

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO
RIO JACARÉ-GUAÇU**



WALKIRIA DA C. ANTUNES TROPPEMAIR

**Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de mestre em Hidráulica e Saneamento.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Arthur Mattos

**SÃO CARLOS
1998**

Class.	TESE - EESC
Curr.	16061
Tombo	0117199

311.00000871

S/S 1031182

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

T856d Troppmair, Walkiria da C. Antunes
Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do
Rio Jacaré-Guaçu / Walkiria da C. Antunes
Troppmair. -- São Carlos, 1998.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1998.
Área: Hidráulica e Saneamento.
Orientador: Prof. Dr. Arthur Mattos.

1. Meio ambiente. 2. Bacia Hidrográfica.
3. Diagnóstico ambiental. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidata: Licenciada **WALKIRIA DA CONCEIÇÃO ANTUNES TROPPEMAIR**

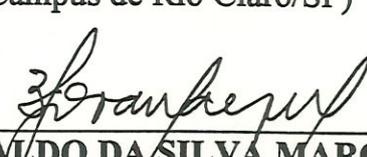
Dissertação defendida e aprovada em 29.09.1998
pela Comissão Julgadora:



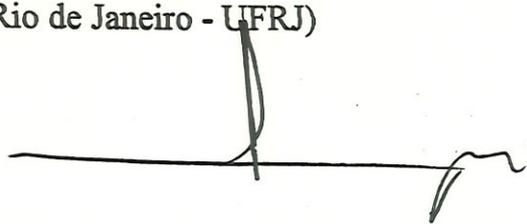
Prof. Assoc. **ARTUR MATTOS (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo)



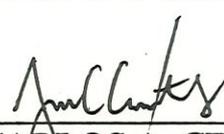
Prof. Dr. **ANTONIO CARLOS TAVARES**
(UNESP – Campus de Rio Claro/SP)



Prof. Dr. **VALDO DA SILVA MARQUES**
(Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ)



Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

Ao Edgar, João e Miguel
pelo carinho, incentivo e paciência

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força

Aos meus pais pelo incentivo dedicado aos meus estudos,

Ao Prof. Dr. Arthur Mattos pela orientação, incentivo e apoio durante a elaboração deste trabalho,

Aos professores e funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento pela atenção e apoio,

Aos funcionários do CEAPLA-Rio Claro pelo apoio e amizade,

Às entidades: IGC, DAEE e Instituto Agrônômico de Campinas pelo fornecimento de dados e informações,

Ao CEAPLA, em particular ao Prof. Dr. Gilberto Garcia pelo apoio técnico e humano,

Aos professores Helmut Troppmair, Silvio Govone, Otávio Guedes de Camargo Neto, Antonio Carlos Tavares, Enéas Rente Ferreira, Migruel Cezar Sanchez, Maria Juraci Zani dos Santos, Maria Isabel de F. Viadanna, Ailton Lucchiari, Diana Farita Hanburguer, Marcos Cesar Ferreira e Iandara Alves Mendes pelo apoio e atenção,

Ao CNPq pelo apoio concedido sob a forma de bolsa de estudo,

Aos colegas (GT) do curso de pós-graduação em Hidráulica e Saneamento, pela amizade, apoio e incentivo, e ao Sebastião, Wander e Gilberto,

Aos funcionários da biblioteca central da USP-Campus de São Carlos e da UNESP-Campus de Rio Claro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVO	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	06
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS	20
5. MATERIAIS E ETAPAS DE TRABALHO	30
6. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	37
7. QUADRO REGIONAL	44
7.1. Aspectos Climáticos.....	45
7.2. Aspectos Morfoestruturais	55
7.3. Formações Superficiais	76
8. ANÁLISE MORDINÂMICA	86
8.1. Aspectos morfodinâmicos do Quadro Regional.....	87
8.2. Uso e ocupação das terras	101
8.2. Unidades morfodinâmicas	107
9. CONCLUSÕES	113
BIBLIOGRAFIA	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Localização da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	38
Figura 02 - Rede hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu	40
Figura 03 - Municípios da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	42
Figura 04 - Isoietas Médias Anuais - Período 1970 a 1984.....	47
Figura 05 - Estações	53
Figura 06 - Curvas de Níveis	54
Figura 07 - Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo	59
Figura 08 - Sistemas de relevo da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	63
Figura 09 - Planaltos isolados	67
Figura 10 - Geologia da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	68
Gráfico18 - Classes de solos	79
Figura 11 - Capacidade de uso e utilização das terras da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	81
Gráfico19 a 34 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão.....	95
Figura 12 - Uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	104
Figura 13 - Unidades morfodinâmicas da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu	112

LISTA DE TABELA

Tabela 01 - Relação das Estações 52

RESUMO

TROPPEMAIR, W.C.A. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. São Carlos, 1998. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Embora reconheça-se que a ocupação e a utilização do meio ambiente não possa ser planejada e administrada independentemente do sistema econômico, acredita-se que o desenvolvimento de uma área qualquer deve apoiar-se numa fundamentação ecológica que integre a sociedade com a natureza, daí então, a necessidade de estudos que ofereçam subsídios aos planejamentos, como os diagnósticos ambientais, pelo fato destes destacarem as características e potencialidades do quadro ambiental onde se vai atuar através da análise do meio ambiente como resultado da interrelação e funcionamento entre os elementos e atributos que o compõe.

