moderados de depauperamento, mas boas para ser cultivadas desde que lhes sejam aplicadas práticas especiais de conservação, de fácil execução, para produção segura e permanente de colheitas entre médias e elevadas, de culturas anuais adaptadas à região.

Os terrenos com declives cujo intervalo varia de 6 a 12% incluem-se na Classe III. Nesta classe, segundo LEPSCH (1991), as terras são próprias para lavouras em geral, mas quando cultivadas sem cuidados especiais, ficam sujeitas a severos riscos de depauperamento, principalmente no caso de culturas anuais. Requerem medidas intensas e complexas de conservação para ser cultivadas, segura e permanentemente, culturas anuais adaptadas, com produção média e elevada.

Declives superiores a 3% apresentam risco de erosão.

#### **4.3.2 Latossolos Vermelho Escuros (LE)**

São solos muito profundos, cuja diferenciação de horizontes é modesta, formados a partir de material de origem muito diversa, o que lhes confere certa variabilidade nas características morfológicas, especialmente textura e consistência, além de influir nas propriedades químicas.

Na área da UGRHI distribuem-se em extensas áreas de relevo pouco movimentado, constituído por colinas amplas, e mais restritos a topos aplainados de relevos mais movimentados

de colinas médias e morros, e encontram-se subordinados a arenitos pertencentes principalmente ao Grupo Bauru.

Nessas áreas de ocorrência, na porção norte e noroeste da Bacia, verificam-se condições propícias para o desenvolvimento de processos pedogenéticos com intensa lixiviação de sais solúveis, produtos da alteração do substrato arenítico, tendendo ao aprofundamento relativamente elevado do perfil, e enriquecimento relativo de sesquióxidos de ferro, argila caulinita e grãos de quartzo na fração silte e areia.

No DESENHO 4 são destacados dois tipos destes solos:

O LEa1 é descrito como Latossolo Vermelho Escuro álico e distrófico, A moderado, textura média, em relevo plano e suave ondulado, enquanto o LEa2 foi descrito como Latossolo Vermelho Escuro álico, A moderado, textura média, em relevo suave ondulado e plano.

#### **4.3.2.1 Significado agrônômico**

Estes solos apresentam, como características habituais, a grande espessura, o favorecimento ao lavradio e à boa drenagem interna. São, no entanto, muito heterogêneos no que concerne à textura e à fertilidade.

A grande variação textural, com teores de argila de 16% a 85% no horizonte B, confere aos solos dessa classe apreciável disparidade quanto à infiltração e capacidade de retenção de água e à de nutrientes. É de se esperar menor capacidade de retenção de água nos solos com grande contribuição de areia, especialmente quando predominantemente grossa. Esses tipos pouco argilosos apresentam, também, em igualdade de condições, menor resistência à erosão do que os mais argilosos.

No geral, os latossolos dessa classe respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Esse comportamento, a boa índole de lavradio e os relevos plano e suave ondulado, predominantes, são fatores determinantes no uso intensivo e extensivo, principalmente em culturas de algodão, cana-de-açúcar, soja, milho, abacaxi e pastagens, por exemplo.

Quanto à capacidade de uso da terra, os Latossolos Vermelho Escuros geralmente enquadram-se na Classe III, descrita para os Latossolos Roxos, quando os declives forem inferiores a 6%. Acima dessa declividade, até 20%, os solos são classificados na Classe IV. Esta classe, para LEPSCH (1991), caracteriza terras com riscos ou limitações permanentes muito severas quando usadas para culturas anuais. Os solos podem ter fertilidade boa ou razoável, mas não são adequados para cultivos intensivos e contínuos. Usualmente devem ser mantidas como pastagens, mas podem ser suficientemente boas para certos cultivos ocasionais (na proporção de um ano de cultivo para quatro a seis de pastagem) ou para algumas culturas anuais, porém, com cuidados muito especiais. Como o Latossolo Roxo, declives superiores a 3% apresentam risco de erosão.

### 4.3.3 Podzólicos Vermelho Escuros (PE)

Os Podzólicos originam-se em regiões florestais de clima úmido, mostrando perfis bem desenvolvidos, profundidade mediana (1,5 m a 2 m), moderadamente ou bem intemperizados e, ao contrário dos latossolos, têm comumente diferenciação marcante entre os horizontes.

Os Podzólicos Vermelho Escuros compreendem solos minerais não hidromórficos, com horizonte B textural. São solos profundos e muito similares aos latossolos por apresentarem modesta diferenciação entre os horizontes A e B. Os teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e argila são intermediários em relação aos Podzólicos Vermelho Amarelos e as Terras Roxas Estruturadas. Devido a essas características, esta classe de solos foi proposta por CAMARGO *et al.* (1982) com o desmembramento de parte dos Podzólicos Vermelho Amarelos e englobando os solos da Terra Roxa Estruturada. Sua ocorrência na UGRHI está restrita à porção oeste-noroeste, bordejando o Rio Grande até próximo às cidades de Urânia e Santa Albertina.

Encontram-se em áreas de relevo de colinas amplas e médias, subordinados aos arenitos da Formação Santo Anastácio (Grupo Caiuá) e Grupo Bauru. Os dois tipos identificados (DESENHO 4) apresentam as seguintes características:

- PEE1 – Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média.
- PEE2 - Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, argila de atividade baixa, abrupto, A moderado, textura arenosa/média.

#### 4.3.3.1 Significado agronômico

Os Podzólicos Vermelho Escuros apresentam grande variação quanto à fertilidade: quando se formam em materiais de origem relativamente ricos em minerais, apresentando boa disponibilidade de bases, podem ter caráter eutrófico, o que se verifica comumente.

O relevo é usualmente menos movimentado que o dos Podzólicos Vermelho Amarelos, com os quais é comum encontrarem-se associados, permitindo, em muitas circunstâncias, o emprego de máquinas agrícolas sem grandes restrições.

As limitações mais sérias são o declive, nos terrenos mais acidentados, e a deficiência de fertilidade, nos distróficos e álicos. No entanto, respondem bem à aplicação de fertilizantes e corretivos. Os álicos não apresentam normalmente teores de alumínio trocável muito alto, sendo incomum a necessidade de altas doses de calcário.

Em termos de capacidade de uso das terras, estes solos incluem-se na Classe II, quando os declives forem inferiores a 3%, na Classe III, no intervalo de declividade de 3 a 6% e na Classe IV, para declividades situadas entre 6 e 12%, descritas para os solos anteriores. Para declives situados entre 12 e 20%, as terras são enquadradas na Classe VI. LEPSCH (1991) descreve esta classe como imprópria para culturas anuais, mas podem ser usadas para produção de certos cultivos permanentes úteis, como pastagens, florestas artificiais e, em alguns casos, mesmo para

algumas culturas permanentes protetoras do solo, como seringueira e cacau, porém com práticas especiais de conservação do solo para evitar o seu depauperamento.

Acima de 20%, as terras são classificadas na Classe VII, a qual apresenta severas limitações, sendo seu uso restrito para pastagem e reflorestamento com cuidados especiais por serem altamente suscetíveis de danificação. Normalmente são terras muito íngremes, erodidas, ou pedregosas.

São solos suscetíveis à erosão, cuja dimensão do fenômeno será tanto maior quanto mais declivoso for o relevo.

#### **4.3.4 Podzólicos Vermelho Amarelos (PV)**

Segundo VIEIRA (1988) estes solos são bem desenvolvidos, bem drenados, normalmente ácidos. Quando distróficos, a fertilidade natural é baixa, porém, os eutróficos caracterizam-se por uma fertilidade natural média e alta.

São sete os tipos de solos agrupados nesta categoria e que aparecem no DESENHO 4, distribuídos praticamente em toda a UGRHI.

Os dois primeiros (PVd e PVe1), igualmente aos Podzólicos Vermelho Escuros, apresentam horizonte B textural, diferindo principalmente pela forte gradiência textural entre os horizontes A e B, e permeabilidade mais baixa ao longo do horizonte B.

Outra característica marcante desses solos é a forte estruturação dos horizontes subsuperficiais, com tendência à estrutura prismática e evidentes fendilhamentos entre as macroestruturas, quando submetidos à exposição, como, por exemplo, em taludes artificiais.

Quanto às formas de ocorrência, o Podzólico Vermelho Amarelo textura arenosa/média (PVe1) encontra-se, na área da Bacia, associado a arenitos carbonáticos e arenitos com intercalações de siltito e argilito, pertencentes ao Grupo Bauru. Nas áreas de ocorrência desse solo nota-se, também, uma predominância muito grande de relevos movimentados, principalmente caracterizados por colinas médias e morrotes com alta densidade de drenagem.

Os outros cinco tipos de solos (PVe2 a PVe6) apresentam características bastante semelhantes às descrições efetuadas para os Podzólicos Vermelho Escuros.

Os sete tipos descritos como Podzólicos Vermelho Amarelos são:

- PVd - Podzólico Vermelho Amarelo distrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura média;
- PVe1 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, abrupto, A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado. Inclusões de Podzólico Vermelho Escuro eutrófico, argila de atividade baixa, abrupto e não abrupto, A moderado, textura arenosa/média e média;
- PVe2 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média e Podzólico Vermelho Escuro eutrófico e distrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado;



- PVe3 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, abrupção, A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado;
- PVe4 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, abrupção, A moderado, textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado e Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado;
- PVe5 - Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, Latossolo Vermelho Escuro álico, A moderado, textura média e Latossolo Vermelho Escuro álico, A moderado, textura média, relevo plano e suave ondulado;
- PVe6 – Podzólico Vermelho Amarelo eutrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, Podzólico Vermelho Escuro eutrófico e distrófico, argila de atividade baixa, A moderado, textura arenosa/média e média, relevo suave ondulado e Latossolo Vermelho Escuro álico, A moderado, textura média, relevo plano.

#### **4.3.4.1 Significado agrônomo**

A grande diversidade de atributos de interesse agrônomo torna difícil generalizar, para esta classe de solos, como um todo, as suas qualidades.

Sérias limitações devidas à maior suscetibilidade à erosão são preponderantes no caso dos Podzólicos Vermelhos Amarelos abrupções, as quais são tanto mais sérias quanto maior a declividade dos terrenos.

Pedregosidade e texturas cascalhosas têm geralmente ocorrências em condições de relevo acidentado, onde os solos são mais suscetíveis à erosão. Reflorestamentos, pastagens ou culturas permanentes são os usos mais adequados e tanto mais favorecidos quanto maior o estado de fertilidade dos solos.

Os distróficos e os álicos naturalmente apresentam restrições quanto à fertilidade, que pode estar acrescida de limitações devidas a outros fatores. Os eutróficos, desde que não abrupções, usualmente apresentam como principal restrição as condições de relevo (ondulado ou mais acidentado).

Em termos de capacidade de uso da terra, estes solos apresentam o mesmo comportamento dos Podzólicos Vermelhos Escuros, descritos anteriormente.

#### **4.3.5 Solos Litólicos (Re)**

Solos Litólicos caracterizam-se pelo baixo desenvolvimento e pequena espessura, normalmente com 20 a 40 cm de profundidade, assentes sobre rochas pouco alteradas a sãs, ou sobre materiais com grande quantidade de cascalho e fragmentos de rocha.

Na região estudada, estes solos encontram-se associados e condicionados a relevos movimentados em posições de encostas muito declivosas. Ocorrem principalmente associados a relevos de escarpas e serras restritas, subordinados principalmente ao Membro Echaporã da Formação Marília, aflorantes na região do Planalto de Monte Alto, no extremo sudeste da UGRHI. Apenas um tipo acha-se destacado no DESENHO 4, cujas características descrevem-nos como Solos Litólicos eutróficos, A moderado, textura média e argilosa, substrato arenito, relevo forte ondulado e montanhoso.

#### **4.3.5.1 Significado agronômico**

A pequena espessura desses solos e a presença freqüente de cascalhos, pedras e matacões, aliadas normalmente ao relevo acidentado, fazem com que sua utilização agrícola seja muito restrita. De modo geral, suas áreas são mais indicadas para a preservação das reservas naturais, reflorestamentos e pastagens, suscetíveis às condições de umidade da região onde se encontram. A limitação pela falta de água é crítica para seu uso mas, em São Paulo, verificam-se culturas de café e milho sobre os mesmos.

Devido às suas características, as terras compreendidas por Solos Litólicos incluem-se na Classe III, para declives inferiores a 3%, na Classe IV, para declives situados entre 3 e 12%, na Classe VI, para declives entre 12 e 20% e, na Classe VII, para declives superiores a 20%. Estas classes foram descritas para os solos anteriores. A erosão é suscetível a qualquer declive.

#### **4.3.6 Correlações com dados geológicos e geomorfológicos**

Pela análise do Mapa Exploratório de Solos (DESENHO 4), Mapa Geomorfológico (DESENHO 3) e Mapa Geológico (DESENHO 2), verifica-se que os Latossolos Roxos resultam da desagregação e alteração das rochas basálticas da Formação Serra Geral, formando um relevo de colinas amplas, como ocorre nas sub-bacias Bonito/Patos/Mandioca e Médio Turvo, na sua porção ocidental.

Os Latossolos Vermelho Escuros predominam nas porções norte e noroeste da Bacia, em especial nas sub-bacias Bonito/Patos/Mandioca, Médio Turvo, Baixo Turvo/Tomazão, Ribeirão do Marinheiro, Água Vermelha/Pádua Diniz e Cascavel/Cã-Cã, provenientes dos sedimentos cretáceos associados com as rochas basálticas, geralmente em relevo de colinas amplas.

