

## 12 SÍNTESE DOS RESULTADOS OBTIDOS E RECOMENDAÇÕES

O diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos da Bacia do Tietê-Jacaré foi essencialmente realizado seguindo-se o roteiro metodológico proposto pelo CORHI, agregando-se algumas adaptações consideradas necessárias pela equipe executora para a coleta, tratamento e análise de dados.

Os trabalhos realizados resultaram na obtenção e organização de importante acervo de dados e informações sobre a UGRHI.

Além disso, e com o objetivo de facilitar futuros trabalhos sobre temas mais específicos e relacionados com a área de recursos hídricos, foi efetuada pesquisa bibliográfica no *Catálogo On Line Global - Dedalus*, no site da Universidade de São Paulo, com a utilização de palavras-chave relacionadas à Bacia do Tietê-Jacaré. No ANEXO G do VOLUME 2, apresentam-se os critérios adotados, assim como a relação de títulos obtidos.

Apresenta-se, a seguir, a síntese dos resultados obtidos, o conjunto das principais conclusões e as respectivas recomendações necessárias para o aprofundamento do conhecimento, bem como os elementos necessários para intervir nos problemas constatados, os quais deverão ser detalhados no Plano da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré. Optou-se por organizá-las no formato de blocos, procurando sempre ter em vista as inter-relações existentes entre os diversos aspectos considerados. O DESENHO 21 apresenta a espacialização da síntese de vários aspectos relativos à situação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Vale salientar que todas as recomendações ora efetuadas foram norteadas e inseridas no conjunto de Programas de Duração Continuada, tal como preconizados na Política Estadual de Recursos Hídricos. Acredita-se que as formulações das propostas deverão ser detalhadas no Plano da Bacia.

### 12.1 Meio Físico

Foram estudados aspectos do meio físico relacionados à geologia, geomorfologia, pedologia e clima.

#### 12.1.1 Arcabouço Geológico

A área da UGRHI-TJ está situada na borda nordeste da Bacia do Paraná, nela ocorrendo as unidades do topo desta Bacia, representadas pelas rochas do Grupo São Bento (formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral), de idade mesozóica.

Completam o quadro sedimentar da área da UGRHI-TJ as unidades da Bacia Bauru (formações Vale do Rio do Peixe – equivalente à Adamantina, de IPT (1981b) e Marília) e as coberturas cenozóicas representadas pelos sedimentos da Formação Itaqueri, coberturas da Serra de São Carlos e similares, e os depósitos aluvionares.

As rochas do Grupo São Bento que ocorrem na área da UGRHI-TJ apresentam interesse direto aos seus recursos hídricos, ocupando mais da metade de sua extensão territorial. As duas unidades da porção inferior, formações Pirambóia e Botucatu, constituem-se de sedimentos continentais predominantemente arenosos, enquanto que a porção superior é representada pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral.

Por tratar-se de camadas areníticas que ocorrem conjugadas, sem a presença de obstáculos que promovam a interceptação da movimentação da água entre as mesmas, as formações Pirambóia e Botucatu constituem um sistema aquífero único e de importância continental, hoje denominado de Aquífero Guarani, em homenagem ao povo indígena que habitou a região, a qual foi proposta pelo geólogo uruguaio Danilo Anton (segundo ROCHA, 1996).

Os arenitos das formações Pirambóia e Botucatu ocupam mais de 50% da área das sub-bacias 6 (Alto Jacaré-Guaçu), 7 (Baixo-Médio Jacaré-Pepira) e 8 (Alto Jacaré-Pepira), além de cobrir 42,6% da área da sub-bacia 5 (Médio Jacaré-Guaçu) e 34% da área da sub-bacia 4 (Baixo Jacaré-Guaçu), onde constitui-se em aquífero livre. Como aquífero confinado, ocorre em mais da metade da área da UGRHI, sob as unidades das formações Serra Geral, Vale do Rio do Peixe, Marília e Itaqueri.

A Formação Serra Geral, por sua vez, constitui-se de sucessivos derrames basálticos, com espessuras individuais de até 50 m que, no conjunto, chega a alcançar espessura de 380 m na área da UGRHI-TJ (região de Jaú). Constitui-se na única unidade que ocorre, em superfície, em todas as sub-bacias da UGRHI-TJ, atingindo 56,3% na sub-bacia 2 (Rio Tietê/Rio Lençóis), 49,8% na sub-bacia 9 (Rio Jaú), 33% na sub-bacia 1 (Rio Tietê/Rio Claro) e entre 13,6% e 27,6% nas demais. Os basaltos ocorrem também em sub-superfície, sob as rochas das formações Vale do Rio do Peixe, Marília, Itaqueri e das coberturas cenozóicas.

Dado que a ocorrência mais significativa de água nas rochas da Formação Serra Geral está preponderantemente associada a descontinuidades, tais como juntas, fraturas e falhas, recomenda-se a aplicação de técnicas e metodologias que permitam caracterizar e cartografar o zoneamento do seu potencial armazenador e produtor de água, possibilitando a locação criteriosa de poços tubulares e melhor aproveitamento das suas potencialidades. Essas ações ou projetos deverão ser desenvolvidos no âmbito do **Programa de Duração Continuada nº 4 (PDC-04): "Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)".**

O aquífero Bauru, representado, na área da UGRHI-TJ, pelos sedimentos das formações Vale do Rio do Peixe e Marília, pertencentes ao Grupo Bauru da Bacia Bauru, ocupa toda a borda oeste-noroeste e porção norte da UGRHI-TJ, constituindo-se em aquífero livre e de grande importância para as comunidades nele situadas.

Na Formação Vale do Rio do Peixe predominam estratos com espessura inferior a um metro, de arenitos finos, maciços ou estratificados, intercalados por lamitos arenosos de aspecto maciço, com espessuras totais da ordem de pouco mais de 100 m na área da UGRHI-TJ. É a unidade geológica com maior área de exposição nesta UGRHI, ocupando mais de 50% da área

das sub-bacias 1 (Rio Tietê/Rio Claro), 3 (Rio Bauru) e 4 (Baixo Jacaré-Guaçu), além de 34,8% da área da sub-bacia 2 (Rio Tietê/Rio Lençóis), 18,2% da sub-bacia 5 (Médio Jacaré-Guaçu) e 8,9% da sub-bacia 7 (Baixo-Médio Jacaré-Pepira), não aparecendo nas outras três.

Já a Formação Marília, representada na área pelo Membro Echaporã, que constitui-se de estratos tabulares (espessura até pouco mais de 2 m) de arenitos de aspecto maciço, imaturos, finos a médios, com frações grossas, grânulos e níveis conglomeráticos, com cimentação e nódulos carbonáticos, ocorre apenas na porção sudoeste da área da UGRHI-TJ, ocupando 27,7% da área da sub-bacia 3 (Rio Bauru), 5,3% da sub-bacia 2 (Rio Tietê/Rio Lençóis), e apenas 0,5% da área da sub-bacia 1 (Rio Tietê/Rio Claro).

Foram admitidos também como Aquífero Bauru, por falta de melhores dados e mesmo de estudos mais detalhados, os sedimentos da Formação Itaqueri e as coberturas da Serra de São Carlos. A Formação Itaqueri abrange 50,2% da área da sub-bacia 9 (Rio Jaú), 30,5% da sub-bacia 8 (Alto Jacaré-Pepira) e 10,2% da sub-bacia 7 (Baixo-Médio Jacaré-Pepira), com porções quase insignificantes da área das sub-bacias 1, 2 e 6, enquanto que as coberturas da Serra de São Carlos aparecem apenas nas sub-bacias 6 (Alto Jacaré-Guaçu), com 13,7% da área, e 5 (Médio Jacaré-Guaçu), com 8,4%.

Assim sendo, recomenda-se que sejam efetuados estudos geológicos de detalhamento da distribuição geográfica e espacial dessas unidades, bem como da sua natureza e características, que permitam conhecer o papel desempenhado pelas mesmas em relação ao contexto hidrogeológico geral. Esses trabalhos deverão ser desenvolvidos no bojo do **Programa de Duração Continuada nº 4 “Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas” (PDAS)**.

### 12.1.2 Geomorfologia

A Bacia do Tietê-Jacaré estende-se por duas províncias Geomorfológicas: Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental Paulista, segundo a subdivisão geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT 1981b).

Em termos de Sistemas de Relevo, observa-se que nas sub-bacias que drenam a área de rochas sedimentares e vulcânicas da Bacia do Paraná na UGRHI, predominam as Colinas Amplas e Médias; subordinadamente, ocorrem áreas (faixas e manchas irregulares, em mapa) de Morros Amplos, Morrotes Alongados e Espigões e Morros Arredondados; áreas de Mesas Basálticas, Escarpas Festonadas e Vertentes Não Escarpadas com *Canions* Locais.

As Planícies Aluviais desenvolvem-se ao longo dos principais cursos d'água, como ocorre nos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira (aqueles depósitos outrora existentes ao longo do Rio Tietê encontram-se cobertos pelas águas dos reservatórios).

Os terrenos da área da UGRHI-TJ apresentam, em sua maioria, declividades baixas: cinco sub-bacias possuem mais de 50% de suas áreas com declividades ente 0 e 3% e, as outras 4 sub-bacias, mostram entre 40,7 e 49,7% de suas áreas nesta faixa de declividade. Todas as sub-bacias possuem declividade na classe de 3 a 6% em 22,4% a 32,8% de suas áreas, enquanto

que, na classe de 6 a 12% de declividade, tais sub-bacias apresentam porcentagens de suas áreas variando de 8,7% a 21,5%. Na classe de 12% a 20% de declividade aparecem as sub-bacias 8 (Alto Jacaré-Pepira), com 7 % de sua área, 6 (Alto Jacaré-Guaçu), com 5,3%, e as sub-bacias 5 (Médio Jacaré-Guaçu) e 7 (Baixo-Médio Jacaré-Pepira), com 3,9 e 3,2% de suas áreas, respectivamente. Com terrenos de declividade acima de 20%, apenas a sub-bacia 8 (Alto Jacaré-Pepira) apresenta 2,7% de sua área com tal declividade, com as demais não ultrapassando a casa de 1% de suas áreas nesta classe de declividade.

Assim sendo, pode-se concluir que, regionalmente, os terrenos da UGRHI não apresentam declividades predominantes, nas quais tendem a ocorrer escorregamentos naturais (declividades maiores que 30%); entretanto, observa-se que pequenas áreas das sub-bacias Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4), Médio Jacaré-Guaçu (nº 5), Alto Jacaré-Guaçu (nº 6), Baixo-Médio Jacaré-Pepira (nº 7) e Alto Jacaré-Pepira (nº 8) apresentam declividades em intervalos >20%, o que pode indicar a presença de áreas sujeitas a escorregamentos induzidos (valores acima de 25%).

O conjunto de informações sobre os aspectos geomorfológicos da UGRHI-TJ, hoje disponíveis em escala 1:1.000.000 e 1:500.000, carece de detalhamentos adequados que contemplem o aprofundamento do conhecimento de elementos do relevo, de fundamental importância para o gerenciamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, particularmente em relação à conservação do solo e desenvolvimento e proteção dos mananciais.

Nesse sentido, recomenda-se o desenvolvimento de estudos geomorfológicos na UGRHI, a partir daqueles ora apresentados, contemplando detalhamentos compatíveis com a escala 1:250.000, os quais deverão avançar na caracterização, delimitação e espacialização das unidades, formas, feições e outros elementos ou atributos de relevo, que possibilitem valorar suscetibilidades e fragilidades a eles associados.

Tais estudos deverão ser desenvolvidos no âmbito do **Programa de Duração Continuada nº 1 (PDC-01) - "Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)"**, constituindo-se em base de informações sobre o meio físico da Bacia, de grande utilidade para o planejamento de ações em outros PDC, particularmente naqueles voltados para a conservação do solo e desenvolvimento e proteção de mananciais, nos quais podem, desde já, ser previstos:

- **PDC-04 - Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)**

⇒ *desenvolver projeto de identificação de unidades de relevo favoráveis à infiltração de água que coincidam com locais de grande extração de água subterrânea e/ou agricultura irrigada extensiva com uso de agroquímicos. Esse projeto deverá estabelecer diretrizes de proteção e de monitoramento da quantidade e qualidade das águas subterrâneas, nos perímetros selecionados;*

- **PDC-05 - Conservação e Proteção dos Mananciais Superficiais de Abastecimento Urbano (PRMS)**

⇒ *desenvolver projeto de identificação de áreas de contribuição de mananciais de superfície que apresentam características geomorfológicas com níveis de fragilidades potenciais elevados e*

*estabelecer diretrizes de recomposição e proteção do meio físico/biótico e de conservação dos recursos hídricos;*

- **PDC-08 - Prevenção e Defesa Contra Inundações (PPDI)**

⇒ *desenvolver projeto de identificação, cadastramento e espacialização das planícies fluviais mais favoráveis à inundação e estabelecer diretrizes e ações voltadas para correção ou minimização dos problemas associados aos fundos de vales com uso e ocupação do solo já estabelecidos no seu domínio e imediações, assim como voltadas para a proteção e disciplinamento da ocupação das várzeas rurais parcialmente ou ainda não afetadas;*

- **PDC-09 - Prevenção e Defesa contra a Erosão do Solo e Assoreamento dos Corpos D'água (PPDE)**

⇒ *desenvolver projeto de identificação e zoneamento de feições e unidades geomorfológicas com níveis de fragilidade elevados, particularmente aqueles locais de maior declividade e que constituem cabeceiras de drenagens de expressão regional como mananciais superficiais, estabelecendo-se diretrizes e ações de proteção e conservação do solo.*

### 12.1.3 Cobertura Pedológica

A caracterização das classes pedológicas para a Bacia do Tietê-Jacaré realizou-se com base nos levantamentos executados pelo RADAMBRASIL (1983), em escala 1:1.000.000. Foram utilizadas as bases originais do levantamento que foram elaboradas na escala 1:250.000 (DESENHO 6). Neste trabalho também é apresentado o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA *et al.*, 1999) elaborado a partir da compilação de levantamentos existentes, utilizando-se documentação cartográfica em escalas variadas elaboradas por diferentes instituições (DESENHO 7).