Neste trabalho, o diagnóstico ambiental do sistema que compõe a bacia do Rio Jacaré-Guaçu, implica na análise dos elementos climáticos, geomorfológicos, geológicos, cobertura superficial, em sua dinâmica natural, e, também dos elementos antrópicos, uma vez que estes se caracterizam como fatores que interferem na evolução dos sistemas naturais. Em seu conjunto, esses elementos permitem a compreensão da distribuição dos fenômenos e sua dinâmica no que se refere a sua base física.

Palavras-chave: meio ambiente; bacia hidrográfica; diagnóstico ambiental

ABSTRACT

TROPPMAIR, W.C.A. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu. São Carlos, 1998. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Although it is recognised that the environment occupation and utilization can not be planned and administered independently of the economical system, it is belivied that the development of any area should depend on na ecological fundamentation that integrates society and nature. From this comes the need of studies that offer aid to plan, as the environment diagnostics, since they point out the characteristics and potentialities of the environment picture where an action be performed through the environment analysis as a result of the interrelationship and functioning among the elements and atributes that compose this environment.

In this paper the environmental diagnostic of the system that composes the Jacaré-Guaçu River basin involves the analysis of the climatic, geomorphological and geological elements, superficial cover in its natural dynamicis and also anthropological elements, since they are characterized as factors that interfer in the natural systems evolution. As a whole, these elements permit an understanding of the phenomena distribution and its dynamic when it comes to its physical base.

Keywords: environment; river basin; environmental diagnostic.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que o desenvolvimento harmônico de uma sociedade depende, basicamente, de um meio ambiente sadio que atue como um sistema integrado e auto-regulado o suficiente para dar continuidade a sua reprodução, se o homem no processo de sua produção material respeitar as suas leis de funcionamento e evolução.

Entretanto, atualmente, as formas de apropriação da natureza parecem incorporar ainda o pensamento do século XIX que considerava a natureza como inesgotável, e portanto, os recursos dela provindos, com capacidade ilimitada.

Conforme destaca KASSAS et all (1984), uma das características que distingue a época atual reside na “capacidade quase ilimitada que os seres humanos têm para construir e criar, com sua contrapartida de poderes equivalentes para destruir e aniquilar” sendo que o “custo deste procedimento se manifesta com grande evidência: uma lista extensa de perigos e desastres, como a erosão dos solos, a desertificação, a perda de terras de cultivo, a poluição, o desmatamento, a degradação dos ecossistemas, e a extinção das espécies e variedades.”

Assim, em decorrência do acelerado crescimento econômico e populacional vivido pelas sociedades atuais, aumenta cada vez mais as pressões sobre o meio natural, não apenas no sentido de tê-lo como produtor de matérias-primas, mas também como receptor dos resíduos provenientes das atividades desenvolvidas pelo homem, além da própria ocupação do espaço físico pelos núcleos urbanos.

Dessa forma, tendo em vista o nível de expansão econômica e demográfica atual, pode-se observar a impossibilidade de coibição da ocupação dos espaços, reorganização dos já existentes e fatalmente a ampliação do uso dos recursos naturais.

Entretanto, se é necessário ao homem como ser social expandir-se tanto demograficamente como técnica e economicamente, torna-se evidente que, neste processo, apareçam efeitos contrários, pois, partindo do princípio que toda ação desenvolvida no meio ambiente causa impactos em diferentes graus sobre este, tem-se então a geração de alterações, em diferentes graus de agressão, levando as vezes as condições ambientais a processos até mesmo irreversíveis.

Diante destes aspectos, tem-se que, se no passado a palavra de ordem em relação ao meio ambiente traduzia-se numa postura mais contemplativa, hoje, o impacto das atividades antrópicas sobre este atinge o homem mais concretamente em virtude da ampliação do quadro expansionista econômico, técnico e de ocupação. Daí a necessidade de estudos voltados a este tema.

Embora reconheça-se que a natureza possua seus próprios mecanismos de auto-regeneração e que as degradações ambientais nem sempre cheguem ao nível catastrófico, deve-se considerar que muitas vezes ela é incapaz, por si mesma, de absorver totalmente os dejetos gerados pelas atividades antrópicas, assim como os desequilíbrios impostos por tais atividades, e nestes casos, mesmo que o homem procure solução, muitas vezes acaba deparando-se com situações de difícil recuperação ou correção pelo fato destas não se apresentarem viáveis economicamente ou ainda por dificuldades tecnológicas.

Assim, em relação ao meio ambiente, destaca-se a necessidade de se adotar uma postura mais voltada para a prevenção do que para a correção, considerando que custo da prevenção da degradação generalizado do ambiente é inferior ao da correção e recuperação do quadro ambiental deteriorado, mesmo

porque determinados recursos naturais, uma vez mal utilizados ou deteriorados, tornam-se irrecuperáveis.