Os Podzólicos Vermelho Amarelos e os Podzólicos Vermelho Escuros derivam dos sedimentos cretáceos (Grupo Bauru), caracterizando solos mais imaturos. O relevo pode ser formado por colinas amplas, colinas médias ou morrotes alongados e espigões. Enquanto os primeiros distribuem-se em toda a UGRHI, os Podzólicos Vermelho Escuros restringem-se à porção oeste da sub-bacia Cascavel/Cã Cã.

Os Solos Litólicos predominam no extremo sudeste da área da Bacia, onde ocorrem escarpas festonadas desenvolvidas no contato entre os sedimentos da Formação Marília (Membro Echaporã) e da Formação Vale do Rio do Peixe.

Segundo ROSS & MOROZ (1997) a região da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande apresenta dois níveis distintos de fragilidade potencial dos solos, os quais são limitados aproximadamente pelo meridiano 49° 30' W, nas imediações de São José do Rio Preto. A oeste deste limite predomina um potencial erosivo baixo, apresentando formas com dissecação baixa, vales pouco entalhados e densidade de drenagem baixa. Na porção leste do limite citado, o relevo é mais movimentado, as formas de dissecação são médias a altas, com vales entalhados e densidade de drenagem média a alta, caracterizando um nível de fragilidade potencial médio e cujas áreas estão sujeitas a forte atividade erosiva.

#### **4.4 Hidrometeorologia**

Esse tópico foi desenvolvido procurando-se apresentar a caracterização climática da Bacia situando-a no contexto do Estado de São Paulo.

##### **4.4.1 Considerações sobre as fontes de dados**

A caracterização climática da Bacia do Turvo/Grande foi elaborada a partir de trabalhos existentes, com ênfase maior para aqueles que tratam das chuvas, elemento considerado de grande importância em estudos dessa natureza.

Os principais trabalhos, que constituem a base das informações utilizadas para a caracterização climática da Bacia, foram os seguintes:

- SETZER (1966), apresenta uma classificação climática para o Estado de São Paulo com base na classificação de Köppen;
- MONTEIRO (1973), elaborou um importante estudo, sobre a dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo, considerando os fenômenos atmosféricos. Esse estudo foi apresentado na forma de atlas, no qual analisa dados de 1941-1957 para identificação de anos padrão visando entender a dinâmica climática;
- SANT'ANNA NETO (1995), discorreu sobre as chuvas no Estado de São Paulo, analisando sua variabilidade e tendências.

É importante ressaltar que as dificuldades para análise geográfica do clima, passam pela inconsistência e falhas dos dados que ocorrem nas séries históricas disponíveis. Esse fato, na Bacia em questão, em relação às chuvas é agravado pela pequena densidade de postos pluviométricos existentes.

##### **4.4.2 Conceitos fundamentais**

Para discorrer sobre as condições climáticas nas quais se insere a Bacia do Turvo/Grande, faz-se necessário entender quais são os fatores que exercem influência sobre o clima e quais os mecanismos atmosféricos envolvidos, o que permite identificar como se dão as variações climáticas no Estado de São Paulo e, como consequência, na Bacia.

Atuam sobre o território paulista as principais correntes de circulação atmosférica da América do Sul, que são as massas tropicais Atlântica e Continental e a Polar Atlântica, complementadas pela Equatorial Continental, proveniente da Amazônia Ocidental.

A atmosfera está sempre em movimento, em função basicamente de diferenças no balanço da radiação, das latitudes (baixas e altas) e da heterogeneidade da superfície terrestre (continentes e oceanos), que produzem diferenças na pressão atmosférica, fazendo com que a atmosfera se movimente. Esse movimento, denominado circulação atmosférica, ocorre nas escalas horizontal e vertical.

A circulação geral explica a existência de grandes zonas climáticas, e as diferenças no balanço de radiação entre os continentes e oceanos altera consideravelmente a circulação na atmosfera, especialmente junto à superfície terrestre (TUBELIS 1983).

Dentro da circulação atmosférica geral tem-se, entre outras, a circulação secundária, onde ocorrem os sistemas produtores de tempo (massas de ar e frentes e as correntes perturbadas), que originam as variações semanais e diárias no tempo.

As massas de ar são volumes de ar de estrutura homogênea (temperatura e umidade) e horizontal que se deslocam e têm origem em diferentes latitudes. Podem ser Tropicais, Polares, Equatoriais (QUADRO 4.1), formadas tanto sobre os continentes como sobre os oceanos. Essas massas de ar sofrem modificações térmicas e dinâmicas ao se deslocar da sua origem (AYOADE 1986), e de acordo com a temperatura que apresentam ao atingir uma região são classificadas como quente ou fria.

**QUADRO 4.1 – Principais massas de ar.**

<b>CIRCULAÇÃO GERAL</b>	<b>CIRCULAÇÃO SECUNDÁRIA</b>
<b>Sistema Equatorial</b>	Equatorial Atlântica (Ea)
	Equatorial Continental (Ec)
	Equatorial Pacífica (Ep)
	Equatorial Norte (En)
<b>Sistema Tropical</b>	Tropical Atlântica (Ta)
	Tropical Continental (Tc)
	Tropical Pacífica (Tp)
<b>Sistema Polar</b>	Polar Antártica (Pan)
	Polar Atlântica (Pa)
	Polar Pacífica (Pp)

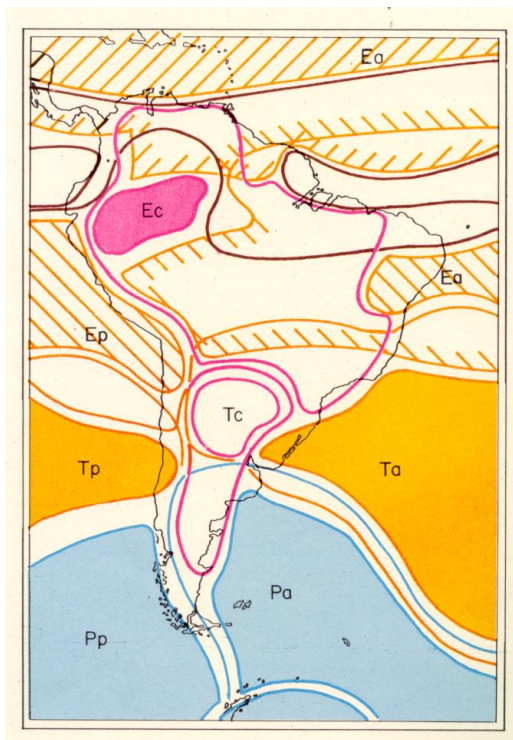
As frentes são zonas que limitam massas de ar com propriedades e características diferentes. As regiões polares são dominadas por massas de ar frio, e os trópicos por massas de ar quente, atuando umas contra as outras. O ar frio se desloca para o norte e o ar quente para o sul; a descontinuidade entre esses sistemas forma a Frente Polar.

As perturbações atmosféricas (ou Correntes Perturbadas) são extensas ondas de ar inseridas na circulação geral da atmosfera, e alteram as condições do tempo dominante (massa de ar que ocorre na região). Os principais sistemas produtores de tempo são os ciclones e

anticiclones das latitudes médias, os ciclones tropicais e as monções (AYOADE 1986). No Brasil estão relacionadas ao deslocamento da Frente Polar, da Convergência Intertropical e da Massa Polar Marítima, e podem ser de norte, leste, sul e oeste (TUBELIS 1983).

O termo ciclone é utilizado para descrever centros de baixa pressão em relação às áreas circundantes; e anticiclones correspondem aos centros de alta pressão em relação às áreas circundantes.

Dessas Correntes Perturbadas, as que atuam mais diretamente sobre o território de São Paulo são as Correntes Perturbadas de Oeste e as de Sul. As Correntes de Oeste correspondem às Linhas de Instabilidade Tropical (LIT) ou Instabilidades Tropicais (IT), originadas na Massa Equatorial Continental. Ocorrem no interior do Brasil, entre meados da primavera e meados do outono, sendo mais freqüentes no verão. Provocam chuvas intensas, localizadas, acompanhadas de trovoadas e algumas vezes granizo, conhecidas como chuvas de verão. As Linhas de Instabilidade que se formam no Mato Grosso são as que atingem o Estado de São Paulo.



Fonte: MONTEIRO, 1973.

**FIGURA 4.4 – A circulação secundária no Brasil (legenda no QUADRO 4.2).**

O Sistema de Correntes Perturbadas de Sul é representado pela Frente Polar, devido à invasão do anticiclone polar. Essa frente tem orientação noroeste-sudeste, deslocando-se de sudoeste para nordeste ou leste. Essas invasões ocorrem por todo o ano, sendo mais freqüentes e extensas no inverno. No inverno os anticiclones polares penetram no continente sul americano, atingindo as cinco regiões brasileiras. A região sudeste é totalmente atingida pela Frente Polar.

Os principais sistemas da circulação secundária no Brasil são apresentados na FIGURA 4.4 e caracterizados no QUADRO 4.2.

Ressalta-se, aqui, a complexidade do tema, razão pela qual optou-se pela sua abordagem de forma um tanto superficial, ou

seja, sem apresentar um maior detalhamento sobre as condições de circulação atmosférica.

#### 4.4.3 O Clima no Estado de São Paulo

Em decorrência dos avanços e recuos das massas de ar tem-se, ao longo do ano, diferentes características. Os anos de pluviosidade mais elevada estão diretamente relacionados com a atividade das massas polares; os anos mais secos resultam de maior atuação das massas

intertropicais; e aqueles de pluviosidade média correspondem a um equilíbrio entre os dois sistemas.

**QUADRO 4.2 – Principais características da circulação secundária no Brasil.**

Sistema Principal	Subsistema	Origem	Características
Polar (P)	Polar Atlântica (Pa)	Formada na região subantártica	Fria e úmida.
	Polar Pacífica (Pp)		
Equatorial (E)	Equatorial Atlântica (Ea)	Zona dos alíseos de sudeste	<i>Duas correntes:</i> -superior: quente e seca, separada da inferior por inversão térmica; -inferior: mais úmida e menos quente
	Equatorial Continental (Ec)	Planície Amazônica	Bastante úmida, com grande instabilidade no verão.
Tropical (T)	Tropical Atlântica (Ta)	Anticiclone Subtropical do Hemisfério Sul	Quente e úmida; bastante estável na porção leste; mais instável na porção oeste.
	Tropical Continental (Tc)	Sul do Trópico e Leste dos Andes. Forma-se principalmente em fins do outono ao início da primavera.	Quente e seca, e bastante estável.

A distribuição das chuvas no Estado de São Paulo está, portanto, associada ao domínio das massas tropicais (continental e marítima) e polares, com correntes de sul e leste; à disposição do relevo e à proximidade ou não com o mar.

Devido a essas características, conforme MONTEIRO (1973) e SANT'ANNA NETO (1995), cerca de 70 a 80% das chuvas no Estado de São Paulo são originadas dos sistemas extra tropicais, por intermédio da Frente Polar Atlântica.

O Estado de São Paulo recebe grande quantidade de chuvas, com índices anuais que variam de 1.100 a 2.000 mm. Existem pequenas manchas isoladas com índices inferiores a 1.100 mm, e outras (áreas serranas do Litoral) com índices mais elevados do País, em torno de 4.500 mm (MONTEIRO 1973).

As chuvas concentram-se, de maneira geral, de outubro a março, com diferenciações quanto ao trimestre mais chuvoso; o período de menor pluviosidade ocorre de abril a setembro, com o trimestre mais seco de junho a agosto, como acontece em praticamente todo o Estado, uma vez que a massa polar atlântica (dominante) gera estabilidade do tempo e ocorre a dissipação das frentes para o nordeste do país.

As precipitações no Estado de São Paulo diminuem do litoral para o Interior, em função da continentalidade, não prevalecendo essa constatação para aquelas áreas com relevo mais elevado, como as linhas de *cuestas* e a Serra da Mantiqueira (SANT'ANNA NETO 1995).

#### 4.4.4 O clima no contexto da Bacia do Turvo/Grande

De acordo com SETZER (1966), com base na classificação climática proposta por Köppen, tendo como base a temperatura e precipitação, existem na Bacia dois tipos climáticos (QUADRO 4.3 e FIGURA 4.5):

- a) tropical úmido com inverno seco (Aw) predominando por quase toda a Bacia;
- b) quente úmido com estação seca, com verão quente e inverno não muito frio (subtropical) (Cwa), que corresponde a uma estreita faixa ao longo do limite sul da Bacia (de Votuporanga para sudeste) e a uma pequena área na porção sudeste da Bacia (região dos municípios de Ariranha, Fernando Prestes, Monte Alto, Pirangi, Taiaçu e Cajobi, dentre outros).

**QUADRO 4.3 – Classificação climática segundo Köppen (SETZER 1966).**

Tipo Climático	Símbolo	Total de chuva no período seco	Temperatura média no mês mais quente	Temperatura média no mês mais frio	Área na UGRHI (km <sup>2</sup> )	% na UGRHI
Tropical úmido com inverno seco	Aw	Menos de 30 mm	Acima de 22 °C	Acima de 18 °C	13.340	83,5
Quente úmido com inverno seco	Cwa	Menos de 30 mm	Acima de 22 °C	Abaixo de 18 °C	2.639	16,5

MONTEIRO (1973), em seu trabalho sobre a dinâmica das chuvas no Estado de São Paulo, identificou nove unidades climáticas, sendo que a Bacia do Turvo/Grande, que corresponde à unidade VIII, denominada Oeste (FIGURA 4.6), está sob maior atuação das massas equatoriais e tropicais e é caracterizada por clima tropical com períodos secos e úmidos.