Na área da UGRHI-TJ, de acordo com o mapa de solos da região, escala 1:500.000 (IPT, 1.990), ocorrem seis grandes grupos de solos: **Latossolo Roxo e Terra Roxa Estruturada; Latossolo Vermelho-Escuro textura média e Latossolo Vermelho-Amarelo textura média; Podzólico Vermelho-Amarelo abrupto e não abrupto textura média; Areias Quartzosas; Solos Litólicos e Cambissolos; e Planossolos.**

Os tipos de solo estão diretamente relacionados ao relevo e ao substrato rochoso. A influência do relevo na formação do solo manifesta-se principalmente pela interação entre as suas formas e a dinâmica da água. Assim, em sistemas de colinas e planícies, há uma tendência à infiltração da água, que, ao entrar em contato com o substrato favorecerá o desenvolvimento de solos mais profundos (Latossolos), enquanto que em relevos de alta declividade, a ação do escoamento superficial sobrepõe-se à infiltração, levando à formação de solos rasos (Litólicos e Cambissolos).

Também é grande a correspondência entre as características texturais e mineralógicas dos perfis de solo com a composição do substrato geológico, evidenciando a influência do substrato nos processos de desenvolvimento pedológico. Desta forma, pode-se dizer que a área da UGRHI-TJ apresenta uma predominância de solos de textura variando de média a argilosa, provenientes de basaltos, arenitos e, subordinadamente, argilitos e siltitos.

Do exposto no item 4.3, pode-se constatar inequivocamente que o grau de conhecimento atual da cobertura de solo da Bacia do Tietê-Jacaré apresenta-se bastante genérico nos seus

vários aspectos de interesse aos recursos hídricos, caracterizando-se como importante lacuna para o desenvolvimento de forma sustentada da agricultura regional, por meio da aplicação de tecnologias de conservação do solo e água.

Assim sendo, recomenda-se o desenvolvimento de ações por meio de projetos e estudos inseridos no **Programa de Duração Continuada nº 6 (PDC-06) "Desenvolvimento Racional da Irrigação (PDRI)"**, conforme elencados a seguir:

- ⇒ *Cartografia pedológica em escala 1:250.000;*
- ⇒ *Cartografia da declividade em escala 1:250.000;*
- ⇒ *Zoneamento hidro-agrícola da UGRHI-TJ em escala 1:250.000;*

#### **12.1.4 Clima**

Para SETZER (1966, com base na classificação de Köeppen), observam-se dois tipos climáticos na área da UGRHI-TJ: quente e úmido com inverno seco (*Cwa*), e temperado úmido com estação seca (*Cwb*).

SANT'ANNA NETO (1995) observou um aumento de cerca de 10% na pluviosidade do Estado, em 53 anos analisados. Acrescenta que a tendência de elevação dos totais pluviais, não ocorre de maneira uniforme em todo o território paulista.

Com base na variação espacial das chuvas no período de 1971-1993, SANT'ANNA NETO (1995), identificou três grandes conjuntos: chuvas médias anuais superiores a 2.000 mm; médias anuais entre 2.000 e 1.500 mm, e chuvas médias anuais entre 1.500 e 1.100 mm, sendo que a UGRHI-TJ possui a maior parte de sua área no segundo conjunto (pluviosidade média anual entre 1.500 e 2.000 mm).

Conforme mapa de isoietas de precipitações médias anuais históricas da Bacia, observa-se uma ligeira modificação no comportamento de distribuição das chuvas na área da UGRHI-TJ, com valores que variam de 1.200 a 1.600 mm, ou seja, um intervalo que abrange parte de dois dos conjuntos acima referidos.

Assim como o clima exerce influência sobre as atividades humanas, acredita-se que ações antrópicas inadequadas provocam alterações nas condições climáticas, interferindo no ciclo hidrológico e na disponibilidade de água superficial, como referência dos desmatamentos em grandes extensões, das queimadas, da urbanização e industrialização, do desencadeamento de processos erosivos e assoreamento dos corpos d'água, etc.

Estudos de detalhe sobre os atributos locais do clima possibilitam o gerenciamento dos recursos hídricos, o planejamento regional, a produção econômica, etc., de forma mais adequada, com a finalidade de prevenir e minimizar efeitos adversos do clima.

Da mesma forma que o clima exerce influência sobre as atividades antrópicas, é de se esperar que o uso e ocupação do solo de forma inadequada possam trazer conseqüências para as condições climáticas de uma região e, por conseguinte, reflitam-se no seu ciclo hidrológico, repercutindo na diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos.

Assim sendo, o desenvolvimento de estudos sobre o clima traduzem-se em ferramentas muito úteis para o gerenciamento regional dos recursos hídricos, possibilitando melhor administrar os conflitos pelo uso da água, notadamente nas situações de maior escassez potencializadas por condições adversas do clima ou agudizadas por demandas instaladas sem o devido planejamento.

Portanto, recomenda-se desenvolver projetos relativos ao clima da UGRHI-TJ, no âmbito dos seguintes **Programas de Duração Continuada**:

- **PDC-01 – Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

⇒ *estudos climáticos que demonstrem tendências de comportamento regional dos vários elementos (chuva, temperatura, entre outros), baseando-se em séries de longa duração de medição e considerando-se como referência as sub-bacias de análise, com a finalidade de subsidiar a elaboração de planos de contingência e de utilização prioritária dos recursos hídricos a ser aplicados em situações críticas (estiagem e cheias), onde devem estar contemplados todos os procedimentos a ser adotados, no médio e longo prazos, para minimização dos efeitos adversos, tais como metas para racionalização do uso da água, estabelecimento de limites de captação e lançamento e critérios de outorga.*

Esses estudos devem contemplar o planejamento de implantação e/ou modernização de rede hidrometeorológica regional, sistemas de alerta, radares meteorológicos e redes telemétricas, dentre outros.

## **12.2 Biodiversidade**

A biodiversidade é o expoente maior das inter-relações das dinâmicas biológica e geográfica, conforme destaca PEREIRA & ALMEIDA (1996, *in* GUERRA & CUNHA 1996).

O entendimento da atual distribuição dos organismos na biosfera implica no conhecimento das inter-relações estruturais e funcionais do CLIMA-SOLO-BIOTA, incluindo os efeitos dos diferentes ciclos biogeoquímicos. A todo esse sistema complexo, soma-se a ação antrópica.

Com base nessas premissas e considerando-se os dados e informações obtidos sobre os aspectos da biodiversidade da área estudada, podem ser tecidas considerações conforme apresentado a seguir.

- ◆ **Quanto à presença de cerrados, cerradões e matas semidecíduas**

A existência dessas formações vegetais na UGRHI representa um grande ganho fitogeográfico e botânico para a região, uma vez que a cobertura vegetal primitiva do Estado de São Paulo, que chegou a recobrir mais de 80% do território paulista, hoje está reduzida a cerca de 12%.

Tais áreas remanescentes devem ser preservadas a qualquer custo, garantindo-se assim a conservação, o aumento da biodiversidade e a proteção dos recursos hídricos e edáficos.

- ◆ **Quanto aos ciclos hidrológicos**

Conforme salientado no Capítulo 5, que trata da biodiversidade, as alterações ocorridas na cobertura vegetal primária da área provocam significativas modificações no ciclo hidrológico da bacia hidrográfica, isto é:

- **a retirada da cobertura vegetal arbórea** provoca o aumento do fluxo direto da água para os rios, bem como o ritmo e o volume da água de escoamento;
- **o reflorestamento**, por sua vez, reduz o volume da precipitação pluviométrica que passa pelos sucessivos estágios do ciclo hidrológico e, conseqüentemente, amplia a armazenagem da água no solo. Quando comparada com uma bacia hidrográfica média, sob utilização agrícola, verifica-se significativa diminuição da armazenagem subterrânea. É válido também salientar que o reflorestamento estimula a imigração de espécies silvestres (inclusive muitos insetos e pássaros) e, entre a vegetação rasteira, de vários mamíferos de pequeno porte, colonizando áreas antes devastadas.

#### ◆ **Quanto às áreas desmatadas, pastagens e lavouras**

A água da chuva pode tomar diferentes rumos, logo que chega à superfície terrestre. A **vegetação**, nesse estágio, desempenha importante papel na sua distribuição, ou seja:

- **sobre solos desnudos**, como resultado da retirada da cobertura arbórea e **sobre pastagens e lavouras**, o aquecimento da atmosfera é bem maior do que sobre áreas onde há cobertura florestal densa.

As chuvas nas superfícies florestadas ocorrem, salvo algum fenômeno meteorológico maior, de forma regular, enquanto que nas superfícies superaquecidas, por ausência de cobertura vegetal, as chuvas são irregulares e torrenciais. Essas irregularidades e intensidades pluviométricas provocam escoamento superficial intenso, percolação (com lixiviação) e compactação e erosão do solo, o que dificulta a revegetação, facilitando a instalação de áreas desérticas;

- **o aquecimento dessas superfícies** provoca, também, uma violenta ascensão do ar sobre elas, que pode interferir acentuadamente na cobertura vegetal, e desestruturar parte da camada superficial do solo, arrastando-a e depositando-a em outros locais, às vezes de suma importância para o meio ambiente e para o Homem, como por exemplo no caso de corpos d'água.

#### ◆ **Quanto à destruição dos solos**

Os solos, por sua vez, abrigam uma fauna bastante variada, composta por microfauna (protozoários, rotíferos, nematóides), mesofauna (ácaros, colêmbolos) e macrofauna (minhocas, centopéias, insetos). Todos os organismos que vivem no interior do solo, segundo PEREIRA & ALMEIDA (1996), contribuem de alguma forma para o seu desenvolvimento e para sua bioestrutura, que se caracteriza pela grumosidade, ou seja, porosidade que permite infiltração de água e penetração de ar e de raízes.

O solo, ao perder sua bioestrutura, por mau uso ou fenômeno natural, fica sujeito a processos erosivos acelerados.



#### ◆ **Quanto aos efeitos da agricultura sobre a biodiversidade**

A biosfera é produto da interação da energia solar com a superfície terrestre. Em condições naturais, chega-se a um equilíbrio dinâmico, atingindo-se o máximo de produção de biomassa compatível com o ambiente considerado. Os ciclos naturais de energia e massa funcionam, em larga escala, como sistemas fechados, pois os nutrientes das plantas ficam retidos dentro do sistema solo-vegetação.

A agricultura transforma deliberadamente esse equilíbrio, com a intenção de manipular certos aspectos para obter o máximo rendimento de gêneros alimentícios selecionados para o Homem, resultando em três conseqüências principais sobre a biodiversidade de uma área ou região:

- **diminui a maturidade do ecossistema**, reduzindo-o a um nível inferior (seral) de desenvolvimento, conforme destaca DREW (1986). A diversidade de espécies animais e vegetais cai muito, assim como a variedade de tipos de solos. Como exemplo, pode ser citada a conversão do complexo ecossistema de matas tropicais em plantações de monocultura;
- **reduz a produtividade da terra** (em termos de produção primária de biomassa por unidade de superfície), normalmente, por causa da simplificação do ecossistema;
- a agricultura exige a **utilização de energia externa** no seu ecossistema, em parte para substituir as perdas por lixiviação dos nutrientes pelas colheitas, e em parte para aumentar a produtividade, como no caso das áreas irrigadas. Portanto, as terras de lavouras são zonas de admissão maior de energia que as outras. Também constituem sistemas muito mais abertos que os ecossistemas naturais.

Um dos traços da agricultura moderna e intensiva é a elevadíssima modificação das correntes naturais de energia e da aplicação de energia externa à terra. Os fertilizantes, a irrigação e as máquinas são modelos de **subsídios de energia** a mais, sobre a energia solar natural que incide na área. Tal efeito altera a biodiversidade original, e, em certos casos, chega a modificá-la inteiramente.