Levando em consideração o princípio de que é preciso prevenir e não apenas procurar recuperar os prejuízos acarretados ao meio ambiente, destaca-se então a conveniência da elaboração de diagnósticos ambientais e zoneamentos ecológicos como instrumentos que permitam a orientação à prognósticos, e assim, o estabelecimento de diretrizes de usos dos recursos naturais do modo mais racional possível, minimizando a deterioração da qualidade ambiental.

Para o desenvolvimento do diagnóstico ambiental definido para este projeto selecionou-se a bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçú, que atualmente é utilizada para fins didáticos e de pesquisa pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP.

2. OBJETIVO

A questão ambiental refere-se, num primeiro momento a situações de transformação das condições naturais que se manifestam de maneira real e potencial, resultantes da ação do homem no seu esforço em explorar os recursos naturais para atender suas necessidades de ordem econômica, social, cultural, estética ou de lazer. Na maioria das vezes esta exploração, por prevalecer a componente econômica, resulta na alteração das características básicas do ambiente podendo comprometer suas qualidades e, conseqüentemente, prejudicar as condições de vida das gerações futuras.

Dentro deste contexto, a exploração racional dos recursos naturais atua como instrumento através do qual se busca alcançar a manutenção dos atributos fundamentais do ambiente, ao mesmo tempo em que garantiria a satisfação das necessidades básicas da sociedade.

Embora reconheça-se que a ocupação e a utilização do meio ambiente não possam ser planejadas e administradas independentemente do sistema econômico, acredita-se que o desenvolvimento de uma área qualquer deve apoiar-se numa fundamentação ecológica que integre a sociedade com a natureza.

Diante desta perspectiva deve-se procurar estabelecer referenciais que orientem a ocupação adequada do meio ambiente.

Através da adoção de uma perspectiva sistêmica onde o conjunto representado por uma bacia hidrográfica é composto por elementos do meio natural e

antrópico, cujos atributos e as relações estabelecidas entre eles definem as estruturas do sistema, a proposta deste trabalho é identificar e delimitar, através de um conjunto estruturado de conceitos e métodos, os subsistemas existentes na Bacia do Rio Jacaré-Guaçú e analisar sua potencialidades definidas a partir das particularidades inerentes a cada um.

Partindo desta consideração e tendo como finalidade oferecer opções capazes de subsidiar o processo de ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçú no que diz respeito a utilização racional do meio e minimização dos efeitos ou impactos impostos à estes, o objetivo deste trabalho compreende a definição de um diagnóstico físico para a bacia em questão a partir da análise de elementos do meio natural e antrópico que permitam a compreensão da distribuição dos fenômenos e sua dinâmica no que se refere a sua base física.

Com tal procedimento procurar-se-á fornecer subsídios à exploração racional dos recursos naturais do sistema hidrográfico no qual os subsistemas encontram-se incluídos.

Deste modo, para que uma bacia hidrográfica seja utilizada de modo racional, os estudos referentes a distribuição dos subsistemas e sua dinâmica, no que diz respeito a sua base física, são de fundamental importância para que se consiga aumentar o potencial produtivo da área, bem como, racionalizar o processo de ocupação do espaço físico, oferecendo assim, subsídios para o equilíbrio entre o desenvolvimento e a preservação dos recursos naturais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desconsiderada por longo tempo, a questão ambiental, só tornou-se tema de debates mais amplos no final da década de 60, quando a sociedade, através de alguns seguimentos, passou a questionar a qualidade da vida.

Dessa forma, é a partir daí que os estudos voltados ao meio ambiente tiveram impulso. Muitos desses estudos, desenvolvidos tanto dentro de um contexto mais amplo, em escala planetária, como em áreas mais setORIZADAS, fundamentam-se em análises ambientais, onde a combinação de elementos ambientais e sócio-econômicos são considerados no sentido de permitir a racionalização do uso dos recursos naturais.

Entretanto, a literatura relativa a questão ambiental conforme destaca MAINOM (1980), “tanto ao plano teórico como na *praxis* caracteriza-se por ser altamente setORIZADA, fixando-se, geralmente na quantificação da poluição e seu impacto na qualidade de vida. A ênfase passa a ser a definição e o estabelecimento de um nível crítico, o método da medição, como e onde combatê-lo via aperfeiçoamento de técnicas e equipamentos antipoluentes”.

Continuando, a mesma autora ressalta que a crítica maior que pode ser levantada em relação a esta aproximação do problema do meio ambiente não está na qualidade e no rigor dos métodos apresentados nem na escolha da temática aprofundada, mas nas suas premissas. “Assume-se a priori e com certo conformismo que a poluição e a degradação ambiental são partes integrantes do *modus operandi* e *vivendi* do nosso sistema. A falta de um consenso, até no plano internacional, sobre

origem e as causas do fenômeno sugere não apenas a sua complexidade mas também a inadequação e a ineficiência das abordagens analíticas desenvolvidas”.

GUERRA (1980), em seu artigo “Meio Ambiente: Uma revisão bibliográfica” cuja finalidade é apresentar uma contribuição aos estudos ambientais, destaca que “... conforme a especialização do técnico há tendência por analisar determinado setor do meio físico”, e, “... embora isto não signifique um problema, o que deve estar sempre na mente do pesquisador é a interdependência dos subsistemas naturais”.

Estas considerações denotam que as questões ambientais são objeto de estudo das mais diversas áreas do conhecimento, onde em cada especialidade são destacados determinados aspectos. Dessa forma, diante dos objetivos definidos para este trabalho destacam-se os fundamentos bibliográficos que enfatizam o meio ambiente como um sistema o qual se encontra organizado através da interação entre seus diversos componentes estruturais como fundamentos geológicos, geomorfológicos, clima, solos, água, etc. e componentes antrópicos.

HARVEY (1969)* apud CHRISTOFOLETTI (1979), destaca que embora a noção de sistema seja antiga na esfera científica, denominando conjunto de elementos, tais como o sistema solar, sua utilização permaneceu mais como termo designativo do que sendo “objeto de investigação intensiva”.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1979), a partir de DEFAY, em 1929 e LUDWIG von BERTALANFFY em 1932, o conceito de sistema teve suas primeiras aplicações na termodinâmica e na biologia cujas contribuições passaram a ser consideradas como formulações básicas de uma doutrina com aplicabilidade universal, estabelecendo os princípios de uma nova ciência.

Como ressalta BEEK & BENNEMA (1982), os sistemas são conjuntos estruturados de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem

* HARVEY, D. (1969). *Explanation in Geography*. Edward Arnold, Londres, 1969.

de componentes ou variáveis que exibem relações discerníveis uns com outros, e operam integradamente como um todo complexo, considerando um determinado padrão de observação.

BRANCO (1989), afirma que o sistema, base da concepção sistemática, é um modelo estrutural e funcional, cuja dimensão mínima é a de uma organização capaz de funcionar por si só.

✧ Através de uma linguagem sistêmica, DREW (1986), desenvolve uma análise dos fluxos de matéria e energia que circulam nos sistemas ambientais, estabelecendo a integração dos processos que atuam no meio natural, exemplificando a interação homem-ambiente definidas a partir das posturas humanas adotadas em relação à seu meio ambiente.

Partindo da definição de que a epiderme terrestre, se distingue pela grande variabilidade espacial de materiais naturais, e por apresentar mutações que se processam em diferentes escalas de tempo, tanto de ordem estritamente geológica como influenciadas em maior ou menor grau por ações antropogênicas, PENHA (1992), considerando o território como a parte mais estável do meio ambiente, destaca a necessidade de se estabelecer esquemas racionais para a utilização destes e de seus recursos onde a cartografia geoambiental ou geocientífica corresponde ao instrumento mais adequado para o estudo integral de uma porção do território. Para a construção de tal cartografia, define dois tipos de metodologias: metodologias de caráter sintético, que levam a delimitação e representação de unidades integradas e, metodologias de caráter analítico, que levam a representar separadamente aspectos concretos do território (descritivos ou interpretativos).

Conforme destaca GONDIN (1982) a proteção do meio ambiente pode ser realizada de duas maneiras distintas: a prevenção dos danos causados aos recursos naturais e o controle da qualidade ambiental. A prevenção é o conjunto de ações destinadas a impedir ocorrências capazes de degradarem a qualidade do meio ambiente; o controle se esforça pela sua manutenção ou melhoria, fazendo-se

correções, se for necessário, quando essa qualidade estiver fora dos padrões aceitáveis.

Considerando a preservação, TRICART (1977) propõe que a paisagem deve ser analisada pelo seu comportamento dinâmico, partindo da identificação das unidades de paisagem as quais denomina de Unidades Ecodinâmicas. A unidade ecodinâmica se caracteriza por uma certa dinâmica do ambiente e que tem repercussões imperativas sobre as biocenoses. A morfodinâmica, conforme acentua TRICART, é o elemento determinante no entendimento do processo e esta depende do clima, relevo, material rochoso, solos, cobertura vegetal entre outras.

De acordo com TRICART (1977), "O conceito de Unidades Ecodinâmicas é integrado no conceito de ecossistema. Baseia-se no instrumento lógico de sistema, e enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica e fluxos de energia e matéria no meio ambiente. Portanto, é completamente distinto do ponto de vista estático do inventário. Um inventário pode ser útil para a ordenação e administração do território, mas, somente quando se trata de recursos não renováveis, como os minerais, não é adequado para os recursos ecológicos. Com efeito, a gestão dos recursos ecológicos deve ter por objetivo a avaliação do impacto da inserção da tecnologia humana no ecossistema. Isto significa determinar a taxa aceitável de extração de recursos, sem degradação do ecossistema, ou determinar quais as medidas que devem ser tomadas para permitir uma extração mais elevada com a menor degradação possível. Esse tipo de avaliação exige um bom conhecimento do funcionamento do sistema, ou seja, dos fluxos de energia/matéria que o caracterizam. Um inventário não pode fornecê-los, exatamente como um único censo de população não pode definir a dinâmica dessa população".

Partindo do princípio que o ambiente natural apresenta uma dinâmica que causa alterações freqüentemente imperceptíveis aos olhos humano, e que isto pode se processar em diferentes velocidades, e portanto desde a forma harmoniosa à catastrófica, TRICART op.cit., propõe identificação em três categorias denominadas de: meios estáveis; meios intergrades; e meios fortemente instáveis.