SANT'ANNA NETO (1995) com base na variação espacial das chuvas (dados de 1971-1993), identificou três grandes conjuntos no Estado, estando a Bacia inserida no terceiro conjunto, que apresenta pluviosidade média anual entre 1.100 e 1.500 mm, e corresponde a cerca de 67,5% da área do Estado. Esse conjunto compreende praticamente todo o oeste paulista, a depressão periférica (de Rio Claro e Piracicaba até Sorocaba), todo o sudoeste de Itapetininga até a região de Itaporanga, além da borda interior de Serra do Mar (voltada para o Vale do Paraíba) e todo o Vale do Ribeira.

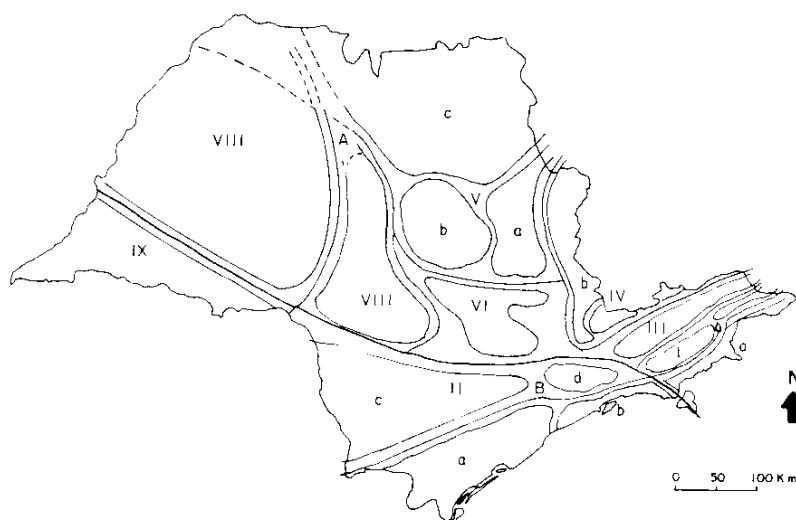
Dentro do período mais chuvoso, que se estende de outubro a março, o trimestre mais chuvoso ocorre, na região Oeste, no período de dezembro-janeiro-fevereiro, concentrando mais de 80% das chuvas e, o trimestre mais seco, de junho a agosto, como ocorre na maior parte do Estado.

SANT'ANNA NETO (1995), partindo da classificação climática de MONTEIRO (1973), apresentou uma carta síntese da variação têmporo-espacial das chuvas, definindo oito “unidades regionais” e 25 “subunidades homogêneas” para o Estado de São Paulo.

De acordo com essa classificação, a Bacia do Turvo/Grande faz parte da unidade Oeste, que se apresenta como a unidade mais extensa e a mais homogênea, com pequenas variações espaciais das chuvas (dadas em função da altimetria, da latitude e de fatores locais, como fundos de vale e espigões), e os menores valores de pluviosidade anual do Estado (1.100 a 1.500 mm). A área da Bacia faz parte da subunidade denominada Rio Grande/São José dos Dourados.







### LEGENDA

CLIMAS ZONAIS	CLIMAS REGIONAIS	FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NOS CLIMAS REGIONAIS, SEGUNDO AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS					
		LITORAL	PLANALTO ATLÂNTICO	VALE DO PARAÍBA	MANTIQUEIRA	DEPRESSÃO	PLANALTO OCIDENTAL
CONTROLADOS POR MASSAS EQUATORIAIS E TROPICAIS	A1 CLIMAS ÚNIDOS DAS COSTAS EXPOSTAS AS MASSAS mT	I NORTE	BACIA SUPERIOR DO PARAÍBA	III VALE DO PARAÍBA	IV SERRA (Borda do Planalto)		
	A2 CLIMAS TROPICAIS ATERNADAMENTE SECOS E ÚMIDOS				CONTRAFORTES	V SETOR NORTE VI "PERCÉE" DO TIETÊ	NORTE SERRA DE SÃO CARLOS VII SERRA DE BOTUCATU VIII OESTE
CONTROLADOS POR MASSAS TROPICAIS E POLARES	B CLIMAS ÚNIDOS DA FACE ORIENTAL E SUB-TROPICAL DOS CONTINENTES DOMINADOS POR MASSA mT	CENTRO SUL	II BACIA PAULISTANA BACIA DO PARANÁ PANEMA				IX SUDESTE

**FIGURA 4.6 – Classificação climática segundo MONTEIRO (1973).**

Essa subunidade está sob maior atuação dos sistemas tropicais e de altitudes que variam entre 400 e 600 m, com totais anuais médios de chuvas de 1.300 a 1.500 mm. Os períodos mais chuvosos ocorrem a cada 20 anos, o mesmo acontecendo com os períodos mais secos.

Quanto à variação temporal, o mesmo autor observou, em 23 anos (1971-1993), que nove anos se mostraram dentro do padrão normal (habitual), cinco apresentaram-se extremamente chuvosos e os outros nove extremamente secos, para o Estado. Na região oeste (subunidade Rio Grande/São José dos Dourados), a distribuição das chuvas se apresentou da seguinte forma: 5

anos mais secos (incluindo os de tendência a seco), 9 chuvosos (incluindo os de tendência a chuvoso), e 9 normais (habituais), como pode-se observar no QUADRO 4.4.

SANT'ANNA NETO (1995) utilizou os seguintes valores de precipitação anual para definir os anos secos e chuvosos:

- anos normais/habituais: 1.423 a 1.628 mm;
- anos com tendência a chuvosos: 1.628 a 1.730 mm;
- anos chuvosos: superiores a 1.730 mm;
- anos com tendência a secos: 1.320 a 1.423 mm;
- anos secos: inferiores a 1.320 mm.

Ao comparar o comportamento das chuvas nos períodos de 1901-1940, 1941-1970 e 1971-1993, SANT'ANNA NETO (*op. cit.*) observou que a região Oeste apresentou, para o último período, um aumento de mais de 10% de precipitação média anual, passando de 1.100 mm a 1.500 mm (dos períodos anteriores) a 1.300 mm a 1.800 mm (período atual); como também que a maior concentração das chuvas ocorre na primavera-verão. Isto se deve à dinâmica atmosférica, não sendo possível ainda relacionar essas alterações à atuação antrópica.

Quanto às temperaturas, estas são condicionadas pela altitude e latitude de cada lugar. No Estado de São Paulo, as temperaturas diminuem de norte/noroeste para sul/sudoeste, sendo mais baixas nas porções serranas e aumentando junto à baixada litorânea.

**Quadro 4.4 - Distribuição temporal das chuvas na subunidade Rio Grande/São José dos Dourados (1971-1993) (adaptado de SANT'ANNA NETO 1995).**

Ano	Anos padrão	Ano	Anos padrão
1971	<i>Habitual</i>	1983	Chuvoso
1972	Chuvoso	1984	Seco
1973	Tendência a Seco	1985	Seco
1974	<i>Habitual</i>	1986	<i>Habitual</i>
1975	<i>Habitual</i>	1987	Tendência a Seco
1976	Chuvoso	1988	<i>Habitual</i>
1977	<i>Habitual</i>	1989	Tendência a Chuvoso
1978	Chuvoso	1990	<i>Habitual</i>
1979	Tendência a Chuvoso	1991	Chuvoso
1980	Tendência a Chuvoso	1992	<i>Habitual</i>
1981	Tendência a Seco	1993	<i>Habitual</i>
1982	Chuvoso		

Assim, na região noroeste do Estado (na qual se insere a Bacia), ocorrem as temperaturas médias anuais mais elevadas, em torno 22 a 23 °C (BERTOLINI 1994); as médias máximas em janeiro são de 31 a 32 °C, e a média das mínimas em julho de 13 °C a 14 °C (IPT 1987). As temperaturas nessa região aumentam com as primeiras chuvas, atingindo o seu pico com as maiores precipitações, durante o verão.

Em termos de temperaturas mínimas absolutas e sua relação com a ocorrência de geadas, na região a probabilidade é de cerca de 13%. Considerando o número de dias com probabilidade de ocorrência de geadas tem-se de 0 a 1 dia por ano.

#### 4.4.5 Considerações gerais

De acordo com SANT'ANNA NETO (1995) há uma tendência de aumento da pluviosidade no Estado de São Paulo, em cerca de 10%, verificada nos últimos 50 anos (1941-1970 e 1971-1993). Essa tendência também foi observada para a porção oeste do Estado que, no primeiro período (1941-1970), apresentou precipitações entre 1.100 mm e 1.500 mm e, no segundo período (1971-1993), entre 1.300 mm e 1.800 mm. Essa constatação também pode ser verificada observando-se o QUADRO 4.4, em que 9 anos se apresentaram chuvosos e 5 secos.

O desmatamento significativo que vem ocorrendo nas últimas décadas, na região central do Brasil, tem favorecido uma maior atuação da massa tropical continental. Esse ar quente e seco penetra no território paulista a partir de oeste e norte, e bloqueia uma maior atuação das frentes frias e do ar polar, desviando-os para o oceano e afetando, assim, o comportamento das chuvas e a disponibilidade de água superficial (SANT'ANNA NETO 1995).

Assim como o clima exerce influência sobre as atividades humanas, é de se esperar que ações antrópicas inadequadas provoquem alterações nas condições climáticas, interferindo no ciclo hidrológico e na disponibilidade de água superficial, tal como ocorre nas intervenções de desmatamentos em grandes extensões, das queimadas, da urbanização e industrialização, do desencadeamento de processos erosivos e assoreamento dos corpos d'água, dentre muitos outros exemplos.

Estudos sobre o clima traduzem-se em ferramentas para o gerenciamento dos recursos hídricos, o planejamento regional, a produção econômica, etc., de forma mais adequada, com a finalidade de prevenir, minimizar e mesmo conviver com os efeitos climáticos adversos.

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

### 5.1 *Conceituação e Disponibilidade de Informações*

A caracterização da **biodiversidade** ou **diversidade biológica** da UGRHI defrontou-se com duas dificuldades operacionais: a sua correta conceituação e a inexistência de levantamentos biológicos sistemáticos.

A primeira dificuldade foi contornada após o intenso rastreamento bibliográfico em vários órgãos institucionais, incluindo pesquisas biológicas, biogeográficas e até paleontológicas, o que possibilitou a obtenção da seguinte conceituação:

**Biodiversidade** é a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo a totalidade de genes, espécies, ecossistemas e complexos ecológicos. Dentro de um enfoque sistêmico, inclui-se também as populações humanas e sua diversidade cultural (SMA 1997a).

No conceito ora adotado, as populações humanas serão consideradas apenas tangencialmente, nas suas possíveis relações com o meio biótico regional.

A inexistência de levantamentos biológicos sistemáticos traduz-se na impossibilidade de apresentação, em maiores detalhes, da distribuição composicional, quantitativa e espacializada das espécies ocorrentes na UGRHI.

## 5.2 Flora

A flora constitui o conjunto das espécies vegetais que ocorre numa determinada localidade. Na área estudada, são predominantes as plantas da divisão **Spermatophyta** ou **Fanerógamas**.

### 5.2.1 Considerações gerais

A Divisão Spermatophyta reúne as plantas que produzem sementes. São usualmente conhecidas como Fanerógamas e predominam nos ambientes terrestres, incluindo quase todas as plantas cultivadas (amendoim, mandioca, etc.).

Dividem-se em duas classes: as Gymnospermae e as Angiospermae, sendo estas últimas as mais abundantes e economicamente, as mais importantes.

As gimnospermas produzem sementes, mas não flores. São quase todas arbóreas e, no Estado de São Paulo, são representadas por apenas três espécies: uma de *Araucaria* e duas, de *Podocarpus*. Por outro lado, as angiospermas são floríferas e produzem sementes encerradas no interior de frutos (pericarpo).

Na área da UGRHI, os vegetais dominantes são representados pelas angiospermas, naturais ou cultivadas, que determinam a estrutura básica da vegetação, incluindo formas muito variadas, desde minúsculas ervas até árvores de grande porte. O grupo inclui formas parasíticas e saprofíticas, além de plantas carnívoras. Possuem importância primordial nos ecossistemas terrestres, além de dominar nos ambientes de água doce (brejos, rios, lagos) como plantas enraizadas no fundo, ou mesmo plantas flutuantes na superfície (ex.: aguapé).

JOLY & BICUDO (1998a) salientam que o conhecimento destes vegetais em cerrados e matas decíduas (que desprende folhas em uma determinada época do ano) é relativamente bom, embora deficiente nos ambientes de mata atlântica, serra e aquático.

Diante da inexistência de dados e/ou dificuldades na sua obtenção serão abordados, neste trabalho, dois enfoques particulares quanto à diversidade das fanerógamas:

- no ambiente dos cerrados e cerradões;
- quanto às principais espécies cultivadas na região.

A FIGURA 5.1 ilustra a dominância vegetal na área da Bacia do Turvo/Grande.

### 5.2.2 Cerrados e cerradões

A partir dos levantamentos realizados por KRONKA *et al.* (1998), no âmbito do PROBIO/SP (Programa Estadual para a Conservação da Biodiversidade), da Secretaria do Meio Ambiente-SMA, foi possível o reconhecimento da presença de cerrados na área enfocada, conforme mostrado na FIGURA 5.2.

A concepção aqui adotada para o cerrado é aquela definida por FERRI (1977): “um grupo de formas de vegetação que se apresenta segundo um gradiente de biomassa”.

Trata-se de “formação vegetal de fisionomia peculiar caracterizada por apresentar indivíduos de porte atrofiado, que podem atingir aproximadamente 6 metros de altura, de troncos retorcidos (tortuosos), cobertos por casca espessa e fendilhada, de esgalhamento baixo e copas assimétricas, folhas na maioria grandes e grossas, algumas coriáceas, de caules e ramos encortiçados, com ausência de acúleos e espinhos, bem como de epífitas e lianas” (KRONKA *et al.*, op.cit).

Apresenta-se, de modo geral, com três estratos:

- estrato superior: constituído por árvores esparsas de pequeno porte (4 a 6 metros de altura);
- estrato intermediário: formado por arbustos de 1 a 3 metros de altura;
- estrato inferior: constituído por gramíneas e subarbustos, em geral com até 50 cm de altura, pouco denso, deixando espaços intercalados onde o solo pode apresentar-se pouco ou desprovido de revestimento.

A vegetação característica do cerrado é formada por dois grupos essencialmente opostos: o das espécies **permanentes**, que reúne todas as árvores e muitos arbustos, e o das espécies **efêmeras**, que compreende inúmeras plantas herbáceas. Pode-se, ainda, acrescentar um terceiro grupo, o das gramíneas, com algumas espécies permanentes e outras consideradas de curto ciclo (efêmeras). As gramíneas permanentes perdem suas hastes e folhas nos períodos de seca, sobrevivendo, porém, por meio dos seus rizomas, bases foliares ou por outros mecanismos. As gramíneas de curto ciclo também sobrevivem por suas sementes.

Em suma, conceitua-se cerrado como um gradiente de vários tipos de vegetação de caráter savanóide, sob a ótica puramente fisionômica e não florística. Enquanto as espécies permanente exibem raízes profundas, as efêmeras caracterizam-se por raízes superficiais, e as gramíneas, permanentes ou efêmeras, vegetam apenas no verão.

A listagem das principais espécies dos cerrados consta do ANEXO B.

Além dos cerrados, na área da Bacia ocorrem também fragmentos de **cerradões**, constituindo formações vegetais formadas por três andares distintos: o primeiro apresenta espécies umbrófilas rasteiras ou de pequeno porte; o segundo, arbustos e pequenas formas arbóreas, e o terceiro, com árvores contínuas atingem em certos casos até 10 metros de altura.

Enquanto o cerrado enquadra-se no grande grupo das formações campestres, o cerradão dispõe-se entre as formações florestais (EMBRAPA 1975, *apud* FERRI, 1977), conforme mostrado na FIGURA 5.3.

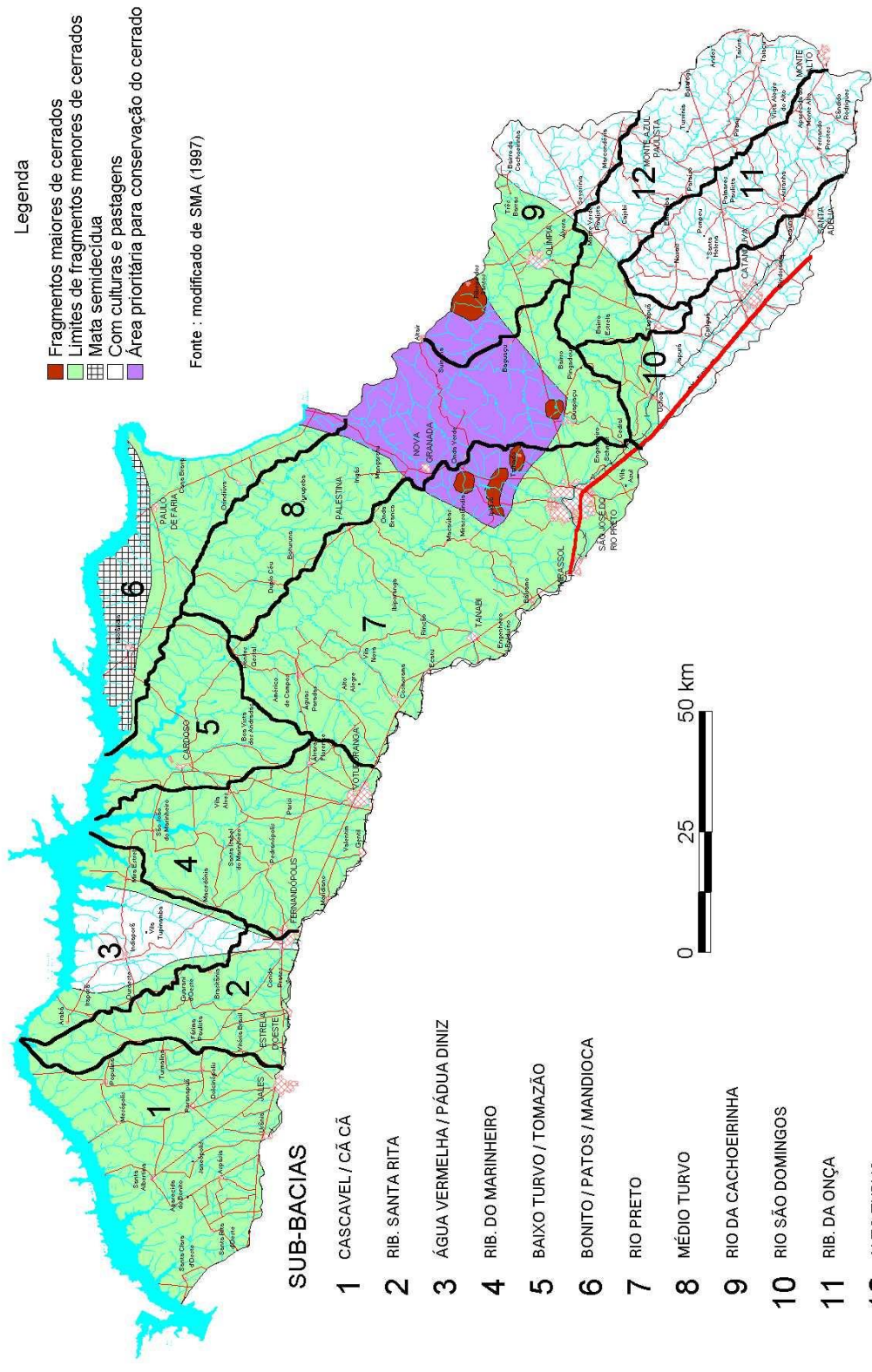


FIGURA 5.1 - Dominância vegetal



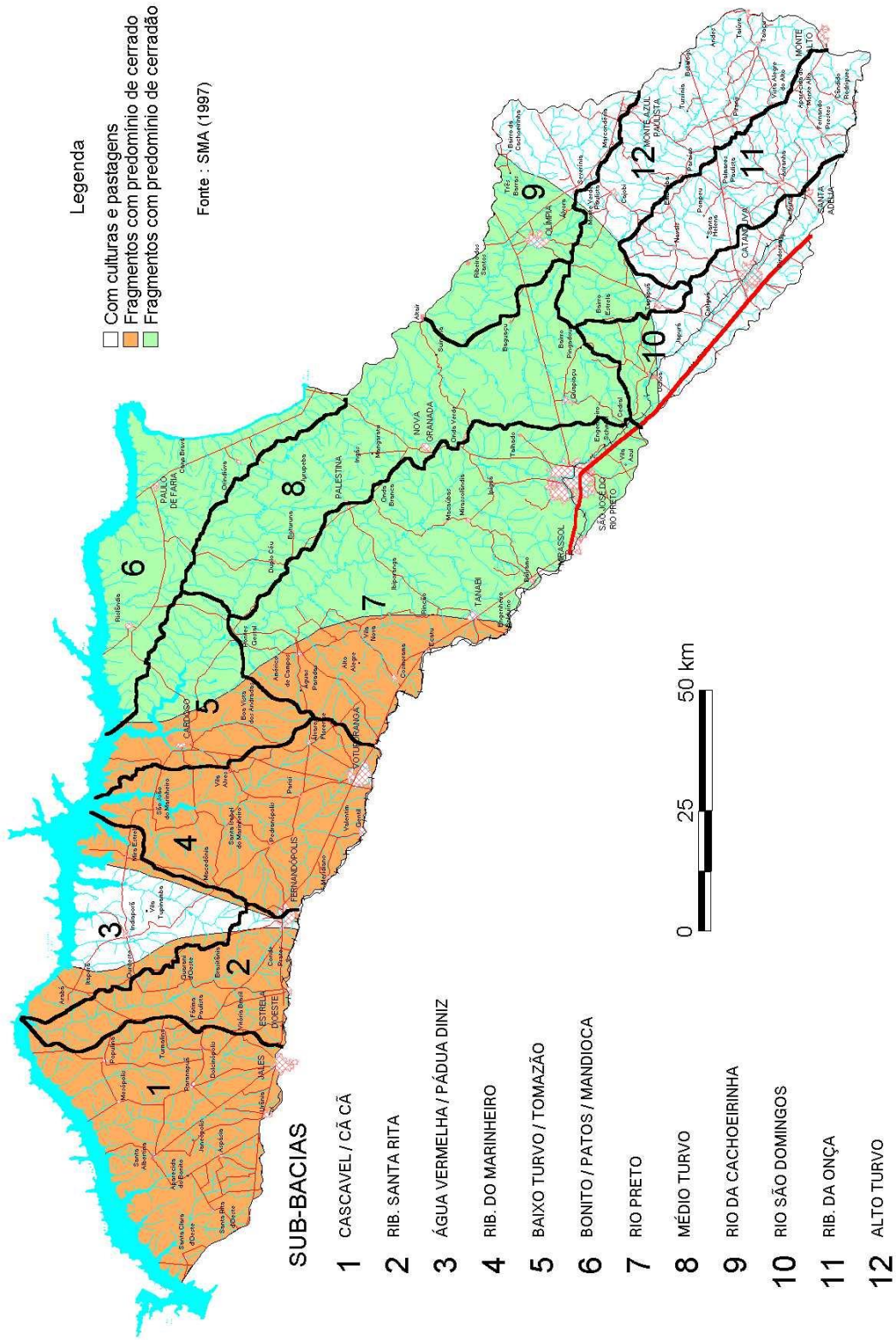
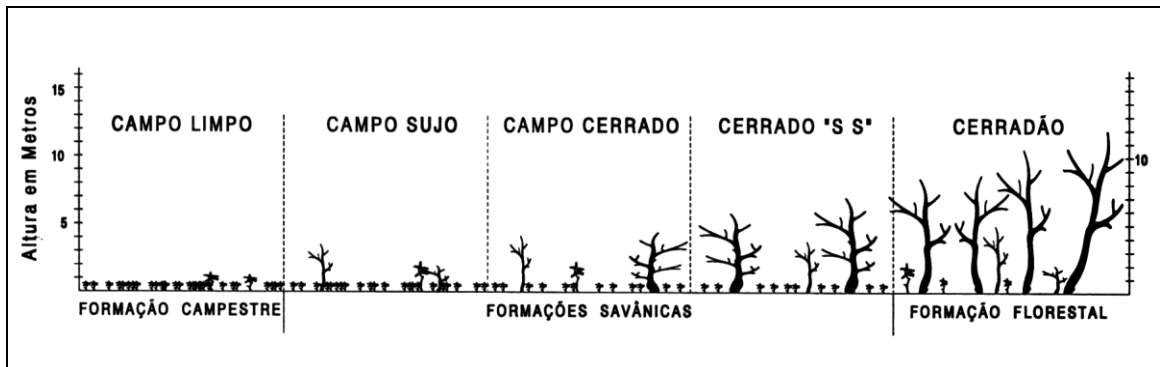


FIGURA 5.2 - Relação entre as áreas de cerrados e cerradões

A distribuição e o predomínio de fragmentos dos cerradões na área enfocada são mostrados na FIGURA 5.2. Maiores dados sobre os cerrados podem ser obtidos através da Série PROBIO/SP (1997, *in* SMA 1997a).



**FIGURA 5.3 - Distinção entre as fisionomias dos cerrados e cerradões (adaptado de COUTINHO 1978).**

### 5.2.3 Principais espécies cultivadas

Conforme destacado pela EMBRAPA (1975, *apud* FERRI, 1977), o cerrado, com sua topografia em geral conveniente à mecanização extensiva, com solos de excelentes qualidades físicas, e com regime pluviométrico favorável durante grande parte do ano, apresenta potencial demasiado grande para o desenvolvimento da agricultura, da pecuária e da silvicultura.

A partir dos motivos expostos, a análise da ocupação humana, na área estudada, revela a presença extensiva de atividades agrícolas e de reflorestamentos.

Com base nos levantamentos realizados por PINO *et al.* (1997), as principais espécies cultivadas na região são mostradas no ANEXO B.

### 5.2.4 Mata semidecídua

A noroeste da Estação Ecológica Paulo de Faria, na porção nordeste da UGRHI (FIGURA 5.1), ocorrem fragmentos de mata semidecídua, de grande importância para a preservação das espécies animais.

As matas semidecíduas são caracteristicamente sazonais, com um período de perdas de folhas que, em geral, vai de abril a setembro, correspondente à época mais fria e seca do ano.

Trata-se de um tipo de formação vegetal razoavelmente bem estudado, em particular no Estado de São Paulo, onde, na última década, foram desenvolvidos vários estudos florísticos e fitossociológicos.

No geral, representam matas de diversidade florística alta, com algumas famílias caracteristicamente bem representadas, a saber: Leguminosae (*sensu* amplo), Rutaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Lauraceae, Bignoniaceae e Apocinaceae, as quais apresentam um considerável número de espécies. Várias outras famílias também podem ocorrer, embora com poucas espécies: Anacardiaceae, Lecythidaceae, Myrsinaceae, Sapindaceae e Palmae.



Além das fisionomias características das áreas bem preservadas, existem áreas extensas que exibem fisionomias bem diferentes, em função principalmente da ocorrência esporádica de queimadas. Essas áreas exibem estágios de sucessão variados. Tais estágios vão desde queimadas recentes, quando a fisionomia da vegetação mostra abundância de plantas herbáceas, gramíneas, um considerável elenco de lianas, algumas árvores que resistiram à ação do fogo e algumas espécies arbóreas com características de pioneirismo como: *Trema micrantha*, *Cecropia pachystachya*, *Acacia polyphylla*, *Piptadenia gonoacantha*, *Tibouchina sellowiana*, *Piper amalago*, *Sessea brasiliensis*, *Solanum inaequale*, *Solanum swartzianum*, *Celtis iguanae*, e *Aegiphila sellowiana*.

### **5.3 Fauna**

A fauna compreende o conjunto de animais próprios de uma região.

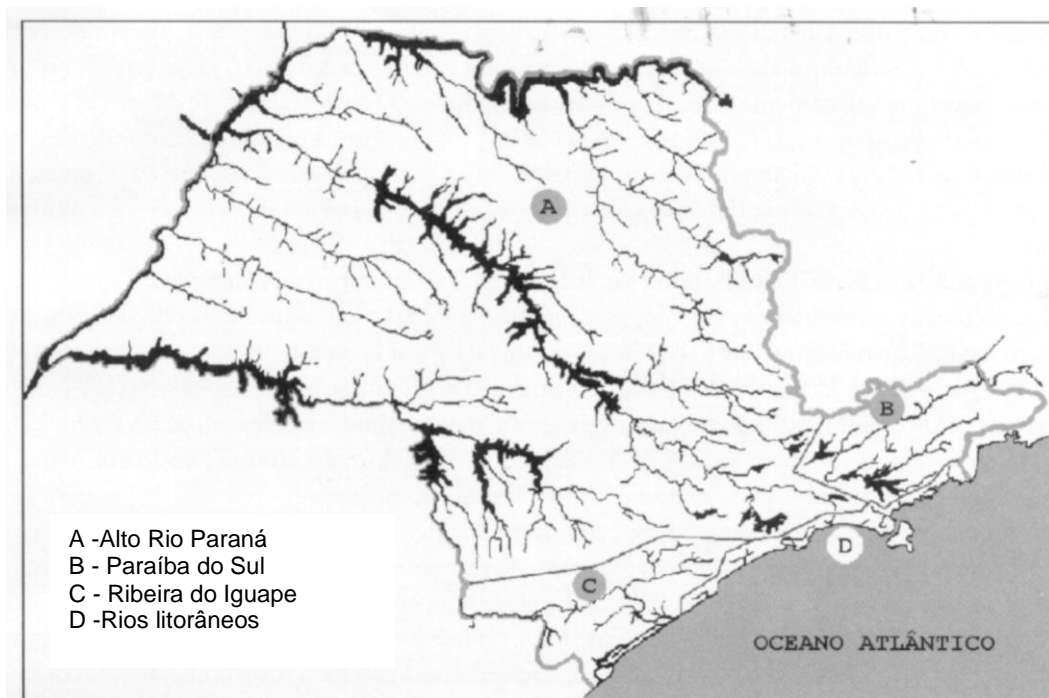
No tocante aos registros faunísticos, os dados são mais escassos ainda, em relação aos referentes à cobertura vegetal. Destacam-se os vertebrados, que possuem levantamentos e estudos mais sistemáticos.

#### **5.3.1 Ictiofauna dulcícola**

Em relação à ictiofauna de água doce, a região ora estudada, segundo zoneamento realizado por CASTRO & MENEZES (1998, *in* JOLY & BICUDO 1998b), pertence ao complexo da bacia do alto Rio Paraná, englobando as bacias dos rios Grande e Paraná, componentes principais do Alto Paraná, conforme mostrado na FIGURA 5.4.

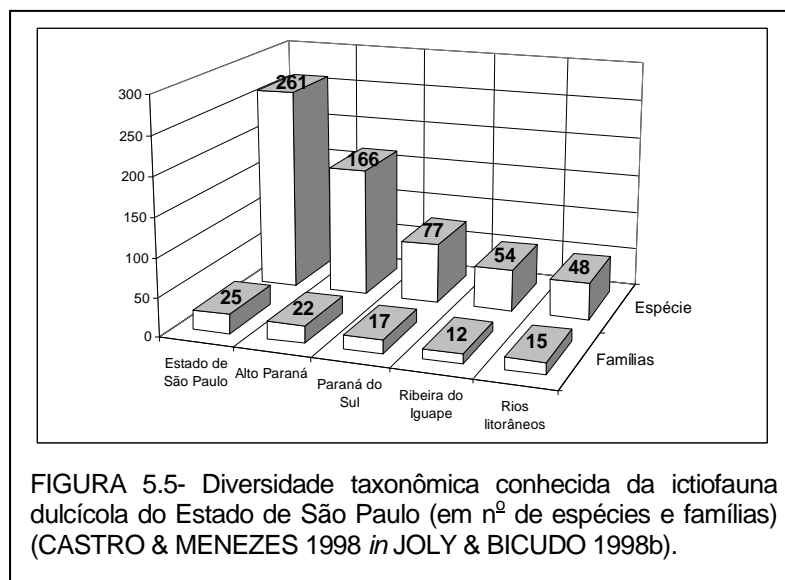
Os estudos sobre o tema, ainda incipientes, revelam para o conjunto dulcícola do Alto Paraná, a presença de 22 famílias e 166 espécies, ocupando o 1º lugar em diversidade biológica no Estado de São Paulo, segundo dados mostrados por CASTRO & MENEZES (*op.cit.*) e ilustrados na FIGURA 5.5.

No geral, a bacia do Alto Paraná exhibe, em seus canais fluviais principais, o predomínio de espécies de peixes de porte médio a grande como os curimatás, piaparas, pintados e jaús, geralmente com ampla distribuição geográfica e significativa importância na pesca comercial e de subsistência. Associados a esses cursos de água, existe um enorme número de cabeceiras hidrográficas, habitadas principalmente por espécies de pequeno porte, com distribuição geográfica restrita, apresentando pouco ou nenhum valor comercial, e dependentes da vegetação ripária (vivente nas margens dos rios) para alimentação, reprodução e abrigo.



**FIGURA 5.4 - Principais bacias hidrográficas do Estado de São Paulo (segundo CASTRO & MENEZES, 1998 in JOLY & BICUDO 1998 b).**

Outrossim, é válido ressaltar que a ação humana, materializada na área pelo desmatamento e uso extensivo de fertilizantes e pesticidas associados à agropecuária mecanizada



**FIGURA 5.5- Diversidade taxonômica conhecida da ictiofauna dulcícola do Estado de São Paulo (em nº de espécies e famílias) (CASTRO & MENEZES 1998 in JOLY & BICUDO 1998b).**

extintas em nível local, não fossem as contínuas introduções de larvas artificialmente produzidas pelas companhias geradoras de energia elétrica.

Por outro lado, as espécies de peixes presentes nas cabeceiras hidrográficas são direta e imediatamente afetadas por quaisquer alterações nas imediações de seus cursos d'água.

Maiores dados sobre o tema podem ser obtidos em JOLY & BICUDO (1998b).

extensiva e à construção de barragens hidrelétricas, transformou as bacias hidrográficas regionais, incluindo a do Rio Turvo/Grande, em uma sucessão interconectada de grandes lagos artificiais. Tal fato tem acarretado inúmeras quebras na diversidade biológica ictiofaunística regional; como exemplo, pode ser citado o caso das diversas espécies de piracema, que estariam provavelmente

### 5.3.2 Répteis

Conforme salientado por MARQUES *et al.*, (1998, *in* JOLY & BICUDO 1998b), embora existam vários estudos taxonômicos, sobre répteis do Estado de São Paulo, pouco se conhece sobre os padrões de diversidade do grupo, tanto em nível de localidades, como em nível de associações biológicas.

Segundo os autores anteriormente citados, considerando-se a área do Estado, em relação à do país, a riqueza de espécies paulistas é elevada; tal fato pode ser explicado pela grande diversidade de ecossistemas, sendo os mais ricos em répteis os seguintes: as florestas ombrófilas densas, as florestas estacionais semi-decíduais e os cerrados.

Como se deduz, a área ora estudada possui fragmentos de cerrados, que devem possuir riqueza em répteis, porém com o carência de estudos sistemáticos.

Os autores anteriormente citados (MARQUES *et al.*, *op. cit*) salientam que em algumas fisionomias do cerrado ocorrem, por exemplo, as seguintes espécies: os lagartos *Micrablepharus atticolus* e *Tropidurus itambere* e as serpentes *Waglerophis merremi* e *Crotalus durissus*; em formações mais densas como cerradões e florestas estacionais semi-decíduais, foram reconhecidos o lagarto *Urostrophus vautierii* e a serpente *Taeniophallus occipitalis*.

### 5.3.3 Mamíferos

A fauna de mamíferos do Estado de São Paulo contém frações de diversas outras mastofaunas distintas do Brasil, conforme mostrado por VIVO (1998, *in* JOLY & BICUDO 1998b). Na região ora enfocada, ocorre o predomínio de componentes faunísticos próprios do Brasil central, incluindo, por exemplo:

- *Callithrix penicillata* (sagüi)
- *Alouatta caraya* (macaco bugio)
- *Chrysocyon brachyurus* (guará, lobo-guará)
- *Clyomys* (rato de espinhos)

Os sagüis representam primatas de distribuição restrita aos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

São animais diversos, mais ativos nas primeiras horas da manhã e no final da tarde. Alimentam-se principalmente de frutos, insetos e goma obtida pela perfuração da casca de árvores.

Os bugios, por sua vez, estão entre os maiores primatas neotropicais, podendo atingir até 9 kg de peso. De hábitos arborícolas, locomovem-se lentamente com auxílio de sua cauda prênsil, nos ramos mais altos das árvores, raramente descendo ao solo. Vivem em pequenos grupos sociais de indivíduos de ambos os sexos e várias idades, chefiados por um macho adulto. Estão mais ativos ao crepúsculo e durante as primeiras horas da manhã. Emitem vocalizações

muito potentes, que podem ser assustadoras, para quem não as conhece, e que são ouvidas a longas distâncias. Alimentam-se basicamente de folhas e frutos verdes ou maduros.

No tocante aos levantamentos já realizados, a Bacia do Turvo/Grande, representando o norte e nordeste do Estado, é razoavelmente amostrada para morcegos, e em menor grau, para pequenos mamíferos em geral. Daí, não se conhecer ainda a composição faunística total, nem suas relações com os ecossistemas.

#### 5.3.4 Aves

Conforme salienta SILVA (1998, *in* JOLY & BICUDO 1998b), as aves são tradicionalmente um dos grupos mais bem estudados de vertebrados, em função principalmente de seus hábitos diversos e conspícuos, comunicação sonora e ocupação de hábitos variados, sem falar na capacidade de vôo, atributo que tem despertado fascínio nos homens.

A diversidade ambiental do Estado de São Paulo, com relevo e tipos distintos de vegetação, é a responsável por 750 espécies de aves registradas em território paulista, que representam aproximadamente 45% das espécies da avifauna brasileira.

Na área da Bacia do Turvo/Grande, a maior riqueza específica de aves deve ser encontrada nas áreas de matas semidecíduas, e nos fragmentos dos cerrados e cerradões.

Nas áreas remanescentes das matas semidecíduas, os estudos efetuados recentemente vêm demonstrando que não existe um padrão uniforme na composição específica da avifauna devido, talvez, à ação conjunta de fatores históricos, climáticos e de processos estocásticos (cálculo das probabilidades aos números obtidos pela estatística), que levaram à fixação de algumas espécies e à eliminação de outras. O efeito da fragmentação desse ecossistema sobre a sua avifauna pode também refletir nas associações ornitológicas presentes.

Sabe-se hoje que, nessas áreas, o número aproximado de espécies é de 248, representando cerca de 33,6% do total geral paulista.

Nos cerradões (savana florestada), o número registrado é de 86 espécies, refletindo 11,6% do total, enquanto os cerrados exibem cerca de 150 espécies, materializando 20,3% do total de espécies avifaunísticas do Estado de São Paulo.

Em relação às espécies presentes nos cerrados, embora muitas delas sejam freqüentes em outros ambientes, cerca de 30 são restritas ao cerrado *sensu lato* (incluindo campo cerrado, campo limpo e campo sujo).

Surpreendentemente, quase um quarto da avifauna paulista ocorre também em ambientes profundamente modificados pelo homem, como áreas de uso agropecuário, reflorestamentos, represamentos ou mesmo no interior das cidades.

Dentre as poucas espécies que provocam danos econômicos a *pomba-avoante* (*Zenaida auriculata*) tem sido uma preocupação para os plantadores de soja do vale do Rio Paraná.

A formação de grandes colônias nessa região provavelmente é consequência do desequilíbrio ambiental, que se seguiu à implantação de extensas monoculturas.

Outro aspecto a ser destacado nos estudos ornitológicos refere-se ao conjunto de táxons “provavelmente extintos” ou “criticamente em perigo”; a maior parte dessas espécies ocorre em hábitos “interioranos”, tais como matas mesófilas, cerrados e cerradões, ambientes presentes na bacia hidrográfica ora estudada.

Os demais grupos faunísticos possuem escassos levantamentos na bibliografia especializada, e por este motivo não foram considerados na presente análise.

Finalmente, vale ressaltar que do ponto de vista faunístico, a área exibe excelente ambiente para a preservação da espécie *Crax fasciolata* (mutum) através da presença da mata semidecídua, conforme mostrado na FIGURA 5.6.

Destaca-se também áreas com fragmentos significativos da fauna dos cerrados, e/ou com singularidade ecológica (FIGURA 5.6). Entende-se por singularidade ecológica áreas com atributos de meio físico-biótico únicos, não ocorrentes em outros remanescentes.

#### **5.4 Biodiversidade e o Manejo das Bacias Hidrográficas**

O ciclo hidrológico pode ser imaginado como uma série de **armazenagens** (“depósitos”) de água ligada por **transferências**, conforme sugerido por DREW (1986), e esquematizado na FIGURA 5.7.

Sob tal ótica, o ciclo hidrológico pode ser encarado como um sistema de tubulação, através do qual a água escoia constantemente em direção ao ponto inferior do sistema, que é representado pelos oceanos. As várias saídas laterais permitem seu escape, por meio da evapotranspiração (em vapor), diretamente para a atmosfera.

Os vários retângulos da referida figura podem ser interpretados como **armazenagens**, que poderiam ser subdivididos em unidades interligadas menores. Podem ainda ocorrer as realimentações.

O trajeto seguido pela água, através do sistema de tubulação, desde o ponto de entrada, ou seja, a **precipitação pluvial**, varia de lugar para lugar na superfície terrestre, dependendo da natureza do solo e do clima. Por outro lado, a distribuição da água, em qualquer região, muda com o tempo.

A FIGURA 5.8 ilustra alguns trajetos fluviais, dentro de uma mesma bacia. As áreas pontilhadas do referido fluxograma representam as **armazenagens** segundo a proporção da entrada total de água, a partir da precipitação. A espessura das linhas de transferência é proporcional à importância dos vários mecanismos de transferência.

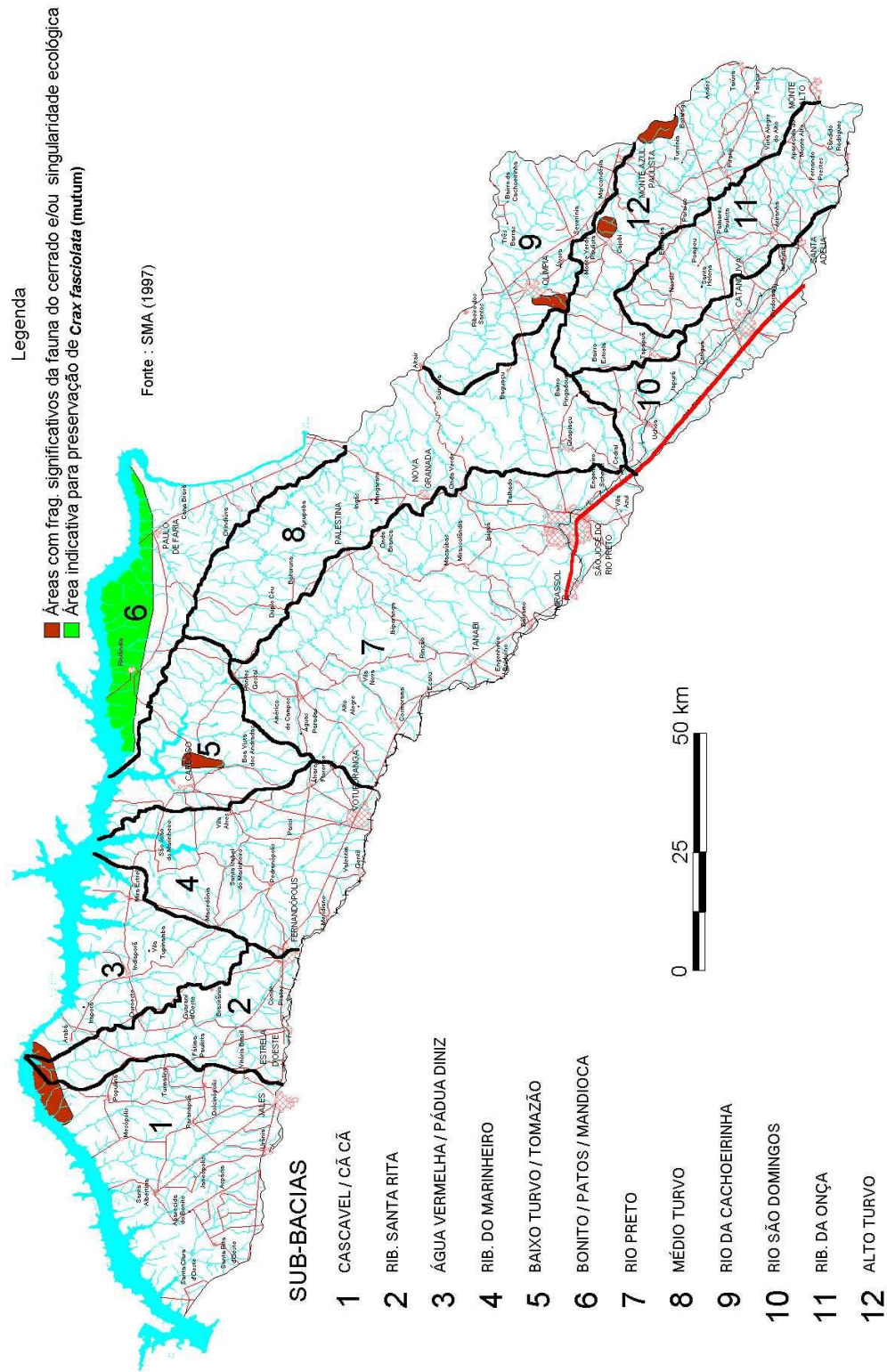
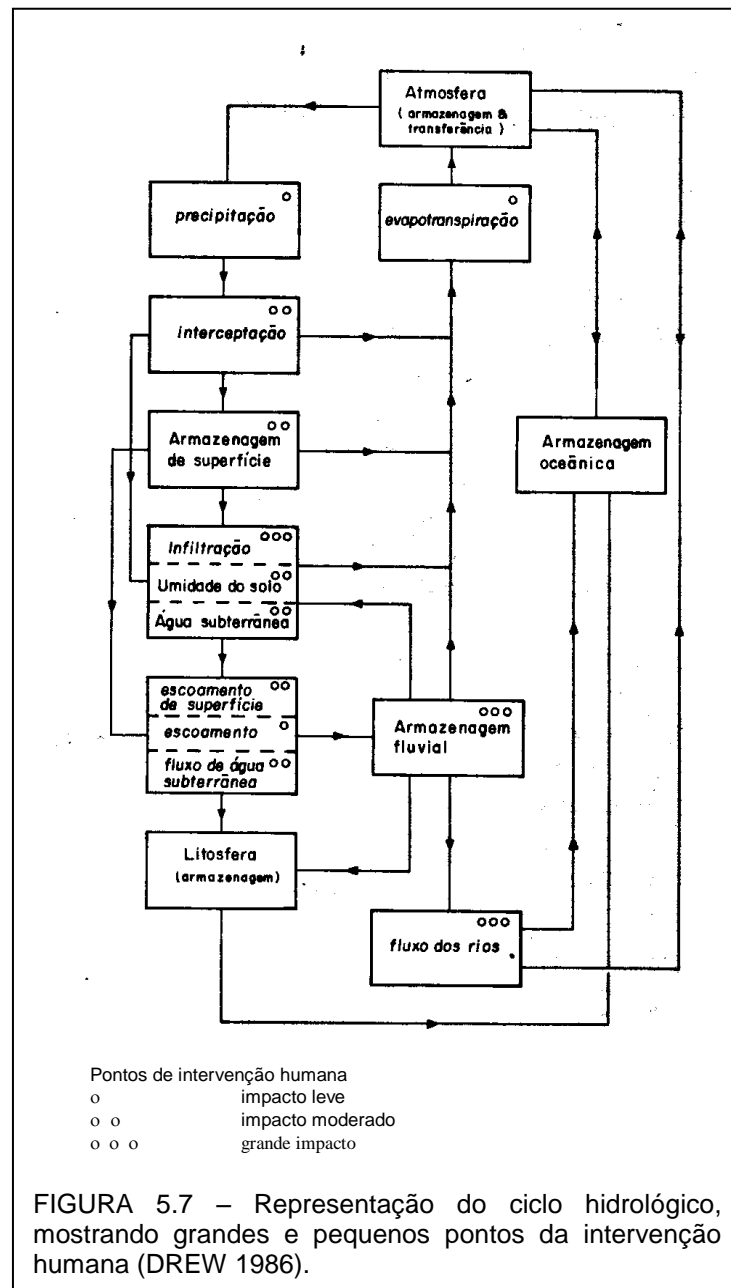


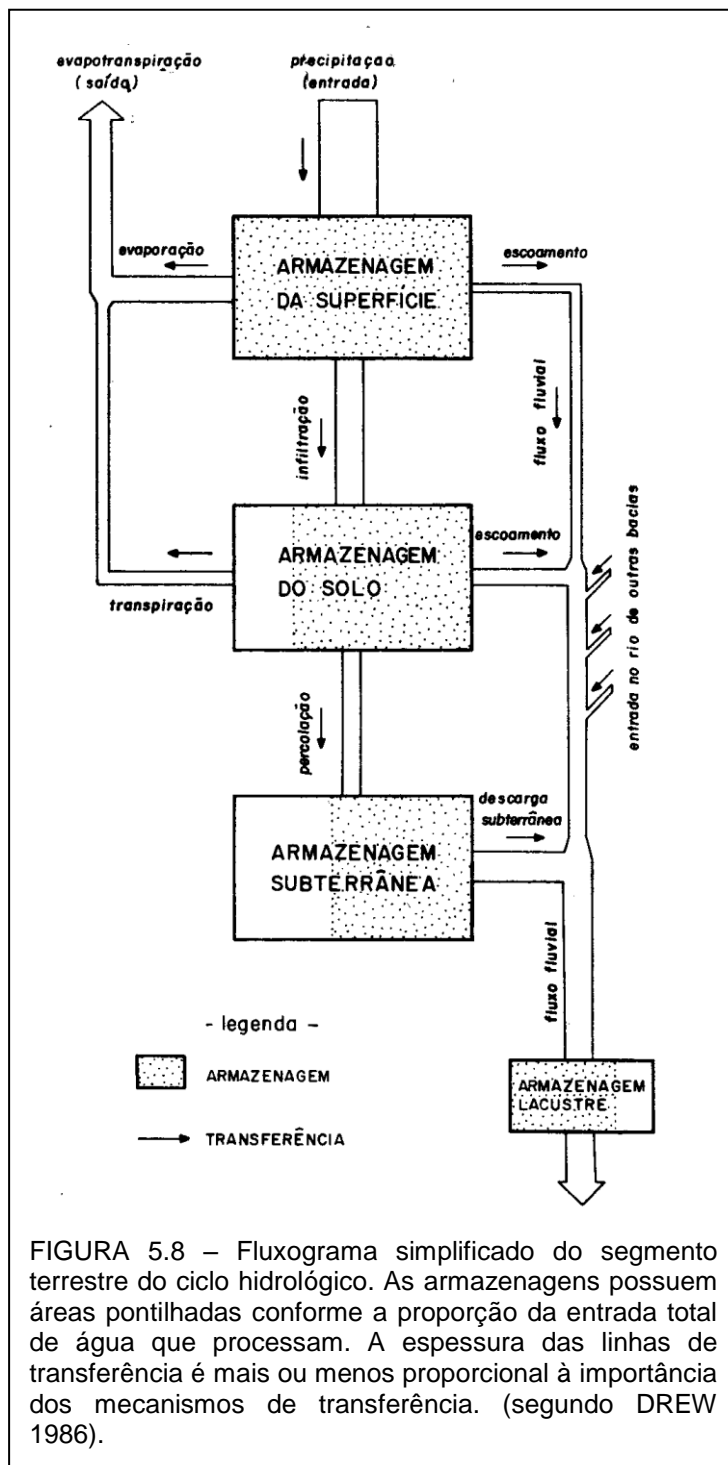
FIGURA 5.6- Áreas prioritárias para conservação da fauna

O modelo do fluxograma apresentado baseia-se numa bacia hidrográfica de porte médio, sob utilização agrícola. E o ciclo hidrológico está sendo considerado como um **sistema aberto**, ou seja, um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia, e funcionando como uma unidade. Trata-se de um sistema aberto, porque recebe energia do exterior, e devolve energia, através da evapotranspiração.



Dentro do contexto adotado, a **biodiversidade**, e mais especificamente, a **cobertura vegetal** (flora), desempenha importante papel na distribuição da água, a saber:

a) a interceptação da chuva pelas folhas das plantas, com a provável re-evaporação de alguma parcela da água, varia de acordo com a densidade da vegetação e com as diferentes espécies vegetais. Assim, uma cultura de cereais, com estrutura fisionômica predominantemente



vertical, intercepta menos água do que uma plantação de batatas, que possui estrutura horizontal, espalhada pelo solo, portando folhas largas. Da mesma forma, uma floresta tende a interceptar mais água que as terras cultivadas ou as pastagens;

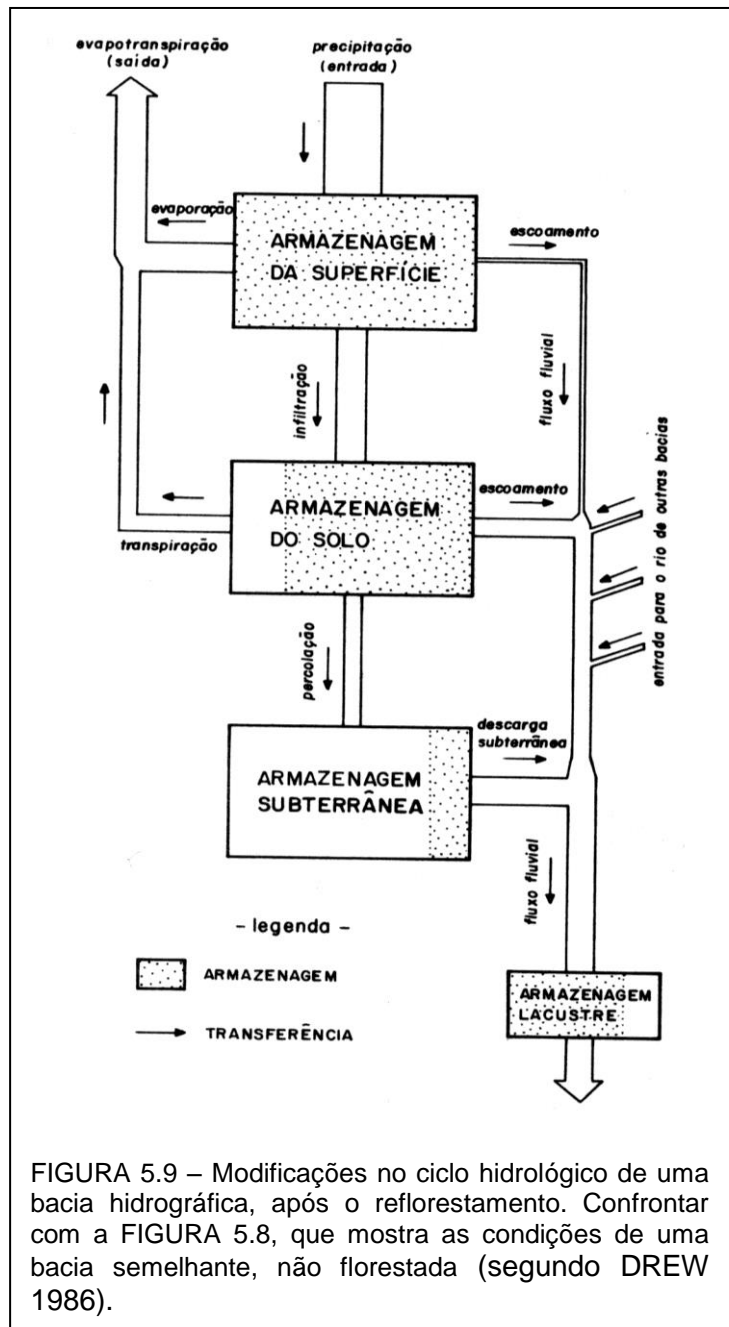
b) o *desmatamento* ou o *reflorestamento* normalmente exercem considerável efeito nas perdas de água. A retirada da cobertura arbórea, a curto prazo, reduz a perda de água do solo por transpiração, graças à subtração das raízes profundas das árvores. Tal fato também provoca menor interceptação da água de precipitação pluviométrica, assim como resulta em maior escoamento das águas na superfície dos terrenos, visto que a antiga manta amortecedora de folhas caídas foi substituída pela terra nua. Desta forma, pode-se admitir o aumento do fluxo direto da água para os rios. A FIGURA 5.9 ilustra tais efeitos.

É válido o registro de que o aumento do total de água que flui por meio dos rios não representa o único efeito hidrológico causado pelos

desmatamentos; também aumenta o ritmo e o volume da água de escoamento para o rio. Na FIGURA 5.10, percebe-se a descarga dos rios (hidrogramas) resultante de aguaceiros, em bacias semelhantes. Os três hidrogramas representam a água de escoamento em três tipos diferentes de usos dos solos, a saber: em áreas com florestas nativas (naturais), em áreas com florestas regeneradas após desmatamento, e em áreas dedicadas à agricultura (parte com lavoura e parte com pastagens). A bacia de drenagem com lavoura reage prontamente à precipitação pluviométrica e produz um fluxo fluvial muito maior. A bacia ocupada por floresta natural, por sua



vez, processa de modo muito diferente a mesma entrada de água, pois a descarga do rio aumenta lentamente, após o aguaceiro, atingindo seu fluxo máximo em nível inferior;



c) o reflorestamento reduz o volume do fluxo d'água, proveniente da precipitação pluviométrica, e que se transfere pelos sucessivos estágios do ciclo hidrológico. Particularmente nos trópicos, têm-se feito tentativas para reduzir as perdas de água por transpiração sem mexer no tipo de vegetação. A pulverização da superfície das folhas com substâncias como atrozina tem diminuído as perdas de água em até 50%, por curtos períodos e em espaços reduzidos.

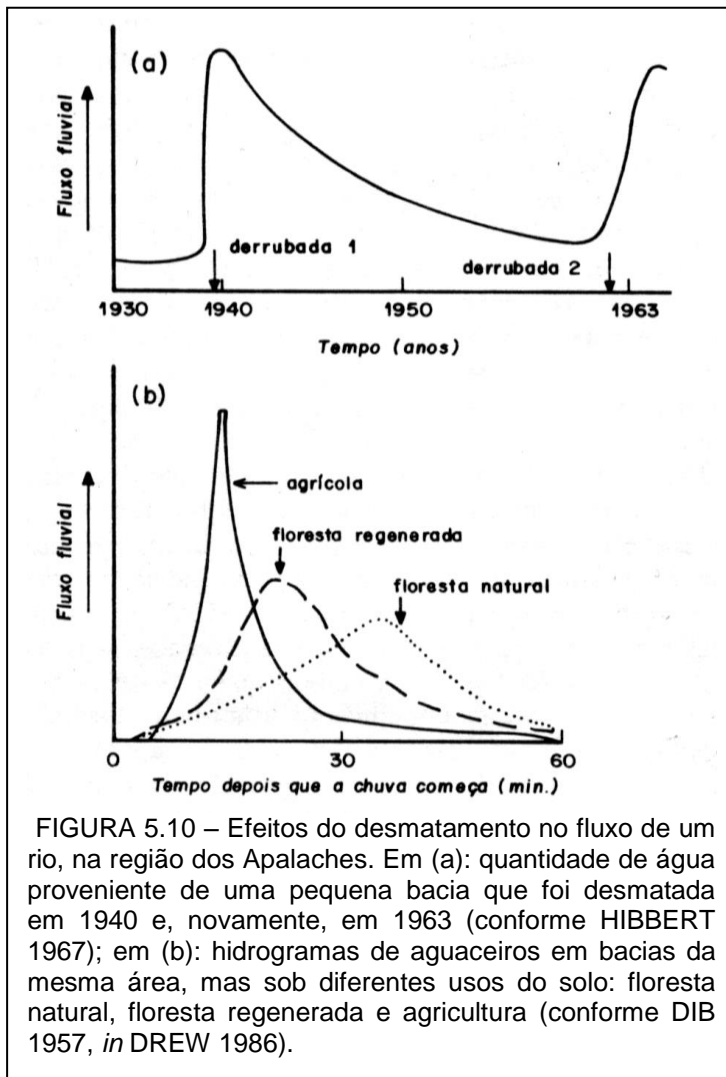
As modificações no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, após o reflorestamento é mostrada na FIGURA 5.9, quando comparadas com as condições de uma bacia semelhante, não florestada (FIGURA 5.8).

Outro dado a ser considerado no manejo das bacias hidrográficas, frente à biodiversidade, refere-se ao ciclo dos nutrientes minerais no solo.

Na FIGURA 5.11 observa-se um modelo simplificado do ciclo mineral, quando os minerais são absorvidos do

solo pelas plantas. Desta forma, incorporam-se ao tecido vegetal, retornam à superfície como **restolho** (parte de restos vegetais ou palha que fica no campo após a colheita) e voltam ao solo via decomposição e lixiviação. Sob esta ótica, é enfocado como **sistema fechado**, sem ganhos nem perdas para o meio em geral.

A FIGURA 5.12 mostra o ciclo de nutrientes minerais, formulado como um **sistema aberto** (segundo GERSMEHL 1976, *apud* DREW 1986), onde ocorrem trocas com o meio externo em que se insere. A ação atmosférica, a precipitação pluvial, o transporte de terra e os fertilizantes



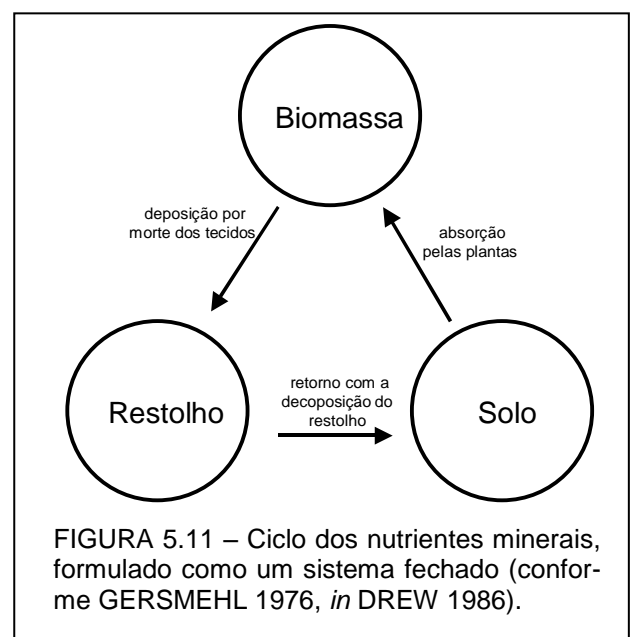
artificiais são entradas externas; a lixiviação, a água de escoamento e as colheitas, as saídas do sistema.

A taxa de transferência interna de nutrientes, assim como a externa dependem da umidade, da temperatura e da quantidade e tipos de organismos presentes. Tais fatores funcionam como válvulas de segurança nas trocas entre os depósitos ou acumuladores do sistema (FIGURA 5.13).

Em condições ambientais estáveis, a atividade dos ciclos minerais torna-se equilibrada, com as entradas e saídas estreitamente equiparadas, proporcionando alto grau de conservação interna da massa e da energia. No entanto, qualquer alteração no ambiente desestabiliza o sistema, numa amplitude que depende do grau de modificação imposta. Por exemplo, a remoção da cobertura vegetal de certa

área acarreta a redução abrupta da transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa, assim como do volume acumulado de biomassa. A água, agora desnecessária para a transpiração, removerá mais nutrientes do solo por lixiviação e escoamento, ao mesmo tempo que aumentará o aporte de águas pluviais ao solo, devido à falta de interceptação das copas das árvores.

A FIGURA 5.14 exemplifica a operação do ciclo dos nutrientes minerais em duas regiões: florestas decíduais e cerrados (biomas presentes na UGRHI 15). A grandeza das armazenagens de nutrientes é proporcional às quantidades absolutas e relativas dos nutrientes



armazenados. A espessura das setas de transferência é proporcional à quantidade de nutrientes transferidos.

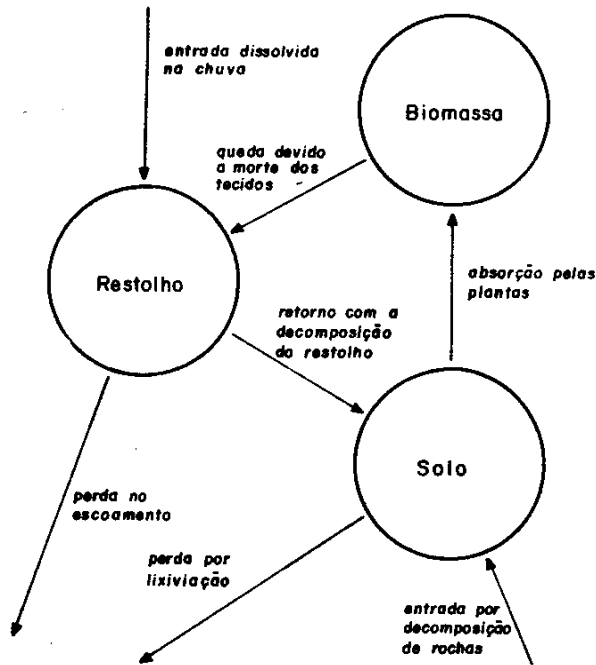


FIGURA 5.12 – O ciclo de nutrientes minerais formulado como um sistema aberto (conforme GERSMEHL 1976, *apud* DREW, 1986).

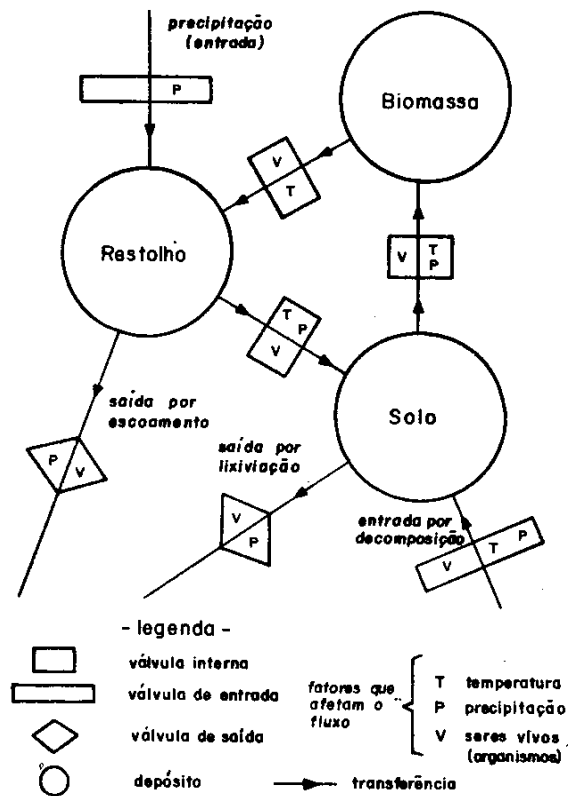


FIGURA 5.13 – Válvulas de controle sobre mecanismo de transferência do ciclo de nutrientes minerais (conforme GERSMEHL 1976, *apud* DREW 1986).

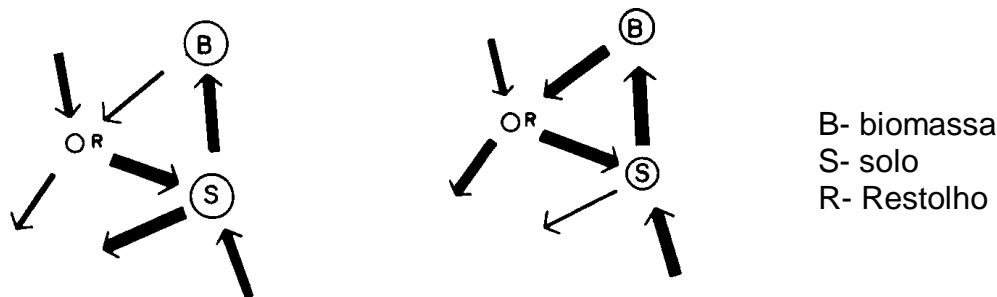


FIGURA 5.14 - Operação do ciclo de nutrientes nas regiões de floresta semidecídua, a esquerda, e cerrados, a direita (DREW 1986).

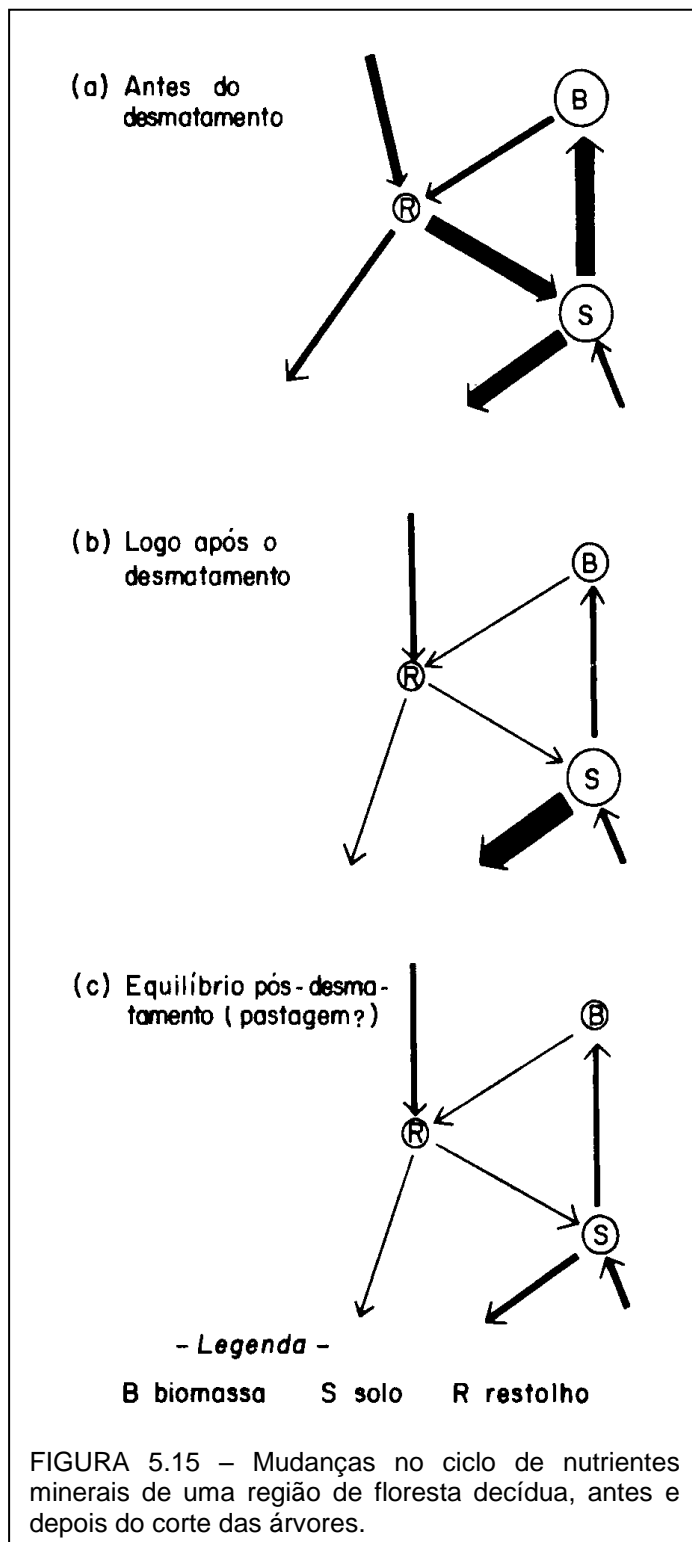
Mudanças no ciclo de nutrientes minerais em uma região de floresta semidecídua podem ser visualizadas na FIGURA 5.15, causando **pontos de interferências** no sistema global.

Aplicando-se as considerações anteriormente emitidas para área da UGRHI-15, podem ser evocados os seguintes fatos:

- a) a presença de terras cultivadas e de pastagens, aliada aos desmatamentos, pressupõe a redução da perda da água do solo por transpiração devido, principalmente, à retirada das raízes profundas da cobertura vegetal arbórea outrora existente; dessa forma, é possível se esperar um maior escoamento das águas na superfície terrestre, provocando um aumento do fluxo das águas para os rios e, conseqüentemente, um incremento no nível das atividades de erosão nos terrenos;
- b) o grande predomínio do cultivo da cana de açúcar, na área estudada, exibindo uma estrutura fisionômica vertical, pressupõe menor taxa de interceptação da água pluvial pelas suas folhas alongadas, acarretando o aumento de aporte de água ao solo e a conseqüente remoção de maior quantidade de nutrientes do solo por lixiviação e escoamento;
- c) a remoção da cobertura vegetal primária da área da Bacia do Turvo/Grande deve ter reduzido a transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa, bem como reduzido também o próprio volume acumulado de biomassa. Tal tipo de interferência alterará significativamente o ciclo de nutrientes minerais, afetando não apenas as condições do solo e da vegetação existentes, mas, por via deles, o clima local, a operação de parte do ciclo hidrológico, e a carga de sedimentos e de material em solução dos rios.

Paralelamente, a existência de cerrados e cerradões em áreas da UGRHI conduz às seguintes reflexões:

- a) os solos das áreas portadoras de cerrados e cerradões são conhecidos pela sua acentuada pobreza em cálcio, magnésio, enxofre, zinco, boro e molibdênio; são muito ácidos e exibem baixo teor de matéria orgânica. No entanto, apresentam fixação de fósforo em grau relativamente alto, bem como baixa ou moderada retenção de água. Na quase totalidade dos cerrados, o balanço hídrico é deficitário nos meses de abril a setembro (SOUZA *et al.* 1977, *in* FERRI 1977);
- b) as reservas de água nos solos, em geral com 20 m ou mais de profundidade, devem corresponder às precipitações médias de 3 (três) anos;



c) 1 (um) metro abaixo da superfície, os teores médios de umidade, em percentagem de peso de solo seco, são elevados mesmo durante a estação seca (9,4%); a partir desse nível os valores sobem muito, chegando a cerca de 40%, a 17 metros, em camadas próximas do lençol freático;

d) a pecuária de corte é uma das principais atividades econômicas nos cerrados e tende a aumentar sua importância na economia geral da região;

e) como aspectos positivos dessas áreas, ressaltam-se suas boas condições para agricultura, topografia que facilita a mecanização, proximidades de grandes centros urbanos, boa infraestrutura de transporte e comunicações;

f) tais áreas, quando devastadas, podem ser utilizadas para plantio de mandioca (**Manihot esculenta**), como já vem sendo empregada na região, como lavoura de subsistência, integrando sistemas multiculturais.

O manejo integrado da área da UGRHI deve considerar as várias Unidades de Conservação Ambiental (FIGURA 5.16) e outros parâmetros do meio físico, aliados à ocupação humana. Esta ocupação é traduzida pela pressão antrópica, materializada pelos

assentamentos humanos, pelas redes viárias, e pelos vetores de expansão urbana.

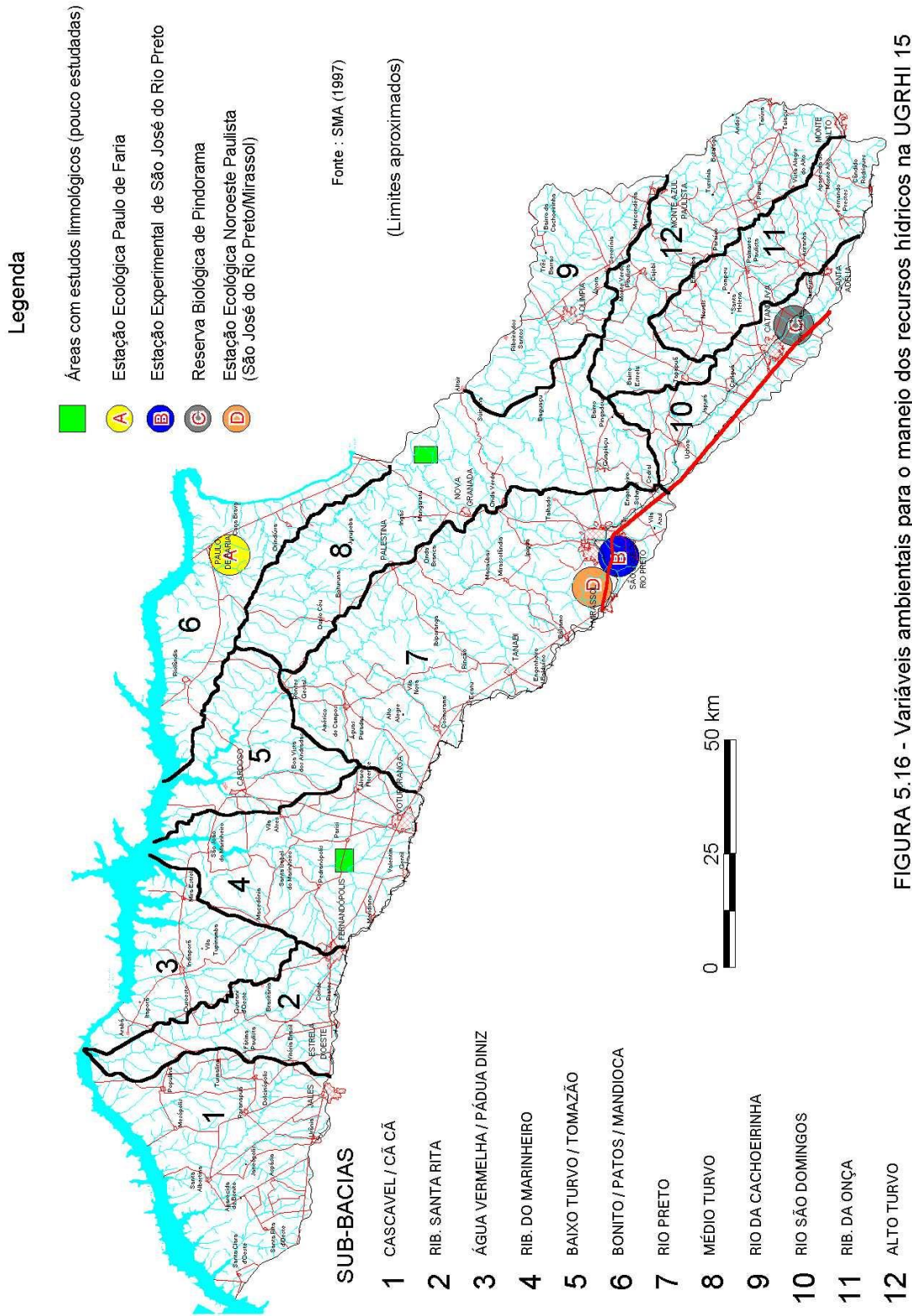


FIGURA 5.16 - Variáveis ambientais para o manejo dos recursos hídricos na UGRHI 15