Assim sendo, julga-se conveniente recomendar algumas ações e projetos que deverão ser desenvolvidos no bojo dos **Programas de Duração Continuada (PDC)**, ressaltando-se que outras orientações focalizadas no planejamento do uso e ocupação do solo, assim como aquelas voltadas para temas correlatos e de interesse aos recursos hídricos, e que foram apontadas em outros itens e sub-itens deste capítulo, contribuirão, certamente, para a melhoria e recuperação dessas áreas já impactadas e preservação ambiental daquelas não afetadas, em termos da sua biodiversidade.

#### • **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

⇒ *Implantação de atividades de Educação Ambiental, por intermédio do Ecoturismo em áreas de cerrados, cerradões e matas semidecíduas, visando a conscientização ambiental e a preservação dessas áreas;*

⇒ *Instituição/criação de áreas designadas “Reservas da Biosfera”, conforme sugerido pela Organização Educacional, Científica e Cultural das Nações Unidas (UNESCO), como parte do Programa Homem e a Biosfera (MAB). Uma “reserva de biosfera” é o único tipo de área protegida destinada a combinar tanto conservação quanto uso sustentável dos recursos naturais;*

Para tal fim, reservas da biosfera devem incluir três zonas inter-relacionadas:

- uma **Zona Núcleo**, contendo um ecossistema minimamente perturbado, característica de um tipo principal de meio ambiente natural;
- uma **Zona de Barreira**, na qual os usos e atividades são direcionados de forma a proteger o núcleo;
- uma **Zona de Transição**, combinando conservação e atividades sustentáveis, tais como reflorestamento, agricultura e recreação.

A criação de tais áreas é plenamente justificada diante da concorrência pelo uso dos solos. Elas seriam destinadas à sobrevivência e preservação das espécies e a satisfazer as necessidades reais das comunidades.

- ⇒ *Formação e treinamento de Agentes Ambientais, principalmente nas entidades municipais;*
- ⇒ *Apoio para consolidação das atividades de Educação Ambiental de entidades de âmbito regional;*
- ⇒ *Concepção e implementação de Programa de Educação Ambiental;*
- ⇒ *Estudos para inclusão de disciplina de Educação Ambiental na grade curricular do ensino básico (público e privado).*

- **PDC-06 - Desenvolvimento Racional da Irrigação (PDRI)**

⇒ *seleção de áreas de baixa fertilidade, com vistas ao estabelecimento de zonas para promoção da recuperação da flora e da fauna, e a conservação dos solos.*

- **PDC-09 - Prevenção e Defesa Contra a Erosão do Solo e o Assoreamento dos Corpos D'água (PPDE)**

- ⇒ *No tocante à exploração sustentável dos cerrados, a SMA (1997) sugere as seguintes medidas: a exploração de frutas, espécies medicinais e flores; a criação de animais nativos e a implantação de sistemas de agro-silvicultura;*
- ⇒ *Geração de subsídios para a adoção de políticas de incentivo para a conservação dos cerrados e da mata semidecídua, presentes na área;*
- ⇒ *Implantação de políticas mais eficientes com vistas à ampliação de reflorestamentos, que acarretará repovoamento biológico de áreas devastadas e re-equilíbrio dos ciclos hidrológicos;*
- ⇒ *Instalação e manutenção de centros para reposição florestal e controle de atividades impactantes do meio biótico (flora e fauna).*

- **PDC-10 - Desenvolvimento dos Municípios Afetados por Reservatórios e Leis de Proteção de Mananciais (PDMA)**

- ⇒ *Diagnóstico do potencial ecoturístico e estabelecimento de diretrizes para a implantação de eco-parques ao redor dos reservatórios existentes, assim como em cursos d'água da Bacia;*
- ⇒ *Estudos e seleção de áreas para implantação de Unidades de Conservação.*

- **PDC-12 - Participação do Setor Privado (PPSP)**

- ⇒ *estabelecimento de parcerias com todos os setores da sociedade envolvidos nas áreas de cerrados.*

### **12.3 Aspectos Sócio-Econômicos**

Este bloco da síntese atem-se ao meio sócio-econômico, onde se discute o histórico do processo de ocupação das terras da Bacia, bem como os seus usos atuais; da evolução e projeção da população dos municípios que compõem a UGRHI; e dos indicadores econômicos da área estudada.

Na abordagem utilizada, busca-se efetuar apreciações sobre as inter-relações com os recursos hídricos da UGRHI, apontando-se recomendações para a sua melhoria.

#### **12.3.1 Processo de Ocupação da Bacia**

A UGRHI do Tietê-Jacaré engloba 34 municípios com sede na sua área de influência, a maioria deles pertencente às Regiões Administrativas de Bauru e de Araraquara. Encontra-se localizada no centro do Estado de São Paulo, entre as represas de Ibitinga e Barra Bonita.

A ocupação desta área está vinculada ao avanço da cafeicultura no final do séc. XIX, quando da expansão do modelo econômico agrário-exportador, então dominante. Segundo SEADE (1999), a região apresenta dois vetores distintos de ocupação do território: um deles, na direção oeste, a partir de Campinas, chegando até as regiões de Araraquara, Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, onde estão as terras mais férteis do Estado. O outro, a partir de Sorocaba, adentrando a região pela margem esquerda do Rio Tietê.

O sistema urbano paulista remonta à economia cafeeira. A estrutura da rede de cidades atuais se formou ao longo dos eixos das ferrovias. “A reprodução da economia cafeeira tinha caráter urbano”, assim se formaram outras atividades associadas ao processo de urbanização (indústria, comércio, oficinas, bancos, construção civil, equipamentos, etc.), segundo CANO (1992). Todo o Estado de São Paulo teve seu crescimento populacional (1890-1920-1934) atrelado à dinâmica cafeeira.

MILLIET (1946), em seu estudo sobre o caminho percorrido pelo café, dividiu o Estado em sete zonas; destas, a UGRHI do Tietê-Jacaré abrange áreas de quatro zonas: Araraquarense, Noroeste, Paulista e Alta Sorocabana, sendo que grande parte da UGRHI compreende a zona Araraquarense (cerca de 50% dos seus municípios).

Reciprocamente, observa-se que ocorre, em alguns municípios, uma queda na produção de café e, conseqüentemente, um decréscimo da população. Isso ocorre em função de baixa produtividade, levando a população a deslocar-se em busca de novas áreas mais promissoras, ou para trabalhar em outras atividades, deixando para trás alterações ambientais marcantes, notadamente o desmatamento, esgotamento e degradação do solo e mobilização de parcelas significativas das terras em decorrência dos processos erosivos que, conseqüentemente, se refletiram em fortes impactos nos recursos hídricos.

Além do café, destaca-se a instalação das ferrovias como fator de influência ao desenvolvimento da região, tanto do ponto de vista econômico quanto urbano. A estrada de ferro

vai se instalando a serviço dos fazendeiros, acompanhando, principalmente, o progresso das zonas cafeeiras. As principais ferrovias que cortavam a UGRHI do Tietê-Jacaré eram a Paulista, Sorocabana, Araraquarense e a Noroeste.

Essa rede de ferrovias, cortando a UGRHI, possibilitou que alguns municípios se tornassem centros regionais, aqueles localizados nos grandes entroncamentos ferroviários, consolidando as atividades de comércio e serviços. Na Bacia destacam-se os municípios de Araraquara, Jaú, Bauru e São Carlos.

Outro fator que possibilitou que a região se inserisse no processo de interiorização do desenvolvimento foram as rodovias, entre elas a Anhangüera, Washington Luiz e a Castelo Branco, instaladas a partir de 1959. Além do Pro-álcool e da citricultura (SMA, 1999a).

Ressalta-se, também, o papel desempenhado pelos rios no processo de ocupação e desenvolvimento do Estado e da UGRHI. Foram utilizados inicialmente como via de penetração no território paulista e para escoamento do café. Faziam a ligação entre as regiões produtoras de café, localizadas mais distantes dos entroncamentos ferroviários

Passaram, em seguida, a serem vistos como recurso natural, para produção de energia elétrica, durante o processo de industrialização e modernização dos serviços urbanos.

Por último, com a utilização da Hidrovia Tietê-Paraná no transporte de cana-de-açúcar, material de construção e calcário, cobrindo uma extensão inicial de cerca de 300 km, no princípio da década de 1980, aumentando gradativamente até atingir cerca de 1.000 km, e transportando também farelo, soja, grãos e fertilizantes. Tal influência é exercida sobre alguns municípios da UGRHI localizados no seu entorno.

Além desses usos, citam-se o uso da água para lazer, agricultura, indústria e abastecimento. Alguns desses, realizados sem nenhuma preocupação quanto à sua preservação, acabam por gerar a degradação deste importante recurso natural.

Em termos do processo de interiorização da indústria, ocorreu um expressivo crescimento do Interior do Estado que, já nos anos 80, apresentava-se como o segundo maior parque industrial do país (ASSIS *et al.*, 1992).

Destacam-se, na UGRHI do Tietê-Jacaré, entre os municípios mais industrializados do Estado, Araraquara, São Carlos, Agudos, Barra Bonita, Bauru, Jaú, Lençóis Paulista e Macatuba. Considerando-se o pessoal ocupado na indústria, para cada ramo de atividade, destacam-se os seguintes municípios na Bacia: Bauru, Araraquara, São Carlos, Jaú e Lençóis Paulista.

Considerando-se os aspectos observados no processo de ocupação da Bacia e as tendências que a partir daí se confirmaram, julga-se necessário o desenvolvimento dos seguintes projetos no âmbito dos Programas de Duração Continuada:

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

⇒ *Desenvolver projetos de educação ambiental voltados para os usuários de represas e hidrovia.*

- **PDC-02 - Aproveitamento Múltiplo e Controle dos Recursos Hídricos (PAMR)**

⇒ *Execução de diagnósticos ao longo das áreas de influência da hidrovía do Tietê, que apontem fragilidades e vocações para o seu desenvolvimento sustentado regional.*

- **PDC-07 – Conservação de Recursos Hídricos na Indústria (PCRI)**

⇒ *Desenvolver projetos que possibilitem apontar as diferentes tendências de consumo de água e respectivas alternativas de garantia de abastecimento e de gerenciamento de conflitos, considerando-se a grande vocação industrial da Bacia;*

⇒ *Executar projetos de diagnósticos que subsidiem a instalação sustentada de pólos ou distritos ou unidades industriais;*

⇒ *Efetuar cadastro detalhado do uso da água na indústria;*

⇒ *Desenvolver projetos que subsidiem a diminuição do consumo e de perdas de água na indústria;*

⇒ *Estudar fontes alternativas de abastecimento de água para a indústria.*

### **12.3.2 Distribuição e Projeção da População**

A UGRHI Tietê-Jacaré abrigava, em 1996, uma população de 1.233.017 habitantes, dos quais 92% localizados na zona urbana. No período de 1970 a 1980, a população total desta UGRHI teve um acréscimo de 30,5%, passando de 649.425 para 847.667 habitantes. No período seguinte, 1980 a 1991, o acréscimo foi ligeiramente superior, de 32,1%, e a população regional chegou a mais de um milhão de habitantes. As estimativas para as décadas que se seguem indicam acréscimos menores em termos relativos, da ordem de 17%, para os períodos de 1991-2000 e 2000-2010. Prevê-se, para o ano 2000, uma população de cerca de 1 milhão e trezentos mil habitantes e, para 2010, de aproximadamente 1 milhão e meio. A população urbana, já bastante significativa em 1980 (85%), deverá chegar a 96% em 2010.

Em 1996, o conjunto de municípios da região, com população inferior a 20.000 habitantes, detinha 13% da população total. Os municípios com população entre 20.000 e 50.000 habitantes, abrigavam 22% da população e Lençóis Paulista, único município na faixa de 50.000 a 100.000 habitantes, respondia por 4%. Os municípios de Bauru, Araraquara, São Carlos e Jaú, os mais importantes da região, concentravam 60% dos habitantes da UGRHI-TJ. As projeções para 2000 e 2010 indicam mudanças pouco significativas, destacando-se Ibaté, que em 1991 tinha pouco mais de 18 mil habitantes, devendo chegar a 2010 com 40 mil; e Ibitinga, que poderá abrigar cerca de 53 mil habitantes e ingressar no pequeno grupo de municípios com população entre 50 mil e 100 mil. Os municípios centrais deverão continuar na liderança, detendo 60% da população regional.

Os municípios da UGRHI que apresentaram maiores taxas médias geométricas de crescimento demográfico, entre 1980 e 1991, foram: Ibaté (4,63%), Igaráçu do Tietê (4,61%), Areiópolis (3,65%), Boa Esperança do Sul (3,24%) e Mineiros do Tietê (3,19%). Destes, apenas Ibaté continuou a manter um crescimento significativo. Neste mesmo período, os municípios centrais apresentaram taxas mais modestas, embora superiores à média do Estado, de 2,12%: Bauru (3,09%), São Carlos (2,58%), Araraquara (2,42%) e Jaú (2,21 %).

A região apresenta previsão de elevados índices de urbanização e, no ano 2010, 96% de sua população deverão estar localizados nas áreas urbanas. Cerca de 68% da população urbana da UGRHI deverão estar concentrados em 6 municípios: Bauru (26%); São Carlos (14%); Araraquara (12%); Jaú (8%); Lençóis Paulista (4%) e Ibitinga (3%).

Os municípios de Araraquara e São Carlos, distantes 42 km um do outro, apresentam características de aglomeração urbana, dados os sinais evidentes de integração funcional de natureza econômica e social relacionadas ao complexo sucro-alcooleiro; ao cultivo e processamento de citrus; à educação de nível superior; aos vários setores industriais; e à diversidade do setor de serviços. Ibaté vem beneficiando-se desta integração por estar localizado entre São Carlos e Araraquara. Em 2010, cerca de 29% da população urbana regional deverá estar localizada nestes três municípios.

Araraquara e São Carlos, além de apresentarem características de aglomeração urbana, são classificados no estudo do IPEA (1999), juntamente com Bauru, como Centros Sub-Regionais de 1ª Ordem. Essa classificação se dá com base em indicadores relacionados, principalmente, a: escala de urbanização; complexidade e diversidade das atividades terciárias; intensidade e dimensão do fluxo de bens e serviços; presença de setores econômicos diferenciados e com elevado nível de articulação inter e intra-setorial. Jaú, com base nestes mesmos indicadores, encontra-se classificado como Centro Sub-Regional de 2ª Ordem.

Considerando-se a distribuição da população da UGRHI, assim como as projeções existentes que mostram tendência de se acentuar ainda mais as aglomerações urbanas, julga-se necessária a execução dos seguintes projetos, inseridos nos Programas de Duração Continuada.

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

- ⇒ *Desenvolver diagnóstico da situação dos recursos hídricos, em escala de detalhe, no âmbito exclusivo de territórios municipais de Bauru, São Carlos, Araraquara, Jaú, Lençóis Paulista e Ibitinga que possuirão, em conjunto, no ano de 2010, cerca de 70% da população da Bacia;*
- ⇒ *Efetuar estudo voltado para o planejamento e gerenciamento integrado dos recursos hídricos nas áreas com vocação para aglomeração urbana, tal como é o caso do triângulo Araraquara-Ibaté-São Carlos, que concentrarão cerca de 30% da população regional em 2010;*
- ⇒ *Desenvolver programas de educação ambiental que contribuam para aumentar a conscientização da população, propiciando a minimização de degradações na qualidade dos recursos hídricos, notadamente devido às previsões de elevadas concentrações populacionais, em um cenário mais provável de ocupação desordenada dos territórios municipais.*

- **PDC-02 - Aproveitamento Múltiplo e Controle dos Recursos Hídricos (PAMR)**

- ⇒ *Inventário e desenvolvimento de áreas de uso atual e potencial para aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos, notadamente nos municípios com propensão à aglomeração urbana ou de grandes concentrações populacionais.*

- **PDC-03 - Serviços e Obras de Proteção e Recuperação da qualidade dos Recursos Hídricos (PQRH)**

⇒ *Desenvolver programa de planejamento de hierarquização de instalação de sistemas de tratamentos de esgoto, tendo em vista os baixíssimos índices atuais de atendimento e os cenários previstos de incremento acentuado de populações urbanas.*

- **PDC-08 - Prevenção e Defesa contra Inundações (PDDI)**

⇒ *Desenvolver projeto que estabeleça diretrizes que subsidiem a ocupação ordenada dos municípios, notadamente para aqueles onde se prevê incrementos populacionais significativos.*

### 12.3.3 Economia

A UGRHI do Tietê-Jacaré apresenta uma economia bastante diversificada, com destaque para o complexo sucro-alcooleiro e plantio e processamento de cítricos. A atividade sucro-alcooleira é formada pela produção do açúcar e do álcool, envolvendo a mesma matéria-prima, a cana-de-açúcar, mas abastecendo mercados distintos: bem final de consumo ou insumo para a indústria de alimentos e insumo para a indústria química ou combustível para motores de automóveis. O complexo sucro-alcooleiro estende-se por quase toda a área desta UGRHI. Já o cultivo de citrus, notadamente laranja, concentra-se nas imediações de São Carlos e Araraquara, sendo que este último município destaca-se no processamento de cítricos.

Vários outros setores participam com destaque nesta UGRHI, tais como: bebidas e papel, em Agudos, Araraquara e Bauru; calçados, em Jaú; tecidos e metalmecânica, em São Carlos; bordados, em Ibitinga; turismo, em Barra Bonita e Igarapu do Tietê, explorando a represa e a eclusa de Barra Bonita.

A UGRHI do Tietê-Jacaré apresenta uma infra-estrutura de transporte privilegiada, sendo cortada pela hidrovía Tietê-Paraná, por uma malha ferroviária eletrificada e em funcionamento e pelas rodovias Marechal Rondon e Washington Luiz. Diversas rodovias cortam a área da UGRHI, interligando os seus municípios. Dentre os municípios da UGRHI Tietê-Jacaré, Pederneiras é o que mais tem se beneficiado da proximidade com a hidrovía Tietê-Paraná, graças à construção do terminal intermodal e do distrito industrial. A região é cortada pelo gasoduto Bolívia-Brasil, que atravessa os seguintes municípios: Iacanga, Gavião Peixoto, Ribeirão Bonito, Ibaté, Itirapina, Ibitinga, Boa Esperança do Sul, Araraquara e São Carlos. Estes dois últimos deverão dispor de *city-gates* (estações de medição, compressão e redução). Em Bauru e Ibitinga serão instaladas válvulas, que são “pontos de espera” para a construção de *city-gates*. Este fato deverá aumentar as vantagens comparativas da região e poderá atrair novos investimentos produtivos.

Segundo a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico - SCTDE/SP, estavam previstos para esta região, em 1998, investimentos privados da ordem de R\$970 milhões, nos municípios de Agudos (bebidas e madeira); Bauru (gráfico); Pederneiras (alimentos); Araraquara (mecânico, serviços, têxtil, autopeças); São Carlos (comércio, eletro-eletrônico, automobilístico). Considerando-se o Índice de Participação dos Municípios - IPM e a posição dos municípios no “ranking” geral do Estado de São Paulo, destacam-se, no período de 1994 a 1997,

Bauru, São Carlos, Araraquara, Jaú, Lençóis Paulista, Agudos e Barra Bonita. Esta situação não se altera em relação ao Valor Adicionado.

Levando-se em conta os dados mais recentes disponíveis e três das variáveis que compõem o IPM, verifica-se que esses sete municípios abrigam cerca de 70% da população total da UGRHI, respondendo pela geração de 77% do Valor Adicionado Regional e por 87% da Receita Tributária Própria, abarcando 70% do IPM.

Considerando-se as características econômicas da UGRHI, recomenda-se a execução dos seguintes projetos no âmbito dos Programas de Duração Continuada e com vistas a subsidiar o desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável, no curso natural das vocações dos municípios que compõem a Bacia:

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

⇒ *Desenvolver projetos de educação ambiental que contemplem especificidades voltadas para o turismo ecossustentável em áreas que já demonstram forte vocação, tal como ocorre com Barra Bonita e Brotas;*

- **PDC-02 - Aproveitamento Múltiplo e Controle dos Recursos Hídricos (PAMR)**

⇒ *desenvolvimento de projetos que efetuem diagnóstico voltado para a identificação de novos produtos que otimizem e potencializem o uso do terminal intermodal de Pederneiras ou que apontem novos locais com vocação semelhante, às margens da Hidrovia Tietê;*

⇒ *Elaboração de diagnósticos do meio ambiente, que demonstrem fragilidades e vocações, tendo em vista subsidiar o possível incremento de desenvolvimento dos municípios de Araraquara e São Carlos, que possuem city-gates, e de Bauru e Ibitinga, que são pontos de espera para instalação de city-gates do Gasoduto Bolívia-Brasil.*

- **PDC-04 - Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)**

⇒ *Desenvolver projeto de estudo da relação custo/benefício e outros aspectos que influenciam as águas subterrâneas, nas extensas áreas de plantio de cana, fonte para o complexo sucro-alcooleiro, destaque da economia regional.*

#### **12.3.4 Uso e Ocupação do Solo**

Em termos de distribuição das categorias de uso e ocupação do solo na UGRHI-TJ, as áreas de vegetação natural apresentam-se em pequenos maciços preservados, ou ao longo dos principais cursos d'água, formando as "matas-galerias". Os principais maciços encontram-se nas proximidades da cidade de Bauru; nos limites dos municípios de São Carlos, Brotas e Ribeirão Bonito, além de Bocaina e Boa Esperança do Sul. As maiores percentagens de área desta categoria de uso ocorrem nas sub-bacias do Rio Bauru (5,9%) e Baixo-Médio Jacaré-Pepira (4,6%).

Os reflorestamentos ocorrem em diversas áreas da Bacia, como nos municípios de Agudos, Araraquara, Ibaté, Brotas, Ribeirão Bonito e Boa Esperança do Sul. As sub-bacias do Rio Bauru e do Rio Tietê-Rio Lençóis são as que apresentam as maiores percentagens em área com reflorestamento (12,0 e 6,1%, respectivamente).

As pastagens predominam mais fortemente na parte oeste, entre Iacanga e Agudos; na parte leste, em torno do município de Brotas; e nas imediações do Rio Jacaré-Pepira,



principalmente nos municípios de Itaju e Bariri. Esta classe predomina nas sub-bacias do Alto Jacaré-Pepira (76,9%), do Alto Jacaré-Guaçu (59,6%), do Rio Tietê-Rio Claro (48,4%) e do Baixo-Médio Jacaré-Pepira (42,4%).

Dentre as atividades agrícolas, o cultivo da cana-de-açúcar destaca-se como predominante em várias regiões. Ao longo do vale do Rio Tietê, de Bariri em direção a montante, alargando-se desde Bocaina até Lençóis Paulista, essa região encontra-se, praticamente, toda ocupada por cana-de-açúcar. Também é predominante ao longo do Rio Jacaré-Guaçu, principalmente na porção norte, entre São Carlos e Nova Europa. Na região entre Araraquara e Ibitinga, com mais ênfase nos municípios de Gavião Peixoto e Nova Europa, a citricultura alcança posição de destaque. As culturas temporárias apresentam maior expressão nos municípios de Itaju e Ibitinga. As atividades agrícolas predominam em várias sub-bacias, com destaque para a do Rio Jaú (82,1%), do Rio Tietê-Rio Lençóis (79,2%), do Baixo e do Médio Jacaré-Guaçu (76 e 67,8%, respectivamente).

Com relação às áreas urbanas, as sub-bacias do Rio Bauru (14,0%), Rio Jaú (5,8%) e do Médio e Alto Jacaré-Guaçu (4,4 e 3,5%, respectivamente) são as que apresentam as maiores percentagens de área urbanizadas, relacionadas aos principais centros urbanos da UGRHI-TJ: Bauru, Jaú, Araraquara e São Carlos, respectivamente. Comparando-se com os mapeamentos realizados por IGC (1980, 1981, 1997), verifica-se que a principal alteração ocorrida foi um declínio no cultivo de café, o qual era mais intenso nos municípios de Bariri, Itapuí e Jaú, tendo sido substituído pela cana-de-açúcar. Da mesma forma, a área de mata sofreu decréscimo.

Diante do exposto, recomenda-se o desenvolvimento de projetos no âmbito do **PDC-01 – Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**, compreendendo a elaboração do mapa de uso e ocupação das terras da Bacia, na escala 1:250.000 ou maior, utilizando-se os produtos disponíveis (IPT, IGC) e incluindo as atualizações de coberturas vegetais (IF) e trabalhos de campo.

### 12.3.5 Política Urbana

Neste item apresentam-se para a UGRHI, por município, os instrumentos legais de disciplinamento do uso e ocupação do solo, como os Planos Diretores, Leis de Zoneamento de Uso do Solo, e outras leis de importância para o ordenamento do solo e questões relacionadas aos recursos hídricos.

O acelerado crescimento populacional verificado a partir da década de 70 no Estado e, conseqüentemente, a intensificação da urbanização, acarretou diversos problemas, principalmente para as cidades maiores, a maioria relacionados à insuficiência de infra-estrutura urbana: saneamento, habitação, abastecimento, saúde, educação, etc., bem como aqueles relacionados ao meio físico: erosão, assoreamento, escorregamentos, poluição das águas, etc. Esses problemas são, muitas vezes, reflexos da ausência de políticas públicas que tenham como finalidade a ocupação ordenada do solo.

A UGRHI apresenta grande variação em termos de população, com municípios de pequeno, médio e grande porte. Desses municípios, tem-se três de médio porte e um de grande porte, que não possuem nenhum instrumento de planejamento urbano. Diante disso e considerando, também, que ocorrerá significativo crescimento populacional e urbano na UGRHI, e que, muitas vezes, esse crescimento pode gerar conseqüências indesejáveis, salienta-se a necessidade de estabelecimento de políticas públicas que tenham por finalidade ordenar e controlar adequadamente a ocupação nesses municípios.