Esta classificação baseia-se nos estudos do sistema morfo-genético, que é função das condições climáticas; dos processos atuais, caracterizando os tipos, a intensidade e a distribuição-localização; as influências antrópicas e os graus de degradação decorrentes desta; os graus de estabilidade morfodinâmica derivados da análise integrada dos sistemas morfo-genéticos, dos processos atuais e da degradação antrópica, os quais podem ser desenvolvidos por meio de sistema do tipo "Carta Ecodinâmica" (TRICART, 1.977).

Pode-se praticamente considerar que para se ter a cartografia da dinâmica ambiental como um fim, tem-se que ter a cartografia geomorfológica do meio. TRICART (1977) denomina o documento cartográfico síntese da análise, de "Carta Ecodinâmica".

ROSS (1989), em seu trabalho "A Participação da Geomorfologia nos Diagnósticos Ambientais" destaca a importância da geomorfologia como instrumento de diagnóstico ambiental ressaltando o problema metodológico em pesquisa geomorfológica que, ao contrário de outras ciências, até hoje não apresenta uma sistemática de trabalho consagrada.

\Este mesmo autor discute as metodologias propostas por AB'SABER (1969)* e por TRICART (1977)** e, baseado neste último, propõe como método analítico uma cartografia alternativa para diagnóstico ambiental do meio físico, a partir do qual torna-se possível estabelecer prognósticos.

Para chegar aos diagnósticos de comportamento morfoestrutural, este autor sugere o uso de cartas topográficas e fotografias aéreas, carta geológica, dados pluviométricos mensais para a definição de cartas de declividade média das vertentes com cinco classes, carta simplificada da litologia e características do manto de alteração, carta de uso da terra e cobertura vegetal, carta dos elementos das formas de relevo e marcas de processos erosivos e análise dos dados pluviométricos.

* AB'SABER, A.N (1969). Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia 18 - IGEOG-USP. São Paulo.

** TRICART, J. (1977). Ecodinâmica. FIBGE - SUPREN, Rio de Janeiro.

A partir do cruzamento destes documentos, define o documento final denominado "Carta de Classes de Vulnerabilidade", onde são representadas cinco categorias morfodinâmicas, duas estáveis e três instáveis: áreas de estabilidade morfodinâmica natural; áreas de estabilidade morfodinâmica de origem antrópica; áreas de estabilidade moderada; áreas com alto grau de instabilidade morfodinâmica; e, áreas com alto grau de instabilidade morfodinâmica.

Esta postura metodológica foi aplicada ao estudos de áreas urbanas, enquanto que para áreas não urbanas, ROSS *op.cit.*, embora proponha o mesmo princípio, sugere o uso de cartas topográficas em escala 1:100.000 e de imagens de radar, além de observações e medições de campo como instrumental de apoio dada a extensão das áreas de estudo.

BIGARELLA & MIZUCHOUSKI (1985), embora destaque em seu trabalho a abordagem de temas científicos de facetas pragmáticas do problema da erosão como subsídio para o levantamento de diretrizes para ações globais e específicas no sentido de refletir numa postura política para cumprimento de uma "Política Nacional de Prevenção e Controle da Erosão", apresenta uma proposta cartográfica em planejamento ambiental ressaltando a necessidade de compreensão da distribuição dos ecossistemas e sua dinâmica.

Segundo este autor, "a integração dos diversos mapas, representando diferentes facetas do ecossistema, contribui para a organização de uma carta de recomendação de uso, incluindo a análise da dinâmica ambiental e os riscos envolvidos", e para a realização desta proposta sugere a utilização de cartas topográficas, geomorfológicas, geológicas, pedológicas, fitogeográficas (vegetação e uso), entre outras eventuais, além de fotografias aéreas, em escala conveniente, e compilação de informações bibliográficas, assim como levantamento de campo.

A aplicação do modelo proposto por este autor, envolve o mapeamento dos diversos aspectos do ambiente, destacando dentre eles a elaboração dos mapas geológico; de níveis de erosão e/ou sedimentação; de morfologia, de

declividade; pedológico; da vegetação; e de uso recomendado do solo, ou em sentido mais amplo do ambiente.

BIGARELLA op.cit. assim ressalta que a análise integrada destes levantamentos, aliada ao uso de informações geológicas e pedológicas, permite a elaboração de um mapa com sugestões de uso, onde são delimitadas áreas homogêneas para um melhor aproveitamento dos recursos naturais, sem o comprometimento do equilíbrio ecológico.

Visando realizar detalhamento de cada sistema de terra, através da identificação, caracterização e localização de unidades de terra menores repetitivas nos sistemas de terra (facetas), NOVAES PINTO (1989), adota a linha metodológica do trabalho realizado pela SEMA (1985)* e por NOVAES PINTO (1986)** baseada na fusão da metodologia britânica de Land Surface Evaluation e francesa de índice de artificialização de paisagem de DANSEREAUS (1977), e, assim em cada sistema de terra identifica os componentes do meio físico, os tipos de uso da terra e as formas de impacto ambiental destacando que a integração desses componentes permitirá a identificação e a caracterização das facetas em cada sistema de terra, bem como a sua distribuição dentro da APA do rio São Bartolomeu.

Os sistemas podem ser classificados conforme critérios variados. Para a análise geográfica, o critério funcional e o da complexidade estrutural são os mais importantes. (CHRISTOFOLETTI, 1979)

Levando em consideração o critério funcional, FORSTER, RAPOPORT e TRUCCO (1957)*** apud CHRISTOFOLETTI (1979), distingue os seguintes sistemas: Sistemas Isolados - são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem nenhuma perda de energia ou matéria do ambiente que os circundam; Sistemas não isolados - mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual

* SEMA - Caracterização e Diretrizes Gerais de Uso da APA do Rio São Bartolomeu na Escala 1:100.000. SEC. Coordenadoria de Áreas de Proteção Ambiental. Brasília, 2 vols., 1986.

** NOVAES PINTO, M. (1986). Unidades Geomorfológicas do Distrito Federal. Geografia 11 (21).

*** FOSTER, C., RAPOPORT, A. & TRUCCO, E. (1957). Some Unsolved Problems in the Theory of Non-Isolated Systems, General Systems Yearbook, 2.

funcionam, podendo ser subdivididos em: Fechados: quando há permuta de energia, mas não de matéria (ex.: planeta Terra) e Abertos: aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo. Os sistemas abertos são os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, vertente, homem, cidade, indústria, animais e muitos outros.

Dentro de uma concepção sistêmica, a análise de bacia hidrográfica, é vantajosa, como salienta LIMA (1986), porque ao considerá-la como um sistema aberto, se dá maior ênfase às inter-relações entre forma e processo, bem como ao ambiente como um todo, incluindo a interferência do homem.

ZUQUETTI (1987), considerando que uma região compreende ou faz parte de um sistema o qual pode ser classificado em termos funcionais como aberto e quanto a estrutura como um sistema de processos-respostas, elaborou um trabalho, “Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras”, onde destaca a necessidade de execuções de mapeamentos geotécnicos para o fornecimento de informações que permitam aos usuários planejar melhor a ocupação do meio ambiente, através da seleção das melhores áreas, e nelas executar uma investigação mais adequada.

Neste trabalho, o autor destaca as possíveis formas e condições de representação graficada do meio físico, bem como suas variações, em documentos bidimensionais de fácil observação e análise; técnicas para definição e delimitação das diferentes unidades de terreno, com base em seus atributos naturais, além de elaborar um amplo levantamento bibliográfico através do qual busca analisa as principais formas de avaliação do meio físico (metodologias e sistemáticas) aplicadas em diferentes países.

A cartografia geotécnica enquanto fornecedora de informações sobre os mecanismos de funcionamento dos mais diversos ambientes que constituem o estrato geográfico é, segundo ROSS (1991), a denominação dada pelos geólogos aos diagnósticos ambientais, sendo que à estes, também os profissionais especializados em

pedologia, aplicam outra terminologia, denominando-os por cartas de suscetibilidade à erosão.

Através de investigação geotécnica e análise da morfodinâmica, MERICO (1989), propõe a definição de um mapa base de planejamento para o município de Brusque - SC, o qual registra o resultado da análise respectivas às suas principais características geoambientais.

O trabalho deste autor inicia-se com uma abordagem geológica da área, devido às conseqüências dos condicionamentos geológicos na geomorfologia e geotecnia enquanto que a geomorfologia foi estudada segundo a ótica de sistemas de relevo a fim de que fornecesse informações para a compreensão de fatores como as formações superficiais e os movimentos de massa e processos erosivos.

A partir destes dados, o autor analisou e cartografou, os níveis de atividade pedogenética e morfodinâmica, definida através de modificações feitas às concepções de TRICART (1976 e 1977), os quais serviram de base para a coleta de dados geotécnicos e conseqüentemente, o mapa final de indicações ao planejamento proposto.

Dessa forma, segundo MERICO (1989), a análise integrada de uma série de elementos como geologia, sistemas de relevo, declividades, formações superficiais, movimentos de massa, balanço pedogênese-morfogênese e geotecnia, permitem uma visão real dos fenômenos geoambientais e, assim, a formulação de indicações ao planejamento.

↳ Bacia hidrográfica define a área de captação do escoamento superficial que alimenta um curso d'água. Separa-se de outras bacias pelos divisores situados nos espigões (linha hidrográfica), (BIGARELLA & MIZUCHOUSKI, 1985). Portanto, uma bacia hidrográfica apresenta-se como um sistema onde as relações mútuas entre os diversos componentes que integram sua estrutura permitem a análise integrada do potencial ecológico obtido através do diagnóstico ambiental.

Procurando analisar integralmente uma bacia hidrográfica, GIOMETTI (1993) em seu trabalho "Contribuição ao Diagnóstico e Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira - SP", que de modo geral consiste na obtenção de uma visão de conjunto e determinação da organização do espaço, analisa o meio ambiente como o resultado da interrelação e funcionamento entre elementos/atributos sociais e naturais, estabelece um diagnóstico ambiental como suporte aos estudos de macrozoneamento, através de estudos fundamentados na metodologia sistêmica

Dessa forma, GIOMETTI op.cit., visando a fornecer subsídios para a exploração racional dos recursos naturais da referida bacia, sem perder de vista a preservação ambiental, sugere quanto à elaboração do diagnóstico ambiental, a subdivisão deste em "Diagnóstico Antropizado", definido a partir de levantamento sócio-econômico através de dados censitários, a fim de estabelecer a evolução da organização do espaço, e "Diagnóstico Físico" obtido através da elaboração de mapas de hidrografia, geologia, geomorfologia, pedologia, classes de declividade, vegetação natural e uso da terra e caracterização do clima da área, distinguindo assim, no sistema da paisagem, uma estrutura físico-geográfica integrada pela ação dos fatores naturais, e uma estrutura humano-geográfica dirigida ao reconhecimento do impacto do homem sobre a estrutura natural da paisagem, e a partir desses estudos a confecção de mapas associativos: litopedológicos, morfoestrutural e morfopedológico.

GIOMETTI (1993), como resultado da integração deste conjunto de dados, define o macrozoneamento da bacia hidrográfica onde faz então a divisão funcional da paisagem que corresponde a otimização do uso dos recursos naturais no espaço, levando em consideração as variações destes quanto ao potencial e necessidades da população, visando ao desenvolvimento sócio-econômico da área em estudo.

PROCHNOW (1990), dentro da perspectiva sistêmica, em seu trabalho "Análise Ambiental da Sub-bacia do Rio Piracicaba: Subsídios ao seu planejamento e manejo", a fim de proceder à análise ambiental integrada da sub-bacia do Rio

Piracicaba compostas pelas sub-bacias dos Ribeirões Lambari, do Tijuco Preto, Tatu e Cachoeira, e assim oferecer subsídios ao seu planejamento e conservação, adota como unidade de estudo a bacia hidrográfica, desenvolvendo para esta a caracterização dos seus aspectos naturais e sócio econômicos procurando realizar prescrições restritivas para a área.

Para esta autora, a primeira fase de um estudo de bacia hidrográfica, com fins de planejamento e manejo, corresponde a realização de um inventário conservacionista que envolva tanto os aspectos físicos como sócio-econômicos, aplicando a este conjunto de informações, técnicas cartográficas.

Caracterizando a área em termos populacionais e sócio econômicos, analisando os impactos da industrialização e das atividades agrícolas, bem como as demandas de água para abastecimento urbano, industrial e para irrigação, PROCHNOW op.cit., identifica as relações existente entre ação-efeito-impacto.

Para a caracterização física, considerando que as análises quantitativas possibilitam inferências e evitam observações puramente descritivas da área, a autora acima citada levantou diversas variáveis morfométricas, sendo algumas de conteúdo geométrico como área da bacia, perímetro, largura e extensão do rio principal, e outras de conteúdo geomorfológico: amplitude altimétrica, altitude máxima e mínima e a declividade dos canais principais, aos quais, calculados os índices e relações como o ordenamento das sub-bacias, a densidade de drenagem e o índice de sinuosidade, associou análises sobre a disponibilidades hídricas superficiais, estimativas de vazão pelo método da regionalização hidrológica, disponibilidades hídricas subterrâneas e caracterização do solo.

Além destes elementos, PROCHNOW (1990), destaca que a importância da definição das áreas mais suscetíveis aos processos erosivos, e neste sentido faz uma análise do potencial natural à erosão laminar através da erosividade das chuvas e erosividade do solo, e do impacto da erosão nos recursos hídricos por meio do índice de compacidade, e, ainda estudos da capacidade de uso e

caracterização do uso atual onde classifica as terras de acordo com sua aptidão de uso.

Procurando fornecer subsídios ao planejamento e ocupação da alta e média bacia do Rio Jacaré-Pepira, BUENO (1994), destaca que a ocupação do meio físico deve respeitar suas respectivas características.

Particularmente preocupada com o desenvolvimento rural destes setores da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira, considerando que este depende da utilização dos recursos naturais para seu progresso imediato, os métodos utilizados por esta autora acima citada, baseiam-se nas interações entre os condicionantes do meio físico e os fatores naturais - erodibilidade dos solos, erosividade das chuvas, comprimento e declividade das vertentes, que consubstanciam a definição do potencial natural à erosão - e os fatores antrópicos, através do uso e ocupação atual que definiriam os diferentes níveis de expectativa à erosão.

Dessa forma, através do levantamento dos aspectos litológicos e estruturais do arcabouço geológico, das formas do relevo e sua dinâmica de evolução, das características pedológicas condicionadas pelos fatores geológicos e geomorfológicos e, ainda do histórico e da situação atual de ocupação das terras, BUENO (1994), desenvolve a caracterização da área quanto aos processos erosivos, diagnosticando suas potencialidades naturais e as alterações provocadas pela atividade antrópica, fornecendo os aspectos abrangentes e específicos no condicionamento da erosão e assim, das limitações do meio físico ao uso.

Apresentando um planejamento e gerenciamento integrado dos recursos hídricos com o objetivo de oferecer informações que inibam a degradação, a exaustão e a exploração desordenada dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, O Plano Estadual Paulista de Recursos Hídricos, desenvolvido pelo DAEE (1990), apresenta em sua metodologia aspectos voltados à recuperação e reabilitação de áreas degradadas, e aspectos que enfatizam a preservação do meio ambiente. Neste documento a parte sob forma cartográfica é acompanhado por textos sucintos.

Particularmente no caso da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, MATOS (1987) desenvolveu para a Bacia Representativa do Rio Jacaré-Guaçu uma metodologia para um melhor conhecimento das parcelas de precipitação, de evapotranspiração e de vazão específica objetivando fornecer subsídios à conservação, controle ou gerenciamento dos recursos hídricos da bacia em questão.

Aplicando os métodos de TURC, PEMMAN e THORNTHWAITE para a definição do Balanço Hídrico Superficial, a autora acima citada analisa a viabilidade técnica dos mesmos, a precisão dos resultados obtidos, além da possibilidade de aplicação do método para outras regiões.

Embora nesta proposta MATOS (1987) não envolva a associação das análises a outros elementos que integram o meio físico, caracteriza a bacia do Rio Jacaré-Guaçu quanto a sua localização, sistema de drenagem, geologia e clima, destacando aspectos básicos quanto à estes fatores como coordenadas geográficas, limites com outras bacias, área total, rios tributários do Rio Jacaré-Guaçu, área de drenagem total, índice de compactidade e de conformação, declividade média, altitude máxima e mínima, configuração geológica da bacia, além de citar a classificação climática desenvolvida por MATTOS (1982)*.

Cabe destacar ainda que, a localização, sistema de drenagem, geologia e clima, também são abordados por ROMA & MATTOS (1983) em seu trabalho "Bacia Representativa do Rio Jacaré-Guaçu" publicado no Anais RBE - Revista Brasileira de Engenharia, do V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos.

Além desses aspectos, estes autores definem cartograficamente a localização das estações pluviométricas do DNAEE e de outras entidades, as estações climatológicas, as estações fluviométricas e as estações telemétricas instaladas na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, além de definir em forma de tabelas, os anos de dados de

* MATTOS, A. (1982). Método de Previsão de Estiagens em Rios Perenes Usando Poucos Dados de Vazão e Longas Séries de Precipitação. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

precipitações diárias, precipitações médias e cotas médias diárias existentes no arquivo das estações entre o período de 1958 a 1982.

Quanto a aplicação de técnicas computacionais, BORIN (1992), destaca a importância de SIGs - Sistemas de Informações Geográficas - como instrumentos para pesquisas relativas ao espaço uma vez que estes possibilitam que uma grande variedade de dados, principalmente os geográficos, sejam processados, integrados e acessados, e, cujas aplicações podem abranger desde o desenvolvimento de sistemas cadastrais até sistemas de manejo de recursos naturais.

Segundo PEREIRA (1995), Sistemas de Informações Geográficas - SIG - "... são sistemas informativos e interativos de grande complexidade, dotados de recursos para a aquisição, armazenamento, processamento e análise de dados e informações sobre entidades de expressão espacial".

Podem, conforme o autor acima citado, ser considerados como modelos de sistemas do "mundo real", entendendo-se como modelos representações úteis para um determinado propósito, que, substituindo os convencionais (mapas, maquetas, arquivos), além de cumprir as funções destes, acrescentam novos horizontes às atividades de gestão, projeto, planejamento e análise.

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS

Qualquer que seja o nível de desenvolvimento técnico da sociedade, as interações entre os seres humanos e o meio natural são permanentes e intensas, compondo um sistema cujos fenômenos se processam dinamicamente mediante fluxos de matéria e energia que dão origem às relações de dependência mútua entre os elementos que o integram.

Dentro deste contexto, para que se possa estabelecer diretrizes de uso racional dos recursos naturais minimizando os efeitos ou impactos ao meio ambiente faz-se necessário a definição de planos que elevem a produtividade ao seu nível máximo de rendimento dentro de um sistema de exploração eficiente e racional sem empobrecer e destruir os recursos do meio natural.

A implantação de tais planos exige a elaboração de diagnósticos ambientais que permitam a compreensão da distribuição dos fenômenos e sua dinâmica no que se refere a sua base física, uma vez que esta representa a base sobre a qual se estrutura as atividades humanas.

Dessa forma, as informações contidas em um diagnóstico ambiental caracterizam-se como instrumentos a serem utilizados para que se consiga aumentar o potencial produtivo da área, bem como desenvolver o sistema de ocupação do espaço físico e, conseqüentemente, elevar o nível de vida através da racionalização do uso do espaço geográfico e de seus bens de produção.

Segundo CREMA (1988)* apud GIOMETTI (1977), o método de investigação empírico-indutivo de Bacon, o raciocínio analítico-dedutivo de Descartes e a Física Clássica de Newton, orientaram e modelaram a ciência moderna, com sua tendência à quantificação, previsibilidade e controle, refletindo uma visão racional e tecnológica, segundo a qual a sociedade encontra-se fragmentada, e suas partes encerradas em compartimentos estanques, mas em permanente conflito. Após 300 anos, esta proposta encontra-se decadente sob o peso de suas próprias contradições.

Contraopondo-se a este pensamento mecanicista-newtoniano, LAUDE (1987)** apud a autora op.cit., cita que segundo, tem-se, a concepção sistêmica da qual desenvolveu-se a visão holística do ambiente. Esta abordagem consiste na consideração de que os fenômenