

## 5 CARACTERIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

A realização da caracterização da diversidade biológica ou biodiversidade da UGRH - 13 (Tietê-Jacaré), defrontou-se com duas dificuldades operacionais, a saber: a correta conceituação de biodiversidade, e a inexistência de levantamentos biológicos sistemáticos.

A primeira dificuldade foi contornada após o intenso rastreamento bibliográfico em vários órgãos institucionais, incluindo pesquisas biológicas, biogeográficas e até paleontológicas, o que possibilitou a obtenção da seguinte conceituação proposta pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo - SMA (1997b): “BIODIVERSIDADE é a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo a totalidade de genes, espécies, ecossistemas e complexos ecológicos. Dentro de um enfoque sistêmico, inclui-se também as populações humanas e sua diversidade cultural”.

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

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

### 5.1 Flora

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

Diante da inexistência de dados sistematizados de fácil acesso, a análise das fanerógamas será centralizada nas ocorrências remanescentes dos cerrados na área da UGRHI 13.

#### 5.1.1 Cerrados

Sabe-se que o CERRADO caracteriza-se como um complexo de formações vegetais que apresenta fisionomia e composição florística variáveis: campestres (campo limpo), savânicas (campo sujo, campo cerrado e cerrado *stricto sensu*) e florestais (cerradão), formando um mosaico ecológico. Pode ser definido da seguinte maneira: “o cerrado é uma mistura de árvores baixas e um bem desenvolvido estrato herbáceo rasteiro” (GOODLAND & FERRI, 1978, *apud* SMA, 1997b).

Em termos nacionais, encontra-se quase totalmente sob clima tropical; somente na sua borda sul, em altitudes moderadas de São Paulo, especialmente no sudeste deste Estado, e em altitudes maiores (1.000-1.700m) no sul de Minas Gerais, sofre o efeito de leves geadas em algumas noites de inverno (segundo EITEN, 1993, *apud* SMA, 1997b).

No Estado de São Paulo, o cerrado ocorre principalmente na região centro-oeste, interrompido por outras formações vegetais, como nas proximidades de Campinas, Ribeirão Preto, Franca e Altinópolis.

Apesar de constituir-se na segunda maior formação vegetal brasileira, depois da Floresta Amazônica, os cerrados não foram incluídos no Capítulo 6º Meio Ambiente, artigo 225, parágrafo 4º, da Constituição Brasileira, que protege os grandes biomas, transformando-os em Patrimônio Nacional. Tal bioma fica, portanto, muito fragilizado frente à legislação, só sendo protegida pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65).

A biodiversidade do cerrado, além de pouco protegida, ainda é pouco conhecida, muito pouco manejada de maneira sustentada, e continua ameaçada.

A flora do cerrado também não é ainda completamente conhecida, embora grande número de espécies já tenha sido descrito. Estima-se que a sua biodiversidade florística possa alcançar entre 4 e 10 mil espécies vasculares, superior à grande parte de outras floras mundiais (SMA, 1997b, p.12).

Com base nos dados apresentados pela SMA (1997b), as espécies mais comuns encontradas nos cerrados do Estado de São Paulo e o potencial econômico das plantas nativas dos cerrados são apresentados nos ANEXOS B e C. Em termos de potencialidade econômica destacam-se as áreas de:

- a) alimentos: já se conhecem cerca de 80 espécies que fornecem frutos, sementes ou palmitos que servem à alimentação do homem;
- b) produção de fibras;
- c) produção de cortiça: com cerca de 20 espécies conhecidas que são utilizadas para tal fim;
- d) produção de tanino;
- e) produção de gomas, resinas, bálsamo e látex;
- f) produção de óleos e gorduras;
- g) uso medicinal: mais de 100 espécies vegetais são usadas para a cura e a prevenção de doenças;
- h) para artesanato;
- i) plantas apícolas (concernentes à criação de abelhas).

É válido destacar a importância da ocorrência remanescente dos cerrados na área da UGRHI-13, uma vez que tal cobertura vegetal vem sendo sistematicamente descaracterizada em todo o território brasileiro, cedendo lugar às atividades agropecuárias, principalmente cana de açúcar, citricultura e gado bovino, bem como aos reflorestamentos incentivados de *Eucalyptus sp.*

A FIGURA 5.1 ilustra os limites envoltórios de fragmentos menores de cerrado, bem como suas maiores ocorrências.

Figura 5.1

É válido salientar que na área da UGRHI-13 ocorrem várias Unidades de Conservação Ambiental, que, sem dúvida colaborarão na preservação da diversidade biológica aí existente.

O maior índice de ocorrência dessas unidades de conservação coincide com a área delimitada pela SMA (1997b) como área prioritária para conservação da flora do cerrado, conforme mostrado na FIGURA 5.1.

A título de exemplo, cita-se a Estação Ecológica de Itirapina, localizada nos municípios de Itirapina e Brotas, e cuja vegetação nativa é representada pelo cerrado, campo-cerrado e banhado. Também existem florestas plantadas de *Pinus* sp e *Eucaliptus* sp.

A Estação Ecológica de São Carlos protege área remanescente de floresta estacional semidecídua, que tem como principal elemento da flora a peroba-rosa (*Aspidosperma cylindrocarpon*)

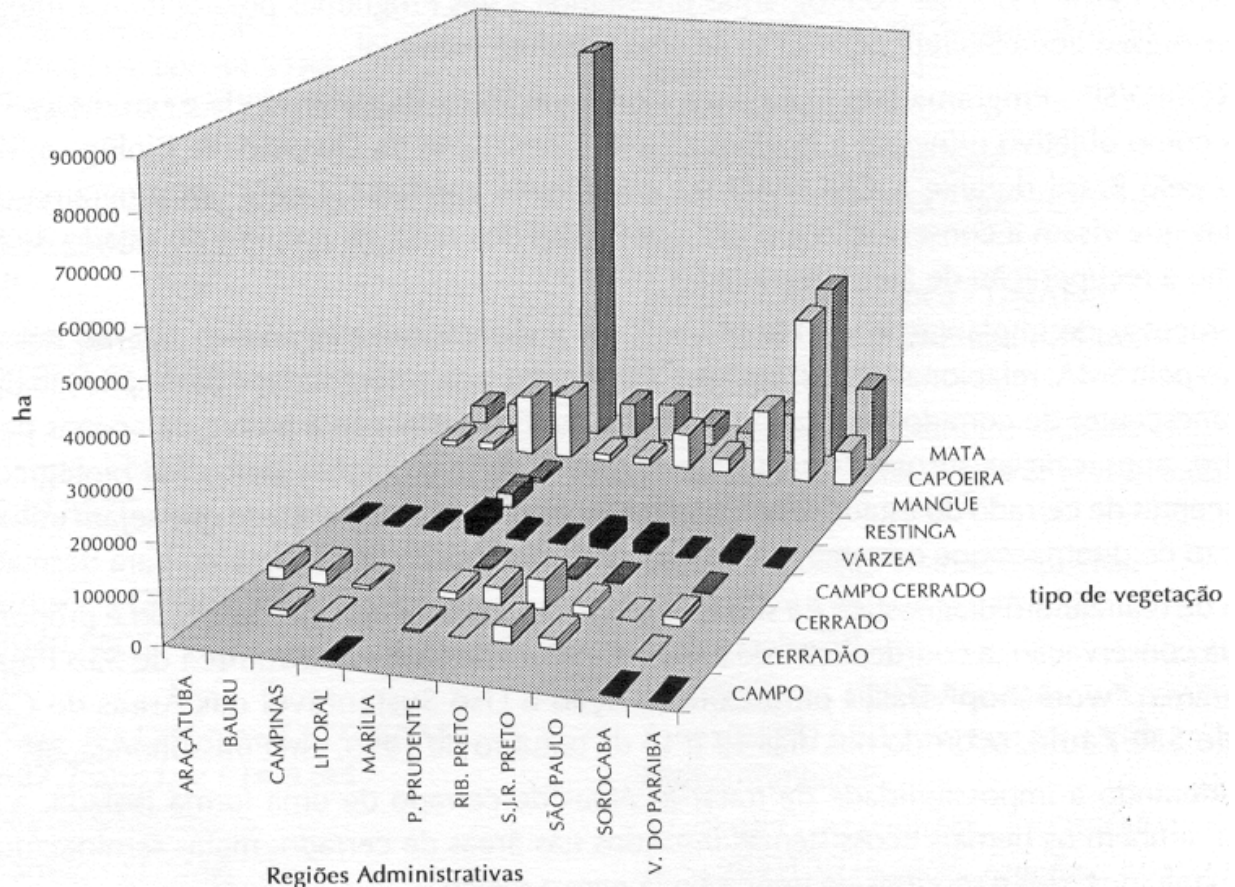
Na Estação Ecológica de Sebastião Aleixo da Silva, localizada em Bauru, as florestas estacionais semidecíduas primária e secundária ocupam, respectivamente, dois terços e um terço da área total da unidade. As espécies vegetais predominantes são:

- guaritá (*Astronium graveolens*)
- paineira (*Chorisia speciosa*)
- ipê-amarelo (*Tabebuia caraiba*)
- louro-pardo (*Cordia trichotoma*)
- peroba (*Sweetia elegans*)
- araticum (*Anona coriacea*)
- leiteiro (*Sapium glandulatum*)
- jaracatiá (*Jaracatia* sp)
- pau-de-lagarto (*Lacistema hasslerianum*)
- pau-de-óleo (*Copaifera langsdorffii*)
- pau-marfim (*Balphourodendron riedelianum*), entre outras.

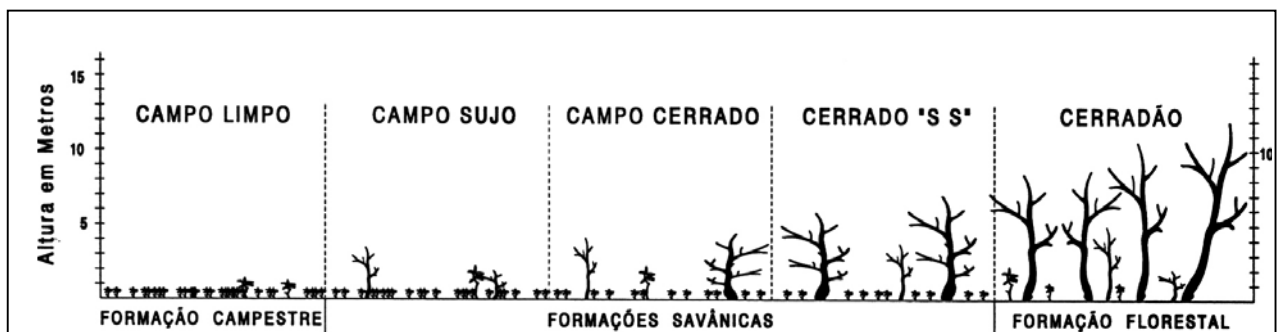
A APA (Área de Proteção Ambiental) Corumbataí, Botucatu e Tejupá tem representatividade na região da UGRHI-13, apenas em pequenos trechos no sul e no leste da bacia hidrográfica ora estudada, dentro dos perímetros de Botucatu e Corumbataí, englobando trechos dos municípios de São Manuel e Itirapina.

A cobertura vegetal original desta APA é constituída por cerrados, cerradões, matas ciliares e formações vegetais associadas aos banhados; essa cobertura vem, há muito tempo, sofrendo desmatamentos, inicialmente devido à expansão cafeeira e, mais recentemente, em função da cultura da cana-de-açúcar e da pecuária extensiva. Apesar desse fato, ainda ocorrem diversas áreas que apresentam cobertura vegetal natural de grande importância, associada, em geral, às escarpas das Cuestas Basálticas, e a fundos de vales e planícies fluviais, além dos remanescentes de matas mesófilas localizadas em colinas suaves.

A partir do Inventário Florestal do Estado de São Paulo, realizado pela SMA (1993), a cobertura vegetal natural da Região Administrativa de Bauru exibe os seguintes tipos de vegetação: cerradão, cerrado, várzea, capoeira e mata (FIGURA 5.2). A FIGURA 5.3. apresenta uma melhor visualização das fisionomias típicas do cerrado.



**FIGURA 5.2 – Cobertura Vegetal Natural nas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo – dados de 1990-92 (SMA, 1993).**



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

As *capoeiras* representam um estágio arbustivo alto ou florestal baixo na sucessão secundária para floresta, depois do corte, do fogo ou de outros processos predatórios. Do ponto de vista fitofisionômico, caracterizam-se como vegetação secundária, que sucede à derrubada das

florestas, constituídas principalmente por indivíduos lenhosos, de segundo ciclo de crescimento, a partir da floresta primária, e por espécies espontâneas, que invadem as áreas devastadas, e que exibem porte variável, desde arbustivos até arbóreos, com árvores finas e compactamente dispostas, conforme enunciado por KRONKA *et al.* (1998).

As *matas* representam formações vegetais inteiramente dominadas por árvores, de estrutura complexa, apresentando grande riqueza de espécies, em três estratos distintos:

- a) estrato superior, relativamente pouco denso, formado por indivíduos de 15 a 20 metros de altura, de troncos cilíndricos, com esgalhamento médio e alto;
- b) estrato intermediário, com alta densidade, constituído por indivíduos de 10 a 15 metros, com copas mais fechadas;
- c) estrato inferior, constituído por ervas e arbustos de até 3 metros de altura.

Quanto à vegetação das várzeas, essas têm composição variável, em função da sua maior ou menor proximidade dos rios. Tal fato acarreta um período de alagamento variável, que será maior quanto mais próxima essa vegetação estiver dos rios, principalmente daqueles que sofrem cheias maiores e mais duradouras.

Em suma, a área correspondente a UGRHI-13 exibe uma pequena cobertura vegetal natural que deve ser preservada, independente das diferentes formas de uso do seu solo.

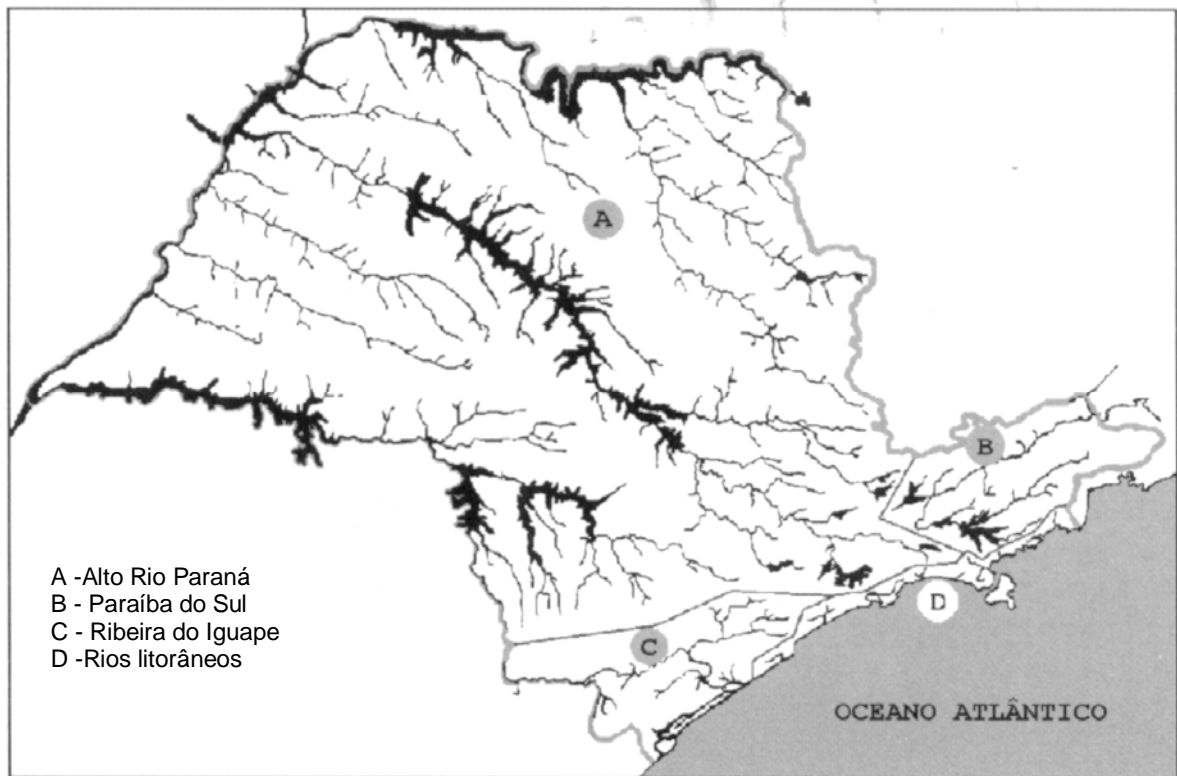
## **5.2 Fauna**

### **5.2.1 Ictiofauna dulcícola**

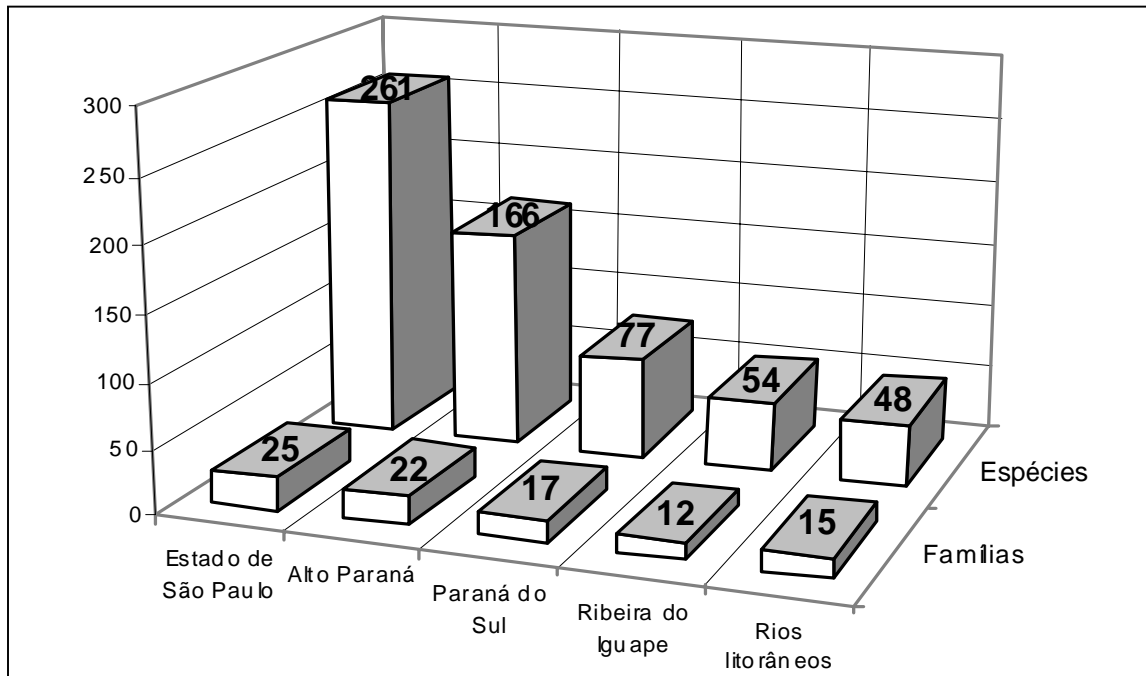
No tocante aos registros faunísticos, os dados são mais escassos, frente aos restritos estudos existentes na literatura disponível, concentrados principalmente nos vertebrados.

Em relação à ictiofauna de água doce, a região ora estudada, segundo zoneamento realizado por CASTRO & MENEZES (1998, *apud* JOLY & BICUDO, 1998b), pertence ao complexo da bacia do alto Rio Paraná (A), englobando as bacias dos Rios Tietê, Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, conforme mostrado na FIGURA 5.4. Os estudos sobre o tema, ainda incipientes, revelam para o conjunto dulcícola do Alto Paraná, a presença de 22 famílias e 166 espécies, ocupando o 1º lugar em diversidade biológica no Estado de São Paulo, segundo dados mostrados por CASTRO e MENEZES (*op.cit.*) e ilustrados na FIGURA 5.5.

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



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



**FIGURA 5.5 – Diversidade taxonômica conhecida da ictiofauna dulcícola do Estado de São Paulo (em número de espécies e famílias) segundo CASTRO e MENEZES (1998, *apud* JOLY & BICUDO, 1998b).**

Outrossim, é válido ressaltar que a ação humana, materializada na área pelo desmatamento e uso extensivo de fertilizantes e pesticidas, associados à agropecuária mecanizada extensiva e à construção de barragens hidrelétricas, transformou as bacias hidrográficas regionais,

incluindo a UGRHI do Tietê-Jacaré, em uma sucessão interconectada de grandes lagos artificiais (Represa de Ibitinga e Barra Bonita). Tal fato tem acarretado inúmeras quebras na diversidade biológica ictiofaunística regional; como exemplo, pode ser citado o caso das diversas espécies de piracema, que estariam provavelmente extintas em nível local, não fossem as contínuas introduções de larvas artificialmente produzidas pelas companhias geradoras de energia elétrica. Por outro lado, as espécies de peixes presentes nas cabeceiras hidrográficas são direta e imediatamente afetadas por quaisquer alterações nas imediações de seus cursos d'água. Maiores dados sobre o tema podem ser obtidos em JOLY & BICUDO (1998b).

### 5.2.2 Anfíbios

Com base em HADDAD (1998, *in* JOLY & BICUDO, 1998b), uma compreensão adequada da biodiversidade dos anfíbios do Estado de São Paulo pressupõe que o grupo deva ser analisado, enfocando as duas ordens representadas no Estado, a saber:

- Ordem Anura (sapos, rãs e perereca);
- Ordem Gymnophiona (cobras-cegas).

Os anuros correspondem ao grupo mais diversificado e conhecido. Os gimnofionos, em função de seus hábitos criptobióticos (vivem em galerias subterrâneas escavadas), são pobremente conhecidos. A ordem Caudata (salamandras), terceiro grupo de formas atuais dos anfíbios, não se encontra representada nos ecossistemas do sudeste do Brasil. No Estado de São Paulo, atualmente são conhecidas cerca de 180 espécies de anfíbios anuros, o que corresponde a aproximadamente 35% das espécies conhecidas para o Brasil e cerca de 5% da diversidade mundial de anfíbios.

Em consequência dos desmatamentos ocorridos, algumas espécies provavelmente endêmicas, só conhecidas para o Estado de São Paulo, estão desaparecendo, e talvez até estejam extintas, em função provavelmente da redução da cobertura vegetal.

Por outro lado, as espécies de anuros de áreas mais abertas, como aquelas originalmente cobertas por cerrados, têm expandido geograficamente seus limites, em detrimento das espécies de mata. Ao mesmo tempo, algumas espécies de matas, que ocorrem em clareiras naturais, se adaptaram às novas condições dos ambientes abertos, tais como *Hyla faber* (*Hylidae*) e *Eleutherodactylus juipoca* (*Leptodactylidae*).

No caso da UGRHI 13, na área recoberta pelos fragmentos de cerrados, a anurofauna é bastante empobrecida frente a outros ecossistemas mais úmidos, tais como florestas ombrófilas, por exemplo. Os ambientes abertos dos cerrados paulistas permitem poucas especializações reprodutivas aos anuros, restringindo o número de grupos filogenéticos que podem ocupar este ecossistema.



### 5.2.3 Répteis

Em relação aos répteis, existem dados mais consistentes e completos, indicando a ocorrência de 186 espécies de répteis no Estado de São Paulo, a saber: 02 jacarés, 11 quelônios, 10 anfíbenídeos, 38 lagartos e 125 serpentes. O número total de espécies corresponde a 40% das espécies registradas para o Brasil e a aproximadamente 3% da diversidade mundial de répteis (MARQUE, ABE & MARTINS, 1987, *apud* JOLY & BICUDO, 1998b). Tais autores avaliam que, considerando-se a área do Estado, em relação à do país, a riqueza de espécies é elevada. Esta alta riqueza pode ser parcialmente explicada pela grande diversidade de ecossistemas, destacando-se, no caso específico, as florestas ombrófilas densas, as florestas estacionais semidecíduais e os cerrados. O Estado de São Paulo parece ser também o limite de distribuição setentrional e meridional para várias espécies de répteis, tanto terrestres (MÜLLER, 1973, *apud* MARQUES *et al.*, *op. cit.*), como marinhos.

No continente, algumas espécies estão nitidamente associadas a ambientes florestais, enquanto outras parecem ser exclusivas de áreas abertas. Em relação aos habitats em que vivem, de modo geral, podem ser reconhecidos dois grandes grupos.

O primeiro grupo é formado pelas espécies que vivem na mata atlântica (floresta ombrófila densa). Este ambiente comporta 18 lagartos, 02 anfíbenídeos, 50 serpentes e 02 espécies de cágados. A espécie de maior porte (*Hydromedusa tectifera*) pode ser também encontrada em rios que cortam matas estacionais ou mesmo cerrado, caso que pode ocorrer nas áreas de cerrados e mata semidecídua da UGRHI 13.

O segundo grupo de répteis, que inclui o restante das espécies, distribui-se principalmente no interior do Estado, em regiões onde a vegetação nativa é ou era constituída basicamente por cerrados e florestas estacionais semi-decíduais. Algumas espécies do interior do Estado, conforme salienta MARQUES, ABE e MARTINS (*op.cit.*), são típicas de áreas abertas e ocorrem em algumas fisionomias do cerrado, tais como os lagartos *Micrablefarus atticolus* e *Tropidurus itambere*, e as serpentes *Waglerophis merremi* e *Crotalus durissus*, ao passo que outras dependem de formações mais densas, como cerradões e florestas estacionais semidecíduais, como por exemplo, o lagarto *Urostrophus vauquierii* e a serpente *Taeniophallus occipitalis*. Como se conclui do exposto, os dados sobre a biodiversidade dos répteis são escassos, estando a exigir estudos mais detalhados.

### 5.2.4 Aves

Com base nos dados apresentados por SILVA (1998, *in* JOLY e BICUDO, 1998b), calcula-se, hoje, cerca de 9.700 espécies viventes de aves do planeta. A América do Sul possui cerca de 3.200 espécies; destas, 1.677 são registradas para o Brasil e 738 para o Estado de São Paulo, distribuídas em 70 famílias.

Como seria esperado para um Estado com vocação nitidamente florestal, a grande maioria das espécies está associada à mata atlântica e à mata mesófila. Juntos, estes dois biomas abrigam aproximadamente dois terços da avifauna do Estado.

Na área da UGRHI-13, a maior riqueza específica de aves deve ser encontrada nas áreas de matas semidecíduas e nos fragmentos dos cerrados e cerradões, além das áreas correspondentes às Unidades de Conservação Ambiental.

Na Estação Ecológica de São Carlos, por exemplo, ocorrem, entre outras, as seguintes espécies de aves:

- garça (*Egretta thula*)
- pica-pau (*Celeus flavescens*)
- gavião (*Buteo platypterus*)
- pompa (*Columba spp*)
- jacu (*Penelope obscura*)

A Estação Ecológica de Itirapina abriga grande diversidade de aves, onde se destacam as seguintes espécies:

- canário da terra (*Sicalis flaveola*)
- codorna-buraqueira (*Nothura boraquira*)
- seriema (*Cariama cristata*)
- ema (*Rhea americana*)

No tocante aos cerrados, citam-se como aves bioindicadores deste ambiente, as seguintes:

- gralha-do-cerrado (*Cynocorax cristatellus*)
- suiriri-do-cerrado (*Suiriri affinins*)
- chibum (*Elaenia chiriquensis*)
- beija-flor de canto (*Colibri serrirostris*)
- picapau-chorão (*Picuides mixtus*)
- arapacu-do-cerrado (*Lepidocolaptes angustirostris*)
- choca-de-asa-ruiva (*Thamnophilus torquatus*)

### 5.2.5 Mamíferos

A grande diversidade de plantas existentes no cerrado é acompanhada por diversidade similar de animais, mesmo levando-se em conta o baixo grau de endemismo de vertebrados. Tal fato é explicado pelo grande número de nichos ecológicos existentes em tal bioma e pela forte influência das faunas da Mata Atlântica e da Floresta Amazônica. Mais de 90% dessa rica fauna do cerrado encontra-se em áreas não preservadas, sendo que muitas de suas espécies já se encontram ameaçadas de extinção, tais como, tamanduá-bandeira, tatu-canastra, tatu-bola, veado campeiro, lobo-guará, onça-pintada, ema, perdiz, coruja buraqueira e cobra caninana, dentre outras. Na área da UGRHI do Tietê-Jacaré, deve-se esperar alto índice de vertebrados nas inúmeras unidades de conservação ambiental, bem como nos cerrados.

Na Estação Ecológica de Sebastião Aleixo da Silva, a leste de Bauru, as espécies de vertebrados mais comuns são as seguintes:

- ouriço (*Coendon villosus*)
- veados (*Mazama* spp)
- tatus (*Dasypus* spp)
- cutia (*Dasyprocta azarae*)
- macaco (*Cebus apella*)
- paca (*Agouti paca*)
- quati (*Nasua nasua*), e muitas outras.

A fauna da referida estação ecológica é de fundamental importância na disseminação e polinização das espécies vegetais.

Na Estação Ecológica de São Carlos, entre os vários mamíferos registrados, destacam-se os seguintes:

- cutia (*Dasyprocta azarae*)
- macaco (*Callicebus personatus*)
- capivara (*Hydrochaeris hydrochaeris*)
- veados (*Mazama* spp)
- onça (*Panthera onça*)

A Estação Ecológica de Itirapina, dentre as várias espécies comuns de vertebrados, abriga três espécies em perigo de extinção, a saber:

- lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*)
- veado-campeiro (*Ozotocerus bezoarticus*)
- cachorro-vinagre (*Speothos venaticus*)

A FIGURA 5.6 destaca as áreas prioritárias para a conservação da fauna do cerrado na UGRHI do Tietê-Jacaré.

## 5.2.6 Microorganismos (Fungos)

O maior número de dados obtidos refere-se aos fungos das regiões de cerrados, incluindo corpos de água e matas ciliares, dentro dos seus limites. Mesmo assim tais dados são muito precários, e quando existem, são pontuais, apresentando lacunas.

Há ainda que se considerar que até os bancos de germoplasma (culturas) existentes, oriundos de áreas de cerrados, não possuem representantes de todos os grupos.

A TABELA 5.1 mostra o número de registros de fungos isolados do cerrado do Estado de São Paulo. Destes destacam-se, numericamente, os grupos Deuteromycotina, com 128 registros, e Basidiomycota, com 102 registros. Os Deuteromycotinas representam os fungos imperfeitos, enquanto os Basidiomycota representam uma das classes dos Eumycota, os fungos verdadeiros.

Figura 5.6

**TABELA 5.1 - Número de registros de fungos isolados do cerrado do Estado de São Paulo, por subdivisão, classe e ordem\* (SMA, 1997b).**

GRUPOS	REGISTROS	GÊNEROS	ESPÉCIES
<i>Myxomycotina</i>	29	13	27
<i>Myxomycetes</i>	29	13	27
<i>Mastigomycotina</i>	77	28	40
<i>Chytridiomycetes</i>	23	15	17
<i>Oomycetes</i>	54	13	23
<i>Zygomycotina</i>	61	15	37
<i>Mucorales</i>	37	11	13
<i>Glomales</i>	24	4	24
<i>Ascomycotina</i>	11	4	0
<i>Basidiomycotina</i>	102	49	95
<i>Deuteromycotina</i>	128	59	10
TOTAIS	408	168	209

(\*) – Registros genéricos constam apenas da 1ª coluna.

Apesar de pouco estudados, as pesquisas e trabalhos em desenvolvimento referentes aos fungos dos cerrados do Estado de São Paulo envolvem principalmente estudos ecológicos em culturas de milho e de cana-de-açúcar, que substituíram áreas de cerrados; há também estudos referentes aos fungos causadores das “ferrugens” em plantas de cerrado, e sobre aspectos básicos para uso em biotecnologia.

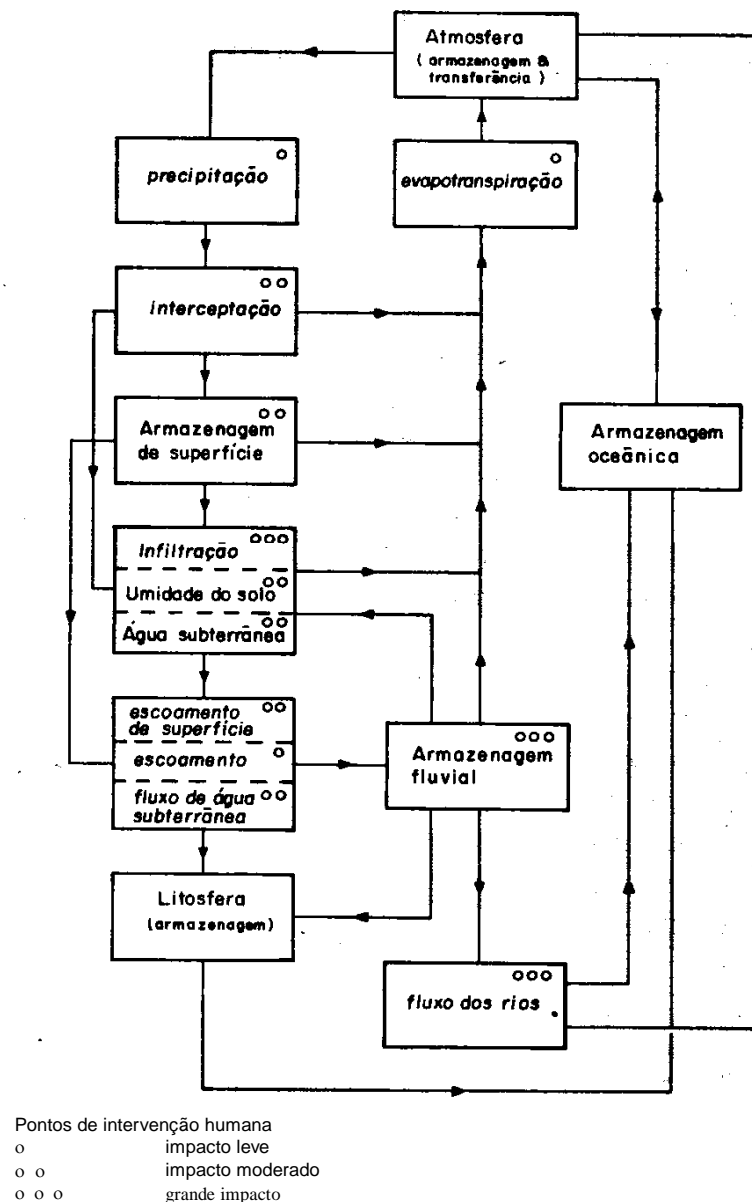
É válido lembrar que as “ferrugens” (Teleomycetes) constituem um dos mais importantes grupos de fungos parasitas de plantas. Elas têm a capacidade de infectar um grande número de plantas vasculares, sendo que mais de 200 famílias destas plantas são conhecidas como hospedeiras de, pelo menos, uma espécie de ferrugem.

Uma lista preliminar da micota (biodiversidade fúngica) das áreas de cerrado do Estado de São Paulo pode ser encontrada nos trabalhos publicados pela SMA (1997b, p. 71 a 81).

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

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

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



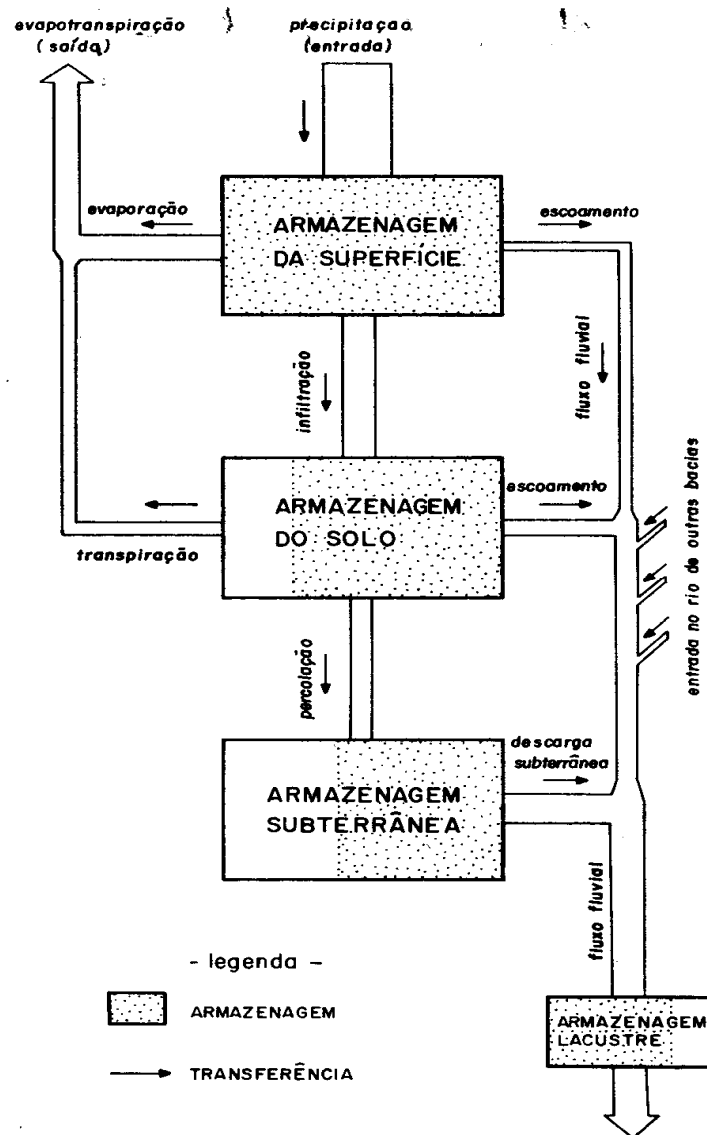
**FIGURA 5.7 – Representação do ciclo hidrológico, mostrando grandes e pequenos pontos da intervenção humana.**

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

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

A título de exemplo, a FIGURA 5.8 ilustra alguns trajetos fluviais, dentro de uma mesma bacia. As áreas pontilhadas do referido fluxograma representam as armazenagens segundo a

proporção da entrada total de água, a partir da precipitação. A espessura das linhas de transferência é proporcional à importância dos vários mecanismos de transferência.



**FIGURA 5.8 – Fluxograma simplificado do segmento terrestre do ciclo hidrológico. As armazenagens possuem áreas pontilhadas conforme a proporção da entrada total de água que processam. A espessura das linhas de transferência é mais ou menos proporcional à importância dos mecanismos de transferência.**

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

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

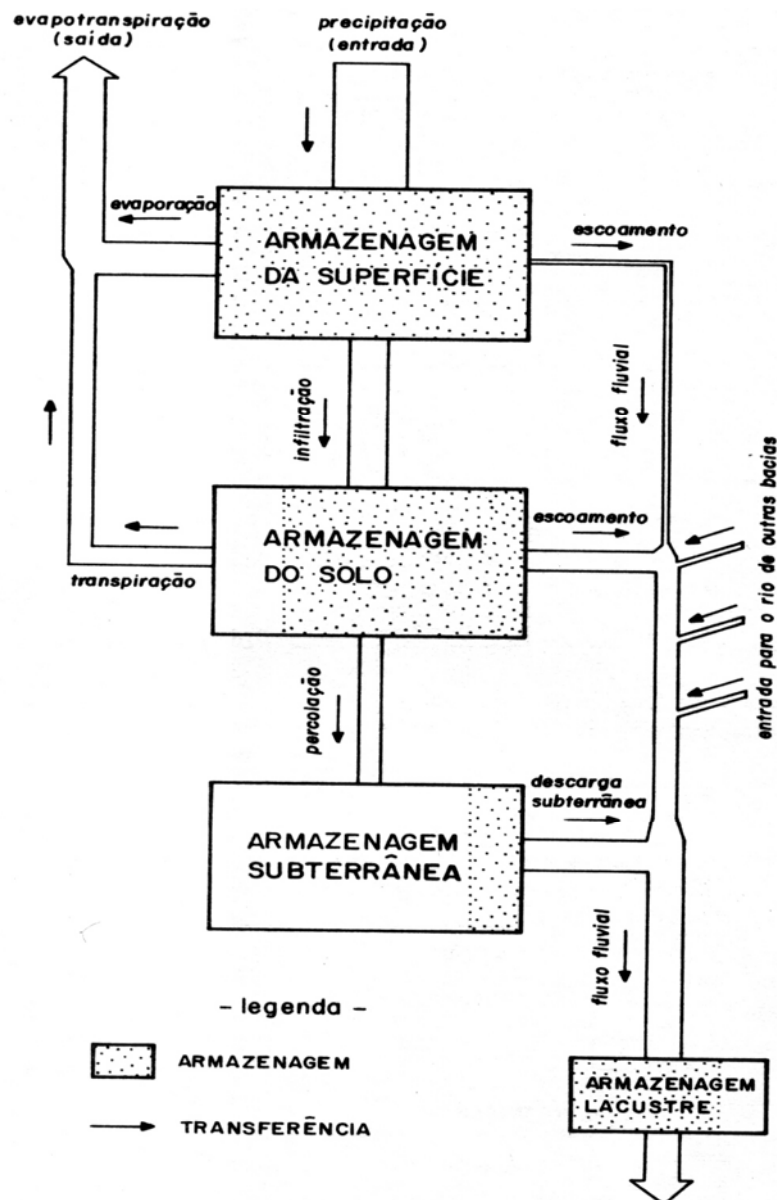
- a) a interceptação da chuva pelas folhas das plantas: com a provável re-evaporação de alguma parcela da água, varia de acordo com a densidade da vegetação e com as diferentes espécies vegetais. Assim, uma cultura de cereais, com estrutura fisionômica predominantemente vertical, intercepta menos água do que uma plantação de batatas, que possui estrutura horizontal, espalhada pelo solo, portando folhas largas. Da mesma forma, uma floresta tende a interceptar mais água que as terras cultivadas ou as pastagens;
- b) o desmatamento ou o reflorestamento normalmente exercem considerável efeito nas perdas de água. A retirada da cobertura arbórea, a curto prazo, reduz a perda de água do solo por transpiração, graças à subtração das raízes profundas das árvores. Tal fato também provoca menor interceptação de água de precipitação pluviométrica, assim como acarreta um maior escoamento das águas na superfície dos terrenos, visto que a antiga manta amortecedora de folhas caídas foi substituída pela terra nua. Desta forma, pode-se admitir o aumento do fluxo direto da água para os rios.
- c) o reflorestamento reduz o volume do fluxo d'água proveniente da precipitação pluviométrica, e que se transfere pelos sucessivos estágios do ciclo hidrológico. Particularmente nos trópicos, têm-se feito tentativas para reduzir as perdas de água por transpiração sem mexer no tipo de vegetação. A pulverização da superfície das folhas com substâncias como atrozina tem diminuído as perdas de água em até 50%, por curtos períodos e em espaços reduzidos.

As condições do ciclo hidrológico em uma bacia não florestada, e as modificações neste ciclo após o reflorestamento da bacia, são apresentadas nas FIGURAS 5.8 e 5.9, respectivamente.

Comparando-se estas duas situações, é válido o registro de que o aumento do total de água que flui por meio dos rios não representa o único efeito hidrológico causado pelos desmatamentos; também aumenta o ritmo e o volume da água de escoamento para o rio.

Na FIGURA 5.10 percebe-se a descarga dos rios (hidrogramas) resultante de aguaceiros, em bacias semelhantes. Os três hidrogramas representam a água de escoamento em três tipos diferentes de usos dos solos, a saber: em áreas com florestas nativas (naturais), em áreas com florestas regeneradas após desmatamento, e em áreas dedicadas à agricultura (parte com lavoura e parte com pastagens). A bacia de drenagem com lavoura reage prontamente à precipitação pluviométrica e produz um fluxo fluvial muito maior. A bacia ocupada por floresta natural, por sua vez, processa de modo muito diferente a mesma entrada de água, pois a descarga do rio aumenta lentamente, após o aguaceiro, atingindo seu fluxo máximo em nível inferior.

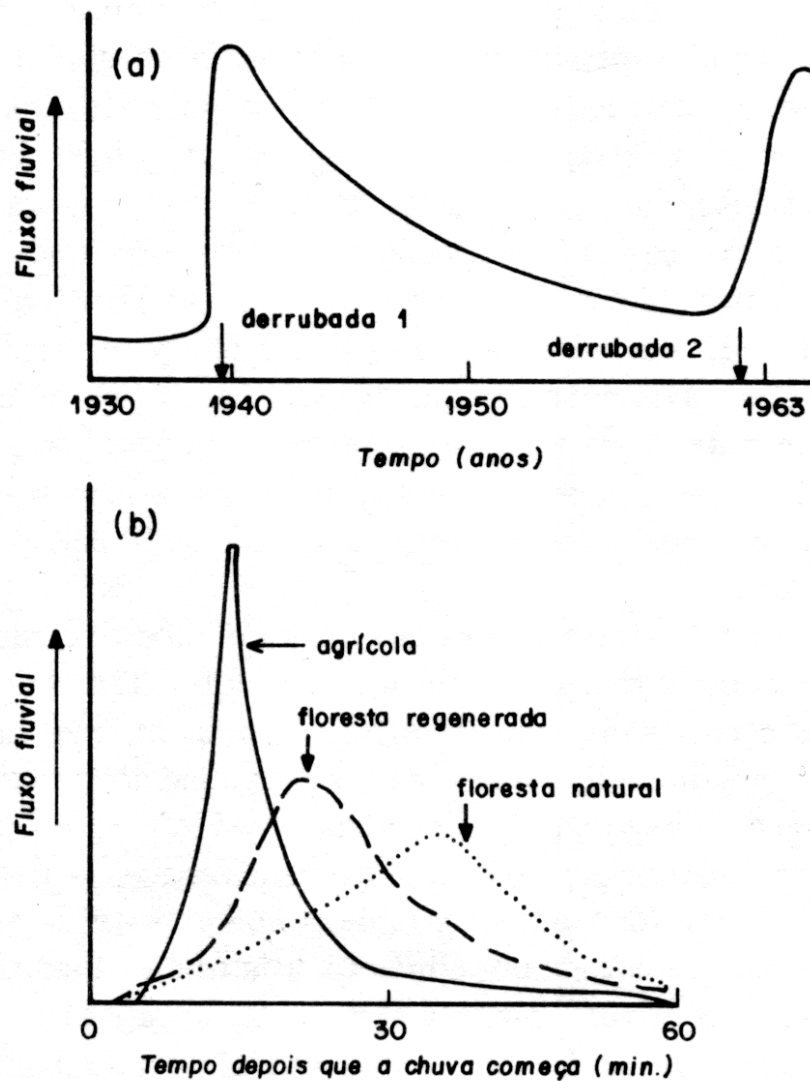




**FIGURA 5.9 – Modificações no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, após o reflorestamento. Confrontar com a FIGURA 5.8, que mostra as condições de uma bacia semelhante, não florestada.**

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

Na FIGURA 5.11 observa-se um modelo simplificado do ciclo mineral, quando os minerais são absorvidos do solo pelas plantas. Desta forma, incorporam-se ao tecido vegetal, retornam à superfície como restolho (parte de restos vegetais ou palha que fica no campo após a colheita) e voltam ao solo via decomposição e lixiviação. Sob esta ótica, é enfocado como sistema fechado, sem ganhos nem perdas para o meio em geral.



**FIGURA 5.10 – Efeitos do desmatamento no fluxo de um rio, na região dos Apalaches. Em (a), a quantidade de água proveniente de uma pequena bacia que foi desmatada em 1940 e, novamente, em 1963 (conforme HIBBERT, 1967); em (b) estão hidrogramas de aguaceiros em bacias da mesma área, mas sob diferentes usos do solo: floresta natural, floresta regenerada e agricultura (conforme DIB, 1957, *apud*, DREW, 1986).**

Dentro de uma ótica mais realista, a FIGURA 5.12 mostra, em (A), o ciclo de nutrientes minerais, formulado como um sistema aberto (GERSMEHL, 1976, *apud* DREW, 1986), onde ocorrem trocas com o meio externo em que ele está inserido. A ação atmosférica, a precipitação pluvial, o transporte de terra e os fertilizantes artificiais são entradas externas; a lixiviação, a água de escoamento e as colheitas representam saídas do sistema.

A taxa de transferência interna de nutrientes, assim como a externa, dependem da umidade, da temperatura e da quantidade e tipos de organismos presentes. Tais fatores funcionam como válvulas de segurança nas trocas entre os depósitos ou acumuladores do sistema (FIGURA 5.12B).

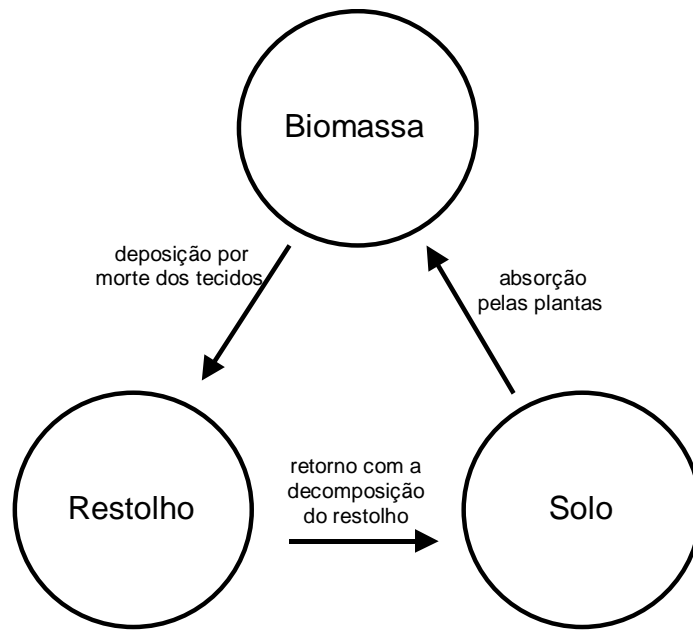


FIGURA 5.11 – Ciclo dos nutrientes minerais, formulado como um sistema fechado (GERSMEHL, 1976, *apud* DREW, 1986).

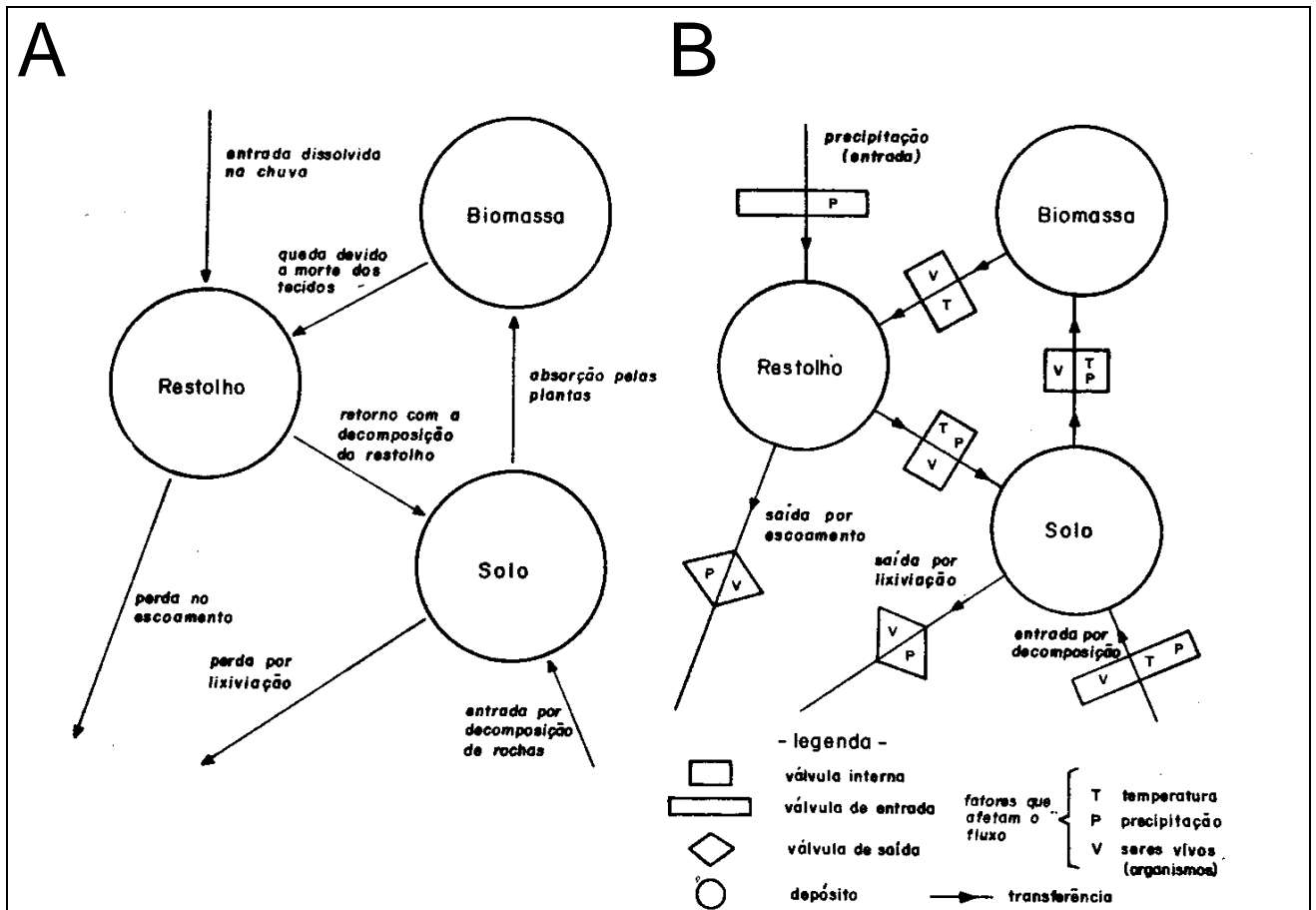
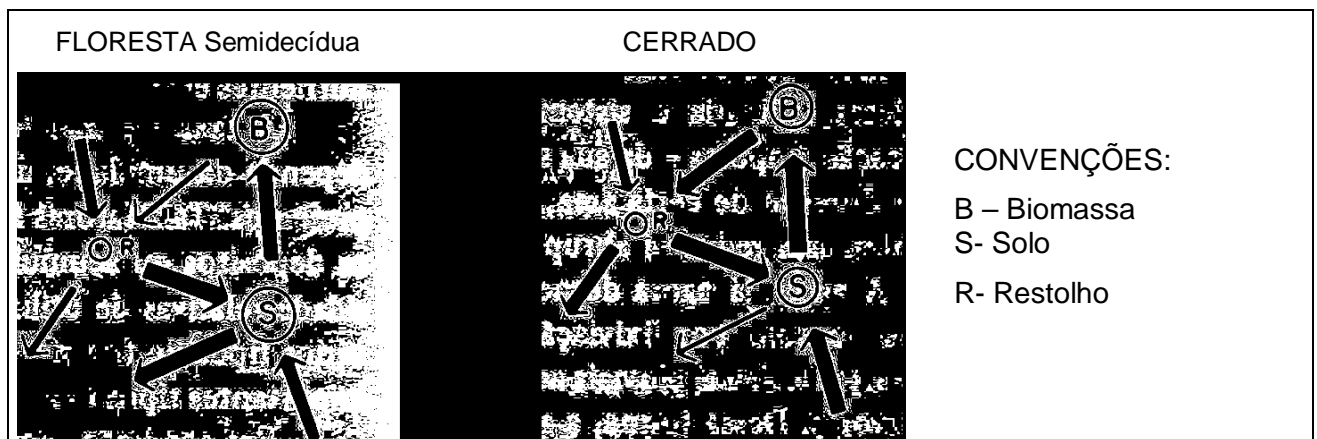


FIGURA 5.12 – A: O ciclo de nutrientes minerais formulado como um sistema aberto. B: Válvulas de controle sobre mecanismos de transferência do ciclo de nutrientes minerais (GERSMEHL, 1976, *apud* DREW, 1986).

Em condições ambientais estáveis, a atividade dos ciclos minerais torna-se equilibrada, com as entradas e saídas estreitamente equiparadas, proporcionando alto grau de conservação interna da massa e da energia. No entanto, qualquer alteração no ambiente desestabiliza o sistema, numa amplitude que depende do grau de modificação imposta. Por exemplo, a remoção da cobertura vegetal de certa área acarreta a redução abrupta da transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa, assim como do volume acumulado de biomassa. A água, já agora desnecessária para a transpiração, removerá mais nutrientes do solo por lixiviação e escoamento, ao mesmo tempo que aumentará o aporte de águas pluviais ao solo, devido à falta de interceptação das copas das árvores.

Como exemplos comparativos, a FIGURA 5.13 ilustra a operação do ciclo dos nutrientes minerais em duas regiões: em florestas decíduas e em cerrados (biomas presentes na UGRHI Tietê-Jacaré). A grandeza das armazenagens de nutrientes é proporcional às quantidades absolutas e relativas dos nutrientes armazenados. A espessura das setas de transferência é proporcional à quantidade de nutrientes transferidos.



**FIGURA 5.13 - Operação do ciclo de nutrientes nas regiões de floresta semidecídua, a esquerda, e cerrados, a direita (DREW, 1986).**

Mudanças no ciclo de nutrientes minerais em uma região de floresta semidecídua podem ser visualizadas na FIGURA 5.14, causando pontos de interferências no sistema global.

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

- a) a presença de terras cultivadas e de pastagens, aliada aos desmatamentos, pressupõe a redução da perda da água do solo por transpiração, graças à retirada das raízes profundas da cobertura vegetal arbórea; dessa forma, é possível esperar-se um maior escoamento das águas na superfície terrestre, provocando um aumento do fluxo das águas para os rios e, conseqüentemente, um incremento na erosão dos terrenos;
- b) o grande predomínio do cultivo da cana de açúcar, na área estudada, exibindo uma estrutura fisionômica vertical, pressupõe menor taxa de interceptação da água pluvial

- pelas suas folhas alongadas, acarretando o aumento de aporte de água ao solo e a remoção de maior quantidade de nutrientes do solo por lixiviação e escoamento;
- c) a remoção da cobertura vegetal primária deve ter reduzido a transferência de nutrientes minerais do solo para a biomassa, bem como o volume acumulado de biomassa. Tal tipo de interferência alterará o ciclo de nutrientes minerais, afetando não apenas a situação do solo e da vegetação, mas, por via deles, o clima local, a operação de parte do ciclo hidrológico, e a carga de sedimentos e de material em solução dos rios.

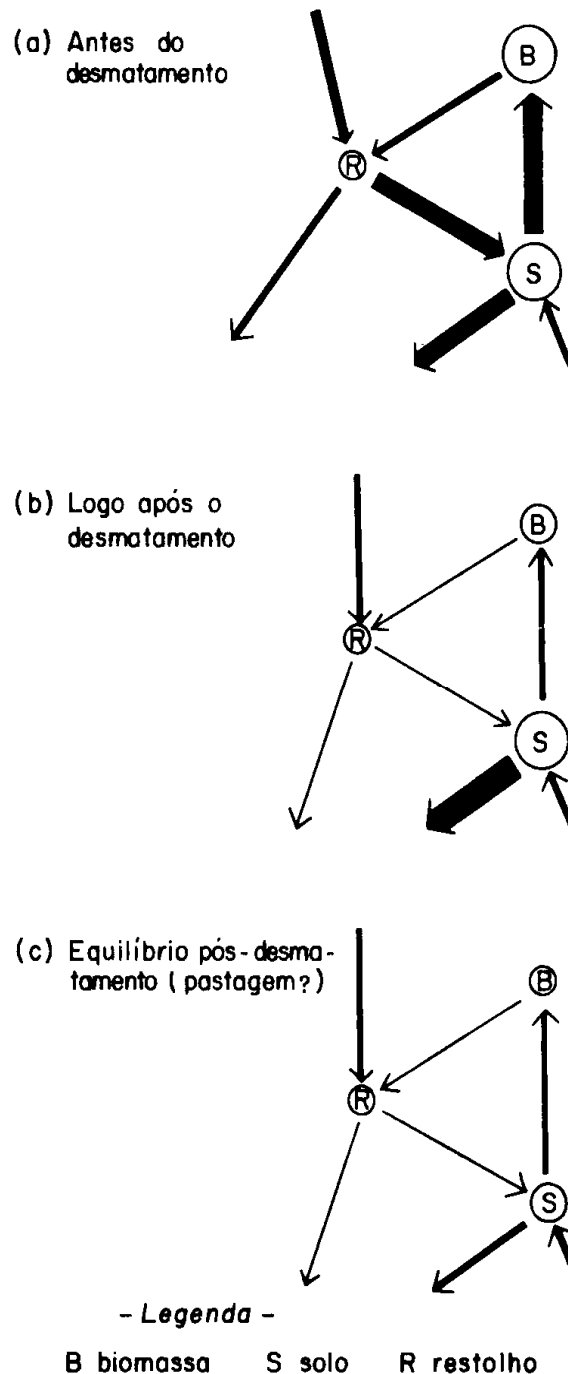


FIGURA 5.14 – Mudanças no ciclo de nutrientes minerais de uma região de floresta decídua, antes e depois do corte das árvores.

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

- a) os solos das áreas portadoras de cerrados e cerradões são conhecidos pela sua acentuada pobreza em cálcio, magnésio, enxofre, zinco, boro e molibdênio; são muito ácidos e exibem baixo teor de matéria orgânica. No entanto, apresentam fixação de fósforo em grau relativamente alto, bem como baixa ou moderada retenção de água. Na quase totalidade dos cerrados, o balanço hídrico é deficitário nos meses de abril a setembro (SOUZA *et al.*, 1977, *apud* FERRI, 1977);
- b) as reservas de água nos solos, em geral com 20 m ou mais de profundidade, devem corresponder às precipitações médias de 3 (três) anos;
- c) Um metro abaixo da superfície, os teores médios de umidade, em percentagem de peso de solo seco, são elevados mesmo durante a estação seca (9,4%); abaixo desse nível os valores sobem muito, chegando a 40%, a cerca de 17 m, próximo do lençol freático;
- d) a pecuária de corte é uma das principais atividades econômicas nos cerrados e tende a aumentar sua importância na economia geral da região;
- e) como aspectos positivos dessas áreas, ressaltam-se suas boas condições para agricultura, topografia que facilita a mecanização, proximidades de grandes centros urbanos, boa infra-estrutura de transporte e comunicações;
- f) tais áreas, quando devastadas, podem ser utilizadas para plantio de mandioca (*Manihot esculenta*), como já vem sendo empregada na região, como lavoura de subsistência, integrando sistemas multiculturais.

O manejo integrado da UGRHI-13 deve considerar as várias Unidades de Conservação Ambiental (FIGURA 5.15) e outros parâmetros do meio físico, aliados à ocupação humana. Esta ocupação é traduzida pela pressão antrópica, materializada pelos assentamentos humanos, pelas redes viárias, e pelos vetores de expansão urbana.

Dessa forma, são apresentadas as seguintes sugestões de manejo:

- a) áreas com fragmentos remanescentes de cerrado devem ser preservadas, evitando-se a pressão antrópica;
- b) áreas de recarga do Aquífero Botucatu, particularmente coincidentes com áreas portadoras de fragmentos remanescentes de cerrados, devem ser tratadas de modo integrado, buscando-se uni-las por meio de corredores de biodiversidade (SMA, 1997b);
- c) as áreas com fragmentos de cerrados no entorno ou sobre o Aquífero Botucatu devem ser priorizadas para conservação, face à importância da vegetação nativa para a manutenção do aquífero; sugere-se que o Comitê de Bacia da região incorpore essa sugestão nos seus Planos Diretores.

Figura 5.15 MOC





## SUMÁRIO

<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA BIODIVERSIDADE .....</b>	<b>56</b>
5.1	FLORA.....	56
5.1.1	<i>Cerrados</i> .....	56
5.2	FAUNA .....	61
5.2.1	<i>Ictiofauna dulcícola</i> .....	61
5.2.2	<i>Anfíbios</i> .....	63
5.2.3	<i>Répteis</i> .....	64
5.2.4	<i>Aves</i> .....	64
5.2.5	<i>Mamíferos</i> .....	65
5.2.6	<i>Microorganismos (Fungos)</i> .....	66
5.3	BIODIVERSIDADE E O MANEJO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	68

### QUADROS

QUADRO 4.1.1.1	- Principais massas de ar .....	55
QUADRO 4.4.1.2	– Principais características da circulação secundária no Brasil .....	56
QUADRO 4.4.3.1	– Classificação climática segundo Koeppen (SETZER, 1966).....	59
QUADRO 4.4.3.2	– Classificação climática segundo MONTEIRO (1973).....	60
QUADRO 4.4.3.3	- Distribuição temporal das chuvas nas subunidades São Carlos/São Pedro e Vale Médio do Tietê (1971-1993), adaptado de SANT'ANNA NETO (1995).....	63
QUADRO 5.4.1	– Algumas pesquisas de interesse para a caracterização da biodiversidade da UGHRI – TJ .....	91

### TABELAS

TABELA 5.3.6.1	- Número de registros de fungos isolados do cerrado do Estado de São Paulo, por subdivisão, classe e ordem* (SMA, 1997b).....	78
----------------	---	----

### FIGURAS

FIGURA 4.4.1.1	– A circulação secundária no Brasil (MONTEIRO, 1973) .....	57
FIGURA 4.4.3.1	- Tipos climáticos do Estado de São Paulo, segundo Köeppen (SETZER, 1966) .....	59
FIGURA 4.4.3.2	– Isoietas das precipitações médias anuais na área de influência da UGRHI do Tietê-Jacaré .....	61
FIGURA 5.1.1.1	– Áreas prioritárias para a conservação da flora do cerrado (SMA, 1993) .....	67
FIGURA 5.1.1.2	– Cobertura Vegetal Natural nas Regiões Administrativas do Estado de São Paulo – dados de 1990-92 (SMA, 1993) .....	69
FIGURA 5.2.1.1	- Principais bacias hidrográficas do Estado de São Paulo (segundo CASTRO & MENEZES, 1998 <i>in</i> JOLY & BICUDO 1998 b .....	71
FIGURA 5.2.1.2	– Diversidade taxonômica conhecida da ictiofauna dulcícola do Estado de São Paulo (em número de espécies e famílias) segundo CASTRO e MENEZES (1998) <i>apud</i> JOLY e BICUDO (1998b) .....	71
FIGURA 5.3.5.1	– Áreas prioritárias para a conservação da fauna do cerrado (SMA, 1993) ....	77
FIGURA 5.4.1	– Representação do ciclo hidrológico, mostrando grandes e pequenos pontos da intervenção humana .....	79
FIGURA 5.4.2	– Fluxograma simplificado do segmento terrestre do ciclo hidrológico. As armazenagens possuem áreas pontilhadas conforme a proporção da entrada total de água que processam. A espessura das linhas de transferência é mais ou menos proporcional à importância dos mecanismos de transferência .....	82
FIGURA 5.4.3	– Modificações no ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, após o reflorestamento. Confrontar com a FIGURA 5.4.2, que mostra as condições de uma bacia semelhante, não florestada .....	83
FIGURA 5.4.4	– Efeitos do desmatamento no fluxo de um rio, na região dos Apalaches. Em (a), a quantidade de água proveniente de uma pequena bacia que foi desmatada em 1940 e, novamente, em 1963 (conforme HIBBERT, 1967); em (b) estão hidrogramas de	

aguaceiros em bacias da mesma área, mas sob diferentes usos do solo: floresta natural, floresta regenerada e agricultura (conforme DIB, 1957 <i>in</i> DREW, 1986) .....	84
FIGURA 5.4.5 – Ciclo dos nutrientes minerais, formulado como um sistema fechado (GERSMEHL, 1976 <i>apud</i> DREW, 1986) .....	85
FIGURA 5.4.7 - Operação do ciclo de nutrientes nas regiões de floresta semidecídua, a esquerda, e cerrados, a direita (DREW 1986) .....	87
FIGURA 5.4.8 – Mudanças no ciclo de nutrientes minerais de uma região de floresta decídua, antes e depois do corte das árvores .....	88
FIGURA 5.4.9 – Variáveis para o manejo na UGRHI do Tietê-Jacaré .....	91