Observou-se que cerca de 44% dos municípios da UGRHI possuem legislação de planejamento ou ambiental. Destes, 26,6% possuem Plano Diretor; 46,6% Lei de Uso do Solo; 6,6% Código de Obras; 13,3% legislação de recursos hídricos; e 46,6% outras leis (criação de Distritos e Parques Industriais, incentivo às indústrias, e Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente).

Comparando-se a parcela de municípios que possui legislação e a sua população, tem-se:

- 6,7% dos municípios que têm legislação possuem menos de 5.000 habitantes;
- 6,7% dos municípios que têm legislação possuem entre 5.000 e 10.000 habitantes;
- 13,3% dos municípios que têm legislação possuem entre 10.000 e 20.000 habitantes;
- 46,6% dos municípios que têm legislação possuem entre 20.000 e 50.000 habitantes;
- 6,7% dos municípios que têm legislação possuem entre 50.000 e 100.000 habitantes;
- 20,0% daqueles que têm legislação possuem população superior a 100.000 habitantes;

É importante ressaltar que os municípios que ainda não dispõem de legislação municipal para disciplinamento do uso e ocupação do solo devem elaborar e instituir esses instrumentos. Acrescenta-se, ainda, que a última versão da Constituição Brasileira (promulgada em 1988), em seu capítulo da política urbana, artigo 182, determina que é obrigatório o Plano Diretor para as cidades com mais de 20.000 habitantes, sendo considerado instrumento básico para a política de desenvolvimento e de expansão urbana.

Neste sentido, recomenda-se que os municípios desenvolvam projetos no âmbito do **PDC-01 – Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**, que contemplem a elaboração ou revisão dos seus Planos Diretores Municipais, adequando-os ao Plano Estadual de Recursos Hídricos.

## **12.4 Situação dos Recursos Hídricos e de Saneamento**

### **12.4.1 Demandas, Usos e Disponibilidade**

A demanda de água total registrada na área da UGRHI representa o atendimento de 100% da sua população urbana, sendo 60,2% captados em mananciais subterrâneos e 39,8% nos mananciais superficiais. Os dados referentes aos usuários públicos apresentados no banco de dados do DAEE mostram-se desatualizados e eventualmente inconsistentes com as informações coletadas em campo.

As demandas para uso doméstico particular e industrial restringem-se aos valores cadastrados no banco de dados do DAEE, podendo-se inferir que, assim como os dados de usos públicos, apresentam-se desatualizados e, portanto, subestimados, principalmente em relação aos poços tubulares. Ainda assim, não existem informações suficientes, nem mesmo para estimativa das vazões atualmente captadas.

Quanto ao uso na irrigação, o cadastro de usuários do DAEE apresenta o registro de 10 captações superficiais, com demanda cadastrada de 0,218 m<sup>3</sup>/s. Apenas um poço para uso em irrigação foi identificado na área da UGRHI, sem apresentar a demanda.

Considerando-se as demandas globais por uso da água, verifica-se que do cálculo total de 20,41 m<sup>3</sup>/s efetuado para a UGRHI, cerca de 45,5% destinam-se ao uso na irrigação, 30,6% ao uso industrial e 23,6%, ao doméstico (público ou privado); 0,3% destinam-se a uso não definido.

As vazões em cada sub-bacia foram determinadas a partir do estudo de regionalização hidrológica (DAEE 1998), que se refere a dados coletados até 1982, necessitando, portanto, de atualizações.

Os trabalhos realizados evidenciaram, também, a necessidade de definição e proposição de uma rede hidrometeorológica otimizada para a medição das precipitações e do escoamento superficial na área da UGRHI, para que se possa oferecer dados mais atualizados e consistentes aos usuários, planejadores, gestores ou técnicos em geral, de forma a colaborar nas suas atividades e também subsidiar os estudos hidrológicos e de planejamento da utilização dos recursos hídricos da Bacia.

O uso doméstico representa 90,5% das demandas das águas subterrâneas na UGRHI, com predomínio do uso público. Dada a ausência de parâmetros e informações consistentes para a avaliação do potencial de exploração dos aquíferos e para a definição de áreas críticas quanto à sua utilização, foram destacadas as áreas com maior densidade de poços cadastrados por aquífero e com possibilidade de interferência entre poços. Enquadram-se nessa situação as cidades de Bauru, Araraquara, São Carlos, Jaú, Agudos e Itirapina.

Tendo em vista a distribuição dos usos pelos mananciais captados, os conflitos pelo uso da água provavelmente restringem-se aos usos das águas subterrâneas para o abastecimento público e privado (doméstico e industrial) em áreas urbanas.

Levando-se em conta o exposto, recomenda-se as seguintes ações, por meio do desenvolvimento de estudos e projetos no âmbito dos **Programas de Duração Continuada - PDC**:

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**
  - ⇒ *Elaboração, avaliação e controle do Plano Quadrienal da Bacia de 2000-2003;*
  - ⇒ *Elaboração e publicação dos relatórios anuais de situação dos recursos hídricos no período 2000 a 2003;*

- ⇒ *Concepção, e execução do cadastro de usuários (urbano, industrial, agrícola, aquicultura, dentre outros);*
- ⇒ *Implantação e acompanhamento de um sistema georreferenciado de postos meteorológicos, pluviométricos, fluviométricos e sedimentométricos;*
- ⇒ *Implantação e acompanhamento de um sistema georreferenciado de postos piezométricos, a partir de poços cadastrados na Bacia (2000-2003);*
- ⇒ *Treinamento do usuário irrigante e industrial em racionalização do uso da água;*
- ⇒ *Oferecimento de cursos de "Qualidade Total Rural" para produtores rurais.*

- **PDC-04 - Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)**

- ⇒ *Cadastrar todos os poços perfurados, em operação e abandonados, no âmbito da UGRHI;*
- ⇒ *Estudar mecanismos que viabilizem com maior eficácia a aplicação da legislação, normas e portarias pertinentes ao licenciamento e autorização da exploração das águas subterrâneas;*
- ⇒ *Execução de estudos hidrogeológicos em locais de grande concentração de poços para avaliação de interferências entre os mesmos, assim como para a proposição de instrumentos de gerenciamento da exploração de água subterrânea;*
- ⇒ *Estudo de aplicação de técnicas de análise de meios fraturados para o zoneamento do potencial hidrogeológico do aquífero Serra Geral;*
- ⇒ *Estabelecimento de diretrizes para recuperação e preservação de áreas de recarga dos aquíferos ocorrentes na UGRHI, notadamente para o aquífero Guarani, pela sua importância regional e para o continente;*
- ⇒ *Estabelecimento de diretrizes voltadas para os municípios usuários de águas subterrâneas, locais e regionais, com vistas ao uso e preservação do recurso;*
- ⇒ *Elaboração ou detalhamento da carta de vulnerabilidade natural dos aquíferos à poluição, baseando-se no mapa elaborado por IG/CETESB/DAEE (1997) e considerando-se aspectos da região;*
- ⇒ *Cadastrar e executar um programa de controle das fontes reais e potenciais de poluição (difusas e pontuais), inserindo e integrando com outros planos ou programas já existentes;*
- ⇒ *Discutir e estabelecer mecanismos eficazes e facilitadores da aplicação da legislação, portarias e normas de proteção das águas subterrâneas.*

- **PDC-05 - Conservação e Proteção dos Mananciais Superficiais de Abastecimento Urbano (PRMS)**

- ⇒ *Elaborar e difundir, entre as concessionárias de água e esgoto, projetos orientativos de redução de perdas.*

- **PDC-06 Desenvolvimento Racional da Irrigação (PDRI)**

- ⇒ *Identificar e cadastrar todos os irrigantes da UGRHI-TJ;*
- ⇒ *Executar a parametrização física-hídrica dos solos da Bacia;*
- ⇒ *Cartografar as áreas irrigadas da UGRHI;*
- ⇒ *Desenvolver estudos de diagnóstico do meio físico e plantas, com vistas à geração de subsídios para o controle tecnológico da agricultura irrigada;*
- ⇒ *Desenvolver sistema remoto de monitoramento de perímetros irrigados.*

Além dessas ações e projetos, recomenda-se que o Comitê e suas Câmaras Técnicas, juntamente com a equipe executora do Plano da Bacia, estabeleçam discussões voltadas para a

implementação das medidas a seguir apresentadas, também inseridas nos **Programas de Duração Continuada (PDC)**, incluindo:

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

- ⇒ *Concepção do sistema de cobrança pelo uso da água, simulação de operação e implantação;*
- ⇒ *Concepção, elaboração e implantação de um sistema de banco de dados básicos para apoiar o acompanhamento de projetos realizados e previstos para a UGRHI, em formato de SIG (MapInfo, ArcInfo);*
- ⇒ *Modelagens de dados, concepção e implantação de sistema de gerenciamento das informações de interesse aos recursos hídricos;*
- ⇒ *Estabelecimento de metas ambientais de preservação e conservação, e após recuperação, avaliar a possibilidade de reenquadramento dos corpos d'água da Bacia;*
- ⇒ *Discutir formatos de parceria entre universidades, institutos de pesquisa e órgãos técnicos diversos com o CBH, com vistas a viabilização da articulação de equipe multidisciplinar de apoio contínuo ao Comitê;*
- ⇒ *Monitorar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos da UGRHI-TJ;*
- ⇒ *Execução de sobrevôo em escala 1:25.000;*
- ⇒ *Incentivo a estudos e pesquisas de nível superior em recursos hídricos da UGRHI;*
- ⇒ *Análise dos problemas jurídicos institucionais relacionados aos recursos hídricos da UGRHI;*
- ⇒ *Dotar o CBH-TJ de infra-estrutura adequada (computadores, datashow, câmaras fotográficas e de vídeo, etc.) para utilização em eventos na UGRHI;*
- ⇒ *Organização de eventos semestrais alusivos à água, voltados às escolas de ensino básico.*

- **PDC-02 - Aproveitamento Múltiplo e Controle dos Recursos Hídricos (PAMR)**

- ⇒ *Efetuar estudos de viabilidade para implantação de pequenas e médias usinas hidrelétricas nos cursos d'água da Bacia, considerando-se a perspectiva de usos múltiplos e de preservação do meio ambiente;*
- ⇒ *Discutir conceitualmente e estabelecer modelos de implantação de aproveitamentos múltiplos dos recursos hídricos, adotando-se a co-gestão e rateio de custos no formato de convênios e condomínios entre os setores usuários dos empreendimentos.*

- **PDC-04 - Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)**

- ⇒ *Elaboração de Carta Geomorfológica da UGRHI em escala 1:250.000;*
- ⇒ *Elaboração de Carta Hidrogeológica da UGRHI em escala 1: 250.000.*

- **PDC-05 - Conservação e Proteção dos Mananciais Superficiais de Abastecimento Urbano (PRMS)**

- ⇒ *Incentivo, discussão e elaboração de ante projetos de leis específicas (locais e regionais) de proteção de mananciais;*
- ⇒ *Recuperação e proteção de mananciais.*

- **PDC – 07 – Conservação de Recursos Hídricos na Indústria (PCRI)**

- ⇒ *Estabelecer critérios para a locação de novas indústrias, baseando-se em disponibilidades hídricas e na capacidade de assimilação dos corpos d'água;*
- ⇒ *Desenvolver projetos que subsidiem e estimulem o reuso e recirculação da água nas diferentes indústrias, particularmente naquelas que envolvam grandes consumos de água;*

⇒ *Desenvolver projetos para avaliar perdas de água e gerar subsídios que orientem a economia de água.*

- **PDC –10- Desenvolvimento Dos Municípios Afetados Por Reservatórios e Leis de Proteção de Mananciais (PDMA)**

⇒ *Regulamentar a implantação de estruturas adequadas à prática de atividades múltiplas;*

⇒ *Regulamentar a implantação de sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos urbanos e de coleta e disposição de lixo;*

⇒ *Instituir APA (Áreas de Proteção Ambiental), tendo em vista a proteção dos recursos hídricos, fauna e flora;*

⇒ *Discutir e propor subsídios para a criação de incentivos para a averbação de áreas de fragmentos florestais, em áreas de propriedade particular, estimulando o cumprimento da exigência da legislação (averbação de 20 % como reserva legal).*

- **PDC-11 - Articulação Interestadual e com a União (PAIU)**

⇒ *Promoção de seminários para estudos específicos sobre articulação intra e inter estadual e com a união para gerenciamento do Rio Tietê, no âmbito da Bacia do Rio Paraná;*

- **PDC-12 - Participação do Setor Privado (PPSP)**

⇒ *Promoção de seminários para incentivo da participação do setor privado no CBH-TIETÊ-JACARÉ.*

#### **12.4.2 Dados de Saneamento e Qualidade das Águas**

Foram identificados 132 pontos de lançamento de efluentes domésticos de uso público, resultando em carga orgânica total de 60.008 kg DBO<sub>5</sub>/dia. Deste total, dois pontos de lançamento do município de São Carlos localizam-se na UGRHI-9 (Mogi-Guaçu), resultando uma carga de 152,21 kg/DBO<sub>5</sub>/dia lançados em pontos fora da área da Bacia. Os municípios com as maiores taxas de cargas orgânicas remanescentes são: Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú.

A CETESB (1994) apresenta o inventário de cargas orgânicas potenciais e remanescentes de origem não industrial, referente ao levantamento realizado naquele ano. Nesse inventário, foram listados 32 pontos de lançamento de esgotos domésticos na UGRHI, resultando em cargas orgânicas potenciais totais de 55.384 kg DBO<sub>5</sub>/dia. Embora tenha sido adotado o mesmo valor teórico de carga orgânica por habitante (54 g DBO<sub>5</sub>/hab/dia), o valor referente a 1994 encontra-se relativamente acima do valor ora observado. A diferença está associada à utilização pela CETESB (*op. cit.*) da população urbana total e não apenas a atendida pelas redes coletoras de esgotos. Além disso, não foram diferenciados os pontos de lançamento situados dentro e fora da UGRHI. Desta forma, as comparações entre os valores deve ser visualizada apenas como indicativa das tendências gerais do período.

Do total de pontos inventariados, 7 (21,9%) apresentavam algum tipo de tratamento, representando 5,6% em relação aos valores de cargas potenciais. As cargas remanescentes totais da UGRHI foram calculadas em 52.523 kg DBO<sub>5</sub>/dia, com tratamento na proporção de apenas 5,2% da carga gerada.

Deve-se destacar que as taxas de eficiência no tratamento dos efluentes domésticos foram estimadas a partir de valores teóricos descritos na literatura, haja vista a inexistência de dados completos em todas as operadoras dos sistemas. Já os dados de eficiência dos tratamentos de efluentes industriais são fornecidos pela CETESB.

O inventário de indústrias, fornecido na forma digital pela CETESB, em janeiro de 1999, indica o registro de 88 indústrias situadas na UGRHI, apresentando o ramo de atividade das indústrias e as cargas poluidoras agrupadas em orgânicas e inorgânicas. A este inventário foram incluídas 28 indústrias cadastradas pelo DAEE, totalizando 116 registros. Deve-se destacar, entretanto, que o inventário fornecido pela CETESB não apresenta a localização do ponto de lançamento dos efluentes pelas indústrias. As localizações obtidas referem-se à área das instalações industriais. Já o cadastro do DAEE não registra os valores das cargas poluidoras.

Outra fonte de contaminação potencial dos recursos hídricos são os locais de disposição de resíduos sólidos domésticos ou industriais. De acordo com o inventário da CETESB referente ao ano de 1998, 35% dos resíduos sólidos domésticos gerados na UGRHI são dispostos de forma **inadequada**, 20% em condições **controladas** e 45% em condições **adequadas**. Os maiores geradores de resíduos que são posteriormente dispostos de forma inadequada são os municípios de Jaú, São Manuel, Barra Bonita, Agudos, Igarapu do Tietê e Ibaté. A localização dos lixões ou aterros foi obtida diretamente nas Prefeituras Municipais. Observa-se que, comumente, localizam-se fora do perímetro urbano e distantes das captações (superficiais ou subterrâneas) para o abastecimento público.

O inventário de resíduos sólidos industriais indica que cerca de 47,9% dos resíduos gerados nos municípios da UGRHI passam por algum tipo de tratamento e que 94,7% são produzidos por usinas de açúcar e álcool. O inventário, no entanto, não apresenta a localização dos pontos de destinação dos resíduos, impossibilitando a análise espacial dos dados e sua possível interferência nos recursos hídricos.

Foram avaliadas 48 indústrias situadas em 16 municípios da UGRHI-13, resultando em 9 com cargas elevadas, 10 com cargas moderadas e 29 com cargas reduzidas. Em relação ao risco de contaminação, não foram observadas variações de classes em relação à carga poluidora, ou seja, as 10 indústrias com cargas elevadas foram classificadas como de alto risco, 11 com carga moderada correspondem ao risco moderado e 14 com cargas reduzidas correspondem ao risco baixo.

Em relação às águas subterrâneas, a avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos realizada por IG/CETESB/DAEE (1997) apresenta índices desde Médio-alto a Alto-alto para significativas porções do Aquífero Guarani livre e também para os aquíferos cenozóicos (Formação Itaqueri, sedimentos da Serra de São Carlos e similares e sedimentos aluvionares). Não foram avaliados os aquíferos Serra Geral e Guarani, este na porção confinada.

Entretanto, pode-se inferir que os riscos de contaminação das águas subterrâneas decorrem essencialmente de deficiências nos aspectos construtivos e de proteção sanitária dos poços, constituindo-se em veículos importantes de contaminação. Registre-se que, embora o índice de atendimento da rede de esgotos em toda a UGRHI corresponda a valores razoáveis a elevados (**um** município com 68% de coleta, **um** com 89,5% e, **os demais**, acima de 90%), apenas oito municípios tratam totalmente os esgotos coletados. Este é um alerta a todos os municípios da UGRHI que fazem uso de poços tubulares para o abastecimento público ou privado, tendo em vista a ausência de informações registradas.

A rede de monitoramento de poços de abastecimento público operada pela CETESB abrange 14 poços na UGRHI, correspondendo a 7,5% do total de poços em operação. Destes, 7 poços correspondem a captações no Aquífero Guarani confinado, 4 ao Aquífero Guarani livre e 3 poços ao Aquífero Serra Geral. Destaca-se que nenhum poço monitorado na UGRHI apresentou teores anômalos ou indícios de contaminação para os parâmetros analisados.

Considerando-se os aspectos observados em relação aos dados disponíveis acerca do saneamento e qualidade das águas no âmbito da Bacia, recomenda-se um conjunto de ações que deverão ser implementadas, no bojo dos Programas de Duração Continuada (PDC), efetuando-se estudos e executando-se projetos, conforme descritos a seguir.

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

- ⇒ *Desenvolvimento de projetos de coleta seletiva do lixo com vistas à preservação/conservação dos recursos hídricos e de disposição adequada de resíduos.;*

- **PDC-03 - Serviços e Obras de Proteção e Recuperação da qualidade dos Recursos Hídricos (PQRH)**

- ⇒ *Implantação de obras de saneamento básico (redes de esgoto, emissários e instalação de estações de tratamento);*

- ⇒ *Efetuar discussão com órgãos e instituições competentes, critérios e metodologias de avaliação e controle de estações de tratamento de esgoto;*

- ⇒ *Avaliação de impactos do sistema de saneamento "in situ" no solo e mananciais superficiais;*

- ⇒ *Efetuar reenquadramento dos rios;*

- ⇒ *Cadastramento e caracterização de fontes de poluição industrial;*

- ⇒ *Diagnostico de possíveis contaminações por metais pesados;*

- ⇒ *Instituir programa de auto-monitoramento dos efluentes industriais;*

- ⇒ *Efetuar monitoramento e prognósticos sobre as atividades industriais e seus reflexos nos diversos aspectos dos recursos hídricos da Bacia;*

- ⇒ *Efetuar levantamento de fontes difusas de poluição urbanas e rurais: agrotóxicos e antigas erosões aterradas com lixo, dentre outras;*

- ⇒ *Efetuar concepção de projetos e implantação de aterros de resíduos em valas;*

- ⇒ *Instalação de Aterros Sanitários nas cidades com mais de 20 mil habitantes;*

- ⇒ *Instalação de incinerador de resíduos dos Serviços de Saúde para atendimento regional;*



- ⇒ *Estabelecimento de programa de controle integrado da instalação de diferentes equipamentos públicos e privados, potencialmente poluidores dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, tais como cemitérios, reservatórios e terminais de armazenagem de produtos combustíveis e industriais, dentre outros;*
- ⇒ *Estabelecimento de programa de controle de resíduos sólidos urbanos, industriais e da saúde.*
  - **PDC-04 - Desenvolvimento e Proteção das Águas Subterrâneas (PDAS)**
  - ⇒ *Desenvolver projeto multi-institucional (órgãos técnicos de hidrogeologia, OAB, CREA e SEBRAE) com vistas ao estudo de alternativas para a atual situação de construção de poços sem os devidos cuidados de proteção sanitária, sem critérios hidrogeológicos de locação e perfuração em áreas já com grande concentração de poços;*
  - ⇒ *Ampliação da rede de pontos de monitoramento das águas subterrâneas.*
  - **PDC-05 - Conservação e Proteção dos Mananciais Superficiais de Abastecimento Urbano (PRMS)**
  - ⇒ *Desenvolvimento de estudos para estabelecimento de diretrizes para proteção dos locais de captação de água para abastecimento público;*
  - ⇒ *Desenvolvimento de bancos de dados constando de informações sobre a situação de mananciais de abastecimento, com a finalidade de facilitar monitoramentos diversos voltados para a conservação e proteção.*

## **12.5 Processos do Meio Físico**

Apresenta-se, neste item, um quadro sobre os processos do meio físico atuantes na Bacia, que se traduzem em importantes degradações ambientais e, por conseguinte, impactam com relevância os seus recursos hídricos; ao mesmo tempo, são elencadas recomendações vinculadas com os Programas de Duração Continuada e voltados para o detalhamento de diagnósticos, assim como para a prevenção, correção e controle dos problemas observados.

São abordados os processos erosivos e de assoreamento, bem como problemas de inundação presentes na UGRHI.

A abordagem é qualitativa e quantitativa, como decorrência dos dados e informações disponíveis. Buscou-se, na medida do possível, utilizar-se de parâmetros quantitativos, até mesmo propondo-se indicadores que venham a facilitar a análise e subsidiar a adoção de critérios para priorização de ações.

A caracterização da degradação da UGRHI por processos erosivos foi realizada sob dois enfoques. O primeiro deles refere-se à distribuição das classes de suscetibilidade à erosão, obtidas a partir da análise integrada dos condicionantes do meio físico e biótico desses processos, que estão disponíveis hoje basicamente em escala 1:1.000.000, no mapa de erosão do Estado de São Paulo do IPT/DAEE (IPT, 1995).

O segundo enfoque abrange análise da distribuição das erosões lineares presentes na Bacia. Esta linha de investigação foi baseada no levantamento de erosões urbanas e rurais, realizado por IPT (1990, 1997a), que efetuou cadastramento por meio de trabalhos de campo (erosões urbanas) e de interpretação de fotografias aéreas na escala 1:25.000 (erosões rurais),

relativas ao único levantamento aerofotogramétrico que recobriu totalmente a área do Estado, executado no ano de 1972. Também foram consideradas as informações coletadas nos questionários respondidos pelas prefeituras no transcorrer do presente trabalho.

Com relação às classes de suscetibilidade à erosão, na área da UGRHI foi identificada a ocorrência de 8 classes, agrupadas em 5 níveis de suscetibilidade, conforme apresentado detalhadamente no capítulo 10 deste Relatório.

A análise dos resultados obtidos indica que, na área da UGRHI, predominam terrenos com **média** suscetibilidade à erosão, correspondendo a 43,2% da superfície total, sendo 24,1% do tipo **IIIa** e 19,1% do tipo **IIIb**. Por outro lado, 24,6% da área da UGRHI é constituída por classes de **muito alta** suscetibilidade à erosão (5,2% do tipo **Ia** e 19,4% do tipo **Ib**). Seguem, em termos de predominância territorial, as classes de **baixa** suscetibilidade à erosão (18,4%, sendo 1,9% **IVc** e 16,5% **IVd**), **alta** suscetibilidade à erosão (9,6%, sendo 6,6% **Ila** e 3,0% **Ilb**) e muito baixa suscetibilidade à erosão (2,6% do tipo **Vb**).

Com relação à distribuição das classes de suscetibilidade à erosão nas nove sub-bacias consideradas na UGRHI, pode-se constatar que as sub-bacias do Alto Jacaré-Pepira (nº 8) e do Rio Jaú (nº 9) apresentam mais da metade do seu território na classe de **muito alta** suscetibilidade (**Ib**), atingindo proporções de, respectivamente, 75,9% e 58,6% e, portanto, mostram alta potencialidade para o desenvolvimento deste tipo de processo de degradação ambiental.

A sub-bacia do Baixo-Médio Jacaré-Pepira (nº 7), com 31,9% de terrenos de **muito alta** suscetibilidade, e as sub-bacias do Médio (nº 5) e Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4) com, respectivamente, 38,9% e 34,5% de suas áreas com terrenos de **alta e muita alta** suscetibilidade, também podem ser consideradas potencialmente críticas à instalação de processos erosivos.

Salienta-se que as classes de suscetibilidade à erosão indicam uma condição potencial, determinada por alguns condicionantes predisponentes do processo (litologia, solos, relevo, cobertura vegetal, lençol freático, dentre outros). A deflagração e incidência é controlada principalmente, pelas interferências antrópicas advindas das diferentes formas de uso e ocupação dos terrenos. Assim sendo, mesmo terrenos de média suscetibilidade podem apresentar grande incidência de processos erosivos, como decorrência do uso e ocupação que neles forem estabelecidos ou à destinação que a eles for dada.

Com intuito de se aferir melhor essa interrelação, foram realizadas, também, algumas análises quanto ao quadro atual de degradação da UGRHI, devido aos processos erosivos já instalados no seu território, baseando-se no levantamento de erosões urbanas e rurais, realizado pelo IPT (1997a), assim como nos dados coletados por meio dos questionários respondidos por técnicos das prefeituras com sede na Bacia.

O referido levantamento, realizado por IPT (*op. cit.*), aponta a existência de 234 erosões (ravinas e boçorocas) na área estudada. Desse total, 40 (equivalente a 17%) foram cadastradas e

estão associadas a áreas urbanas e periurbanas, e 194 (correspondendo a 83%), foram identificadas a partir de fotointerpretação, estando localizadas na área rural dos municípios.

Buscando-se avaliar de forma relativizada o grau de concentração das erosões nas nove sub-bacias consideradas neste estudo, foi utilizado o Índice de Concentração de Erosões – ICE, obtido pela divisão do número de erosões por 100 km<sup>2</sup> de área de cada sub-bacia.

A partir dos cálculos efetuados para cada sub-bacia, observa-se que o Índice de Concentração de Erosões médio da UGRHI é de duas erosões por 100 km<sup>2</sup> de área. As sub-bacias podem ser agrupadas em quatro classes quanto aos seus ICE:

1. Baixo ICE (0,2 a 1,3) - Fazem parte deste grupo as sub-bacias nº 6 (do Alto Jacaré-Guaçu, com ICE = 0,2), nº 7 (Baixo-Médio Jacaré-Pepira, ICE = 1,2) e nº 5 (Médio Jacaré-Guaçu, ICE = 1,3);
2. Baixo a Médio ICE (>1,3 a 1,9) - Fazem parte deste grupo as sub-bacias nº 2 (Rio Tietê/Rio Lençóis, com ICE = 1,7), nº 8 (Alto Jacaré-Pepira, ICE = 1,7) e nº 9 (Rio Jaú, com ICE = 1,9);
3. Médio a Alto ICE (>1,9 a 2,9) - Estão neste grupo as sub-bacias nº 4 (Baixo Jacaré-Guaçu, com ICE = 2,8) e nº 1 (Rio Tietê/Rio Claro, ICE = 2,9);
4. Alto ICE (2,9 a 3,7) – Apenas a sub-bacia nº 3, do Rio Bauru, está incluída neste grupo.

Comparando-se os resultados obtidos na análise da suscetibilidade à erosão da sub-bacia e aqueles decorrentes dos seus respectivos Índices de Concentração de Erosões – ICE, verifica-se que, apesar da sub-bacia do Rio Bauru (nº 3) ser, caracteristicamente, de média suscetibilidade à erosão, é a que apresenta o maior ICE denotando, portanto, a maior degradação por processos erosivos. Isto se deve à indução provocada pela ocupação, particularmente na área urbana e periurbana do município de Bauru.

Por outro lado, as sub-bacias do Alto Jacaré-Pepira (nº 8) e do Rio Jaú (nº 9), com predomínio de terrenos de **alta** suscetibilidade à erosão, caracterizam-se apenas como de **baixa a média** degradação por processos erosivos indicando que, provavelmente, as diferentes formas de uso e ocupação dessas sub-bacias potencializaram a deflagração destes processos. A sub-bacia do Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4) representa uma condição onde terrenos de **média a alta** suscetibilidade à erosão foram ocupados de forma a gerarem ICE médio a alto, indicando um estágio **médio** de degradação.

A distribuição das erosões não é homogênea dentro das nove sub-bacias da UGRHI, concentrando-se, muitas vezes, em determinados municípios. Com o intuito de detalhar-se melhor os estágios de degradação associados aos municípios pertencentes à Bacia, foi calculado o ICE para cada um deles.

Considerando-se a faixa de valores de ICE, obtida para as áreas municipais dentro da UGRHI, os municípios foram agrupados em cinco intervalos quanto à concentração de erosões (ravinas/boçorocas):

1. Muito baixo (ICE entre 0 a 0,5), municípios: Boracéia, Dourado, Igarçu do Tietê, Itapuí, Itirapina, Macatuba, Analândia (sede fora da UGRHI), São Carlos e Brotas;
2. Baixo (ICE entre 0,5 a 1,7), municípios: Jaú, Bariri, Pederneiras, Araraquara, Torrinha, Areiópolis, Ibaté, Lençóis Paulista, Ribeirão Bonito, Bocaina e Agudos;
3. Médio (ICE entre 1,7 e 3,2), municípios: Barra Bonita, Boa Esperança do Sul, Mineiros do Tietê, Gavião Peixoto, Nova Europa, Arealva, Jacanga e Dois Córregos;
4. Alto (ICE entre 3,2 e 4,9), municípios: Trabiju, Ibitinga, São Manuel, Matão (sede fora da UGRHI) e Tabatinga;
5. Muita Alto (ICE entre 4,9 e 12,8), municípios: Tabatinga, Itaju, Bauru, Borebi e São Pedro (sede fora da UGRHI).

Como era de se esperar, os municípios mais críticos quanto à degradação por ravinas e boçorocas estão localizados nas sub-bacias também consideradas mais críticas. Porém, os dados apresentados de ICE por área municipal auxiliam a identificar melhor, em alguns casos, dentro dessas sub-bacias críticas, os locais mais problemáticos, como é o caso dos municípios de Ibitinga e Itaju, na sub-bacia do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2), e das áreas relativas aos municípios de Ibitinga, Tabatinga e Matão, na sub-bacia do Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4).

A análise do Índice de Concentração de Erosões por limites municipais também auxilia na identificação de trechos críticos em sub-bacias que, na média, não apresentam valores de ICE elevados. A área municipal de São Pedro, na sub-bacia do Alto Jacaré-Pepira (nº 8), constitui-se num exemplo desta situação.

Portanto, esses dados de degradação por erosão devem ser analisados sempre conjuntamente, em função da sua própria natureza espacial e das limitações inerentes à ela, evitando-se conclusões aparentemente antagônicas. Outro aspecto a ser destacado a partir dos resultados obtidos, refere-se ao fato de que as ações de gerenciamento e recuperação das erosões deverão considerar os aspectos político-administrativos, conjugadamente com os aspectos do meio físico e biótico. Dois trechos municipais, com **alta** e **muito alta** incidência de erosões (Matão e São Pedro), fazem parte de municípios com sede em outra UGRHI, porém, esta **alta** degradação por erosão pode interferir diretamente na dinâmica dos recursos hídricos da UGRHI-TJ. O município de São Pedro, por exemplo, está localizado nas cabeceiras da sub-bacia do Alto Jacaré-Pepira (nº 8), podendo constituir-se numa fonte de assoreamento e debilitação da qualidade de água dessa sub-bacia.

Como grande parte das análises sobre degradação por erosão, apresentadas neste Relatório, estão baseadas em estudos anteriores realizados por IPT (1990, 1995, 1997a) e,

portanto, podem estar com alguma defasagem em relação às situações atuais na UGRHI, também foi realizada uma análise comparativa com os dados coletados junto aos questionários respondidos pelas prefeituras da UGRHI. Logicamente esta comparação não inclui os três municípios com sede fora da UGRHI-TJ (Analândia, Matão e São Pedro), uma vez que os questionários não foram aplicados para esses municípios.

Sem considerar os números absolutos de erosões, uma vez que várias prefeituras não dispunham destes dados, observam-se os seguintes resultados:

- a) em 20 dos 34 municípios (58,8%) ocorreu concordância entre o registro de erosões do IPT e do questionário (existência de erosões urbanas ou rurais);
- b) em 12 (35,3%), os dados do IPT apontam a existência de erosões não identificadas pelos questionários das prefeituras;
- c) em 2 (5,9%), os questionários apontam a existência de erosões não identificadas pelos dados do IPT.

Desta forma, pode-se considerar que os dados de ravinas e boçorocas do IPT (1997a), condizem satisfatoriamente com a realidade atual da UGRHI, em relação à degradação por erosão. Com relação às erosões rurais, os dados do IPT, oriundos da interpretação de fotografias aéreas de 1972, parecem estar um pouco acentuados em relação ao quadro atual, uma vez que vários municípios responderam que as erosões rurais foram corrigidas e vêm sendo monitoradas pelos grandes empreendimentos agrícolas (cana de açúcar e laranja, principalmente) existentes na região.

A quantidade de assoreamento pode ser expressa pela relação entre os sedimentos produzidos por uma bacia e a erosão pluvial total (laminar e linear), também conhecida como relação de liberação de sedimentos.

No presente trabalho, a análise do assoreamento foi baseada nos resultados obtidos na caracterização do meio físico da UGRHI e, em particular, naqueles relativos à degradação por processos erosivos e os dados coletados nos questionários respondidos pelas prefeituras.

Considerando-se os fatores de assoreamento (declividade média, suscetibilidade à erosão e ICE), e admitindo-se que o ICE representa o fator mais importante, entre os analisados, na questão do fornecimento de sedimento potencial para o assoreamento, mesmo que a erosão já tenha sido recuperada, podemos agrupar as sub-bacias da UGRHI em três níveis qualitativos de potencialidade de degradação por assoreamento:

- a) Alta: sub-bacias do Rio Tietê/Rio Claro (nº 1), do Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4) e do Rio Bauru (nº 3);
- b) Média: sub-bacias do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2), do Alto Jacaré-Pepira (nº 8) e do Rio Jaú (nº 9);

- c) Baixa: sub-bacias do Alto Jacaré-Guaçu (nº 6), Baixo-Médio Jacaré-Pepira (nº 7) e Médio Jacaré-Guaçu (nº 5).

Os dados mais concretos para análise da condição de degradação por assoreamento da UGRHI-TJ residem nos questionários aplicados aos municípios, ainda que os mesmos também sejam, principalmente, qualitativos. A ocorrência do assoreamento é discriminada e parcialmente quantificada, em relação ao número de drenagens afetadas, sempre que esta informação foi fornecida pela prefeitura. Outro parâmetro, importante para análise do grau de criticidade do assoreamento apresentado, refere-se à informação se ele está interferindo ou não no sistema de abastecimento de água da cidade em questão.

A análise dos dados obtidos junto às prefeituras indica que os municípios que apresentam mais registros de assoreamento estão localizados nas sub-bacias do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2), do Rio Tietê/Rio Claro (nº 1), do Rio Bauru (nº 3), do Alto Jacaré-Guaçu (nº 6) e Alto Jacaré-Pepira (nº 8). Essas sub-bacias, com exceção do Alto Jacaré-Guaçu, foram classificadas como de alta e média potencialidade ao assoreamento pelos fatores controladores.

No caso da sub-bacia do Alto Jacaré-Guaçu (nº 6), esta condição de assoreamento acima da obtida pela análise dos fatores controladores deve estar associada à presença de parte do município de São Pedro nas cabeceiras desta sub-bacia. Ele apresenta o maior índice de concentração de erosões, porém possui sede fora da UGRHI e, portanto, não participou do levantamento de dados sobre assoreamento realizado junto às prefeituras. Entretanto, parece que esta área está atuando como fonte de sedimentos para o assoreamento dos municípios à jusante (Torrinha e Dois Córregos) e da sub-bacia como um todo.

Os municípios de Borebi e Lençóis Paulista, localizados na sub-bacia do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2), e os municípios de Torrinha e Dois Córregos (parcialmente), localizados na sub-bacia do Alto Jacaré-Pepira (nº 8), merecem destaque, pois seus questionários indicam que o assoreamento está interferindo ou pode vir a interferir diretamente no sistema de abastecimento de água destes municípios.

As confluências dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira com o Rio Tietê também encontram-se bastante assoreadas, sendo que os depósitos são passíveis de identificação na imagem de satélite LANDSAT de 1997 (resolução máxima em torno de 30 m), também utilizada na elaboração da carta de uso e ocupação da UGRHI-TJ (Item 6.4). Estes expressivos depósitos devem estar associados a vários ciclos de deposição de sedimentos, oriundos de erosões a montante, nas sub-bacias nºs 4, 5 e 6, no caso do Rio Jacaré-Guaçu e nas sub-bacias nºs 7 e 8, no caso do Rio Jacaré-Pepira.

Uma série de fatores condicionantes naturais e antrópicos, dentre eles os assoreamentos, potencializam as inundações. A inundação é uma cheia que extravasa o leito menor do rio ou drenagem, alcançando o seu leito maior ou planície de inundação. Também utiliza-se o termo

alagamento para o acúmulo d'água em regiões baixas, não associadas diretamente às linhas de drenagem.

A caracterização da UGRHI quanto à degradação por inundações foi realizada tendo por base principalmente os dados levantados junto as prefeituras. Constatou-se, a partir dos dados obtidos, que os locais sujeitos a inundações e cheias referem-se, principalmente, às áreas urbanas e periurbanas. Sempre que disponível, também foram levantadas as datas dos eventos de inundação registrados nestes municípios.

Os municípios foram agrupados em três classes quanto a ocorrência de eventos de inundações:

1. Sem registro de locais com inundação;
2. Pelos menos um local com ocorrência de eventos de inundação;
3. Mais de um local com ocorrência de eventos de inundação.

Salienta-se que, apesar do questionário respondido pela Prefeitura de Bauru não apontar eventos de inundação no município, sabe-se da ocorrência de vários eventos desta natureza na área de influência do Rio Bauru, portanto, este município foi classificado na categoria 3.

Verifica-se que os municípios onde as inundações parecem ser mais freqüentes situam-se, principalmente, no extremo sul/sudeste da sub-bacia do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2) nas sub-bacias do Médio (nº 5) e Alto Jacaré-Guaçu (nº 6), e na sub-bacia do Rio Bauru (nº 3).

As sub-bacias Baixo-Médio Jacaré-Pepira (nº 7) e Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4) também possuem municípios com locais de inundação. Além dos pontos de inundação em áreas urbanas, ao qual a grande maioria dos dados se refere, o município de Mineiros do Tietê, localizado na sub-bacia do Rio Tietê/Rio Lençóis (nº 2), e o município de Trabiju, ocupando as sub-bacias do Baixo Jacaré-Guaçu (nº 4) e Baixo-Médio Jacaré-Pepira (nº 7), possuem registros de inundações e enchentes na zona rural.

Toda a região das confluências dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira com o Rio Tietê constitui-se numa zona potencial de inundações e enchentes, uma vez que os canais destes rios nesses locais, encontram-se bastante assoreados, reduzindo suas capacidades de vazão.

Outro aspecto a ser destacado refere-se à correlação entre os locais de inundação mais freqüente e a distribuição de chuvas na UGRHI. As sub-bacias do Médio (nº 5) e Alto Jacaré-Guaçu (nº 6), que apresentam municípios com eventos de inundações recorrentes, são também aquelas onde ocorrem os maiores índices pluviométricos da UGRHI.

Por outro lado, a sub-bacia do Rio Bauru (nº 3), e em particular o município de Bauru, localizam-se numa zona de baixa precipitação média, indicando que as inundações nesta área são provocadas por outros condicionantes, além de mostrar que as inundações dependem mais da intensidade da chuva do que do valor absoluto de precipitação média.

Tendo em vista que se constata que os terrenos da UGRHI apresentam relevante propensão ao desenvolvimento de processos erosivos e que a situação instalada - ainda que considerando-se registros aerofotográficos de cerca de 30 anos atrás – demonstra numerosas erosões espalhadas no seu território, urge a necessidade da adoção de uma série de ações, medidas e políticas, norteadas e articuladas os Programas de Duração Continuada (PDC), sob pena de serem atingidos patamares insustentáveis de comprometimento de mananciais de superfície ou de outras degradações ambientais.

Em muito curto prazo, o CBH pode já balizar critérios para a tomada de recursos financeiros, na parcela destinada no **PDC-09 “Prevenção e Defesa Contra a Erosão do Solo e o Assoreamento dos Corpos D’água-PPDE”**, a partir do nível de criticidade constatado para as sub-bacias e municípios, adotando como referência os ICE, integrados com a análise da suscetibilidade natural à erosão do território municipal no qual se pleiteia o desenvolvimento do projeto.

Ainda em curto prazo, recomenda-se a execução de um voo recobrindo a área total da Bacia, em escala 1:25.000, com vistas à atualização de instrumento de monitoramento remoto da formação e evolução das erosões lineares, podendo ser utilizado, também, com várias outras finalidades. Esse trabalho insere-se no **PDC-01 “Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos – PGRH”** e deverá subsidiar uma série de outros projetos e ações em outros PDC, conforme descrito na seqüência.

Esse projeto pode ser desenvolvido, também, a partir de negociações com as UGRHI vizinhas, com outros Estados e com a União, no âmbito do **PDC-11 - "Articulação Interestadual e com a União - PAIU”**, uma vez que as bacias limítrofes apresentam a mesma lacuna de registro aerofotográfico, de grande valia para uma série de aplicações em estudos e projetos de recursos hídricos.

Para o efetivo controle dos processos erosivos na Bacia, deverão ser promovidas várias iniciativas no curto e médio prazos, a partir dos resultados ora obtidos, contemplando estudos de atualização e detalhamento; estabelecimento de diretrizes e orientações; modificações e inovações em códigos de obras municipais; geração de instrumentos de gestão do uso e ocupação do solo; e adoção de medidas complementares de caráter institucional e educativo, que deverão ser desenvolvidos articuladamente no âmbito dos Programas de Duração Continuada (PDC), conforme apresentado a seguir.

- **PDC-01 - Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos (PGRH)**

⇒ *Efetuar mapeamento de locais de cabeceiras de drenagem situadas em áreas de criticidade alta e estabelecer diretrizes e orientações técnicas para a implantação de mata ciliar e proteção das encostas, por meio da revegetação com espécies nativas da região.*

Esses locais deverão ser mantidos como áreas de preservação permanente, notadamente nos casos de se tratar de cabeceiras de mananciais de abastecimento público.



⇒ *Desenvolver programas de educação ambiental e de divulgação voltados para a popularização, entre os agricultores da região, da utilização de técnicas conservacionistas do solo, na prevenção e combate à erosão na forma laminar e de pequenos sulcos.*

• **PDC-08 - Prevenção e Defesa contra Inundações (PDDI)**

- ⇒ *Desenvolver e implementar metodologia para zoneamento de áreas inundáveis;*
- ⇒ *Estabelecer critérios que subsidiem o disciplinamento do uso do solo em áreas inundáveis;*
- ⇒ *Desenvolver projeto de identificação, cadastramento e espacialização de áreas urbanas e rurais assoreadas, estabelecendo-se diretrizes e orientações voltadas para a correção dos problemas constatados, assim como para a prevenção da evolução do processo;*
- ⇒ *Elaborar diagnósticos e planos de macrodrenagem, em nível de sub-bacias e, também, relativamente às áreas urbanas identificadas com problemas de inundações;*
- ⇒ *Desenvolver, operar e manter atualizado sistema de informações sobre áreas inundáveis;*
- ⇒ *Desenvolver projetos de cooperação com municípios, compreendendo subsídios técnicos para controle e defesa contra inundações;*
- ⇒ *Elaborar manual técnico dirigido aos municípios, constando de orientações para controle e defesa contra inundações.*

• **PDC-09 - Prevenção e Defesa contra a Erosão do Solo e o Assoreamento dos Corpos D'água (PPDE)**

- ⇒ *Desenvolver diagnóstico atualizado, efetuando-se recadastramento geral para todos os municípios com área total ou parcial na UGRHI, por meio de estudos de detalhe com cadastro das erosões urbanas e periurbanas, identificação das causas e estabelecimento de orientações e diretrizes de controle, bem como estimativas de custos e priorização de correções;*
- ⇒ *Efetuar diagnóstico atualizado das áreas rurais da UGRHI, compreendendo levantamento geral em todos os municípios, com estudo de detalhe em feições erosivas previamente fotointerpretadas e em locais potencializadores do processo (culturas anuais e pastagens; estradas de terra e asfaltadas; dentre outras intervenções de interesse), contemplando informações sobre orientações e diretrizes de controle, bem como estimativas de custos e priorização de correções, revegetação e aplicação de práticas de conservação do solo;*
- ⇒ *Elaborar mapa de suscetibilidade e de risco à erosão da UGRHI, na escala 1:250.000, reavaliando-se a hierarquização das classes de suscetibilidade e de criticidade das sub-bacias ora estabelecidas; deverão ser indicados municípios e sub-bacias nos quais serão necessários maiores detalhamentos;*
- ⇒ *Efetuar detalhamentos nas áreas urbanas de suscetibilidade e criticidade alta e muito alta, a partir dos resultados obtidos na escala 1:250.000, compreendendo cartas geotécnicas e de risco de erosão (esses instrumentos apresentam as vocações, condicionantes e fragilidades do meio físico e apontam as formas de implantação de usos e ocupação do solo ambientalmente sustentáveis).*

Os resultados obtidos nesses trabalhos deverão ser integrados aos Planos Diretores Municipais, com a incorporação, na lei de parcelamento do solo e no código de obras, de especificações técnicas referentes à prevenção e controle da erosão urbana, tal como a

obrigatoriedade de instalação completa de infra-estrutura nos loteamentos populares e conjuntos habitacionais como COHAB e CDHU, dentre outros.

⇒ *Elaborar detalhamentos nas zonas rurais e sub-bacias, classificadas na escala 1:250.000 como de suscetibilidade e criticidade alta, compreendendo a execução de cartas de capacidade de uso das terras, que apresentam as vocações, condicionantes e fragilidades do solo e apontam as formas de intervenção ambientalmente sustentáveis, sejam elas de natureza agrícola, pecuária ou quaisquer outros tipos de ocupação.*

Essas cartas deverão constituir subsídios que norteiem a aplicação de técnicas de prevenção, desenvolvidas no âmbito de planos e programas governamentais (Programa Melhor Caminho, Plano Estadual de Microbacias Hidrográficas, Programa Água Limpa, dentre outros), notadamente nas áreas das sub-bacias de suscetibilidade à erosão alta e muito alta, onde se praticam culturas anuais e de pastagem.

## 12.6 Mineração

A mineração é uma atividade modificadora do meio ambiente que deve ser considerada no Plano da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré, pois embora pontualmente possa ter um significado pouco expressivo, o conjunto de minerações, bem como sua associação a outras atividades que possam alterar os diversos processos que atuam no meio físico, tais como erosão, assoreamento, escorregamentos, movimentação da água em superfície e em subsuperfície, interações físico-químicas com a água superficial e subsuperficial, além de outros, tendem a compor os prováveis impactos ambientais negativos nas águas superficiais e subterrâneas.

Assim sendo, recomenda-se um conjunto de ações que deverão ser implementadas, no bojo dos **Programas de Duração Continuada (PDC)**, efetuando-se estudos e executando-se projetos, conforme descritos a seguir.

- **PDC-09 - Prevenção e Defesa Contra a Erosão do Solo e o Assoreamento dos Corpos D'água (PPDE)**

⇒ *Desenvolver estudo de diagnóstico dos impactos nos recursos hídricos das extrações minerais, contemplando o cadastramento global das áreas regularizadas e não regulares na UGRHI, inclusive os locais de extração de solo de alteração (saibreiras ou áreas de empréstimo), classificando-as como ativas, desativadas e paralisadas, obtendo-se coordenadas UTM (Escala mínima de trabalho: 1:10.000), avaliando-se os efeitos na erosão, assoreamento, inundação e qualidade da água e estabelecendo-se diretrizes e orientações técnicas para que os municípios exerçam controle sobre essas atividades;*

⇒ *Desenvolver auditoria ambiental em cada mineração ativa ou paralisada da região;*

⇒ *Executar diagnóstico ambiental das áreas de mineração desativadas;*

⇒ *Formular diretrizes para recuperação de áreas degradadas;*

⇒ *Executar e implementar sistema informatizado de monitoramento ambiental da atividade de mineração, nos moldes do existente para a Bacia do Guarapiranga, em São Paulo (IPT, 1997b).*

## 12.7 Considerações finais

O levantamento, sistematização, tratamento e análise dos dados e informações dos diversos temas abordados revelam um sensível avanço no conhecimento dos fatores intrinsecamente relacionados com os recursos hídricos superficiais e subterrâneos da UGRHI do Tietê-Jacaré, seja relativamente aos seus aspectos qualitativos, seja quantitativos.

Constata-se, por um lado, um acervo de dados bastante significativo, que se refere a conjuntos numerosos de variáveis ou parâmetros ou constituem séries de medições bastante prolongadas no tempo; paradoxalmente, são identificadas lacunas importantes relacionadas à natureza do dado, à malha ou número de pontos de coleta, ou ainda, ao nível ou escala de trabalhos existentes.

Assim sendo, acredita-se que o diagnóstico ora realizado, elaborado em conformidade com as recomendações do CORHI, cumpriu os objetivos e metas propostos, os quais se constituíam no conhecimento do estado da arte dos recursos hídricos da Bacia e identificação das lacunas a ser preenchidas, consubstanciando-se no instrumento básico para o planejamento das ações que deverão ser executadas para a sua contínua melhoria, não apenas no âmbito da Bacia, mas, também, fornecendo elementos para a integração com as UGRHI vizinhas, no bojo do Relatório Zero do Estado e do PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos, particularmente para o quadriênio 2000-2003.

São Paulo, 14 de março de 2000.

### DIVISÃO DE GEOLOGIA

Agrupamento de Geologia Aplicada ao Meio  
Ambiente

.....  
Geól<sup>o</sup>. José Luiz Albuquerque Filho  
Chefe do Agrupamento  
CREASP-0600998502 - RE-6093.9

### DIVISÃO DE GEOLOGIA

Agrupamento de Geologia Aplicada ao Meio  
Ambiente

.....  
Geól<sup>o</sup>. Oswaldo Augusto Filho  
Pesquisador  
CREASP-0601241174 - RE-7729.7

### DIVISÃO DE GEOLOGIA

.....  
Geól<sup>o</sup>. Omar Yazbek Bitar  
Diretor  
CREASP-0600732342 - RE-7692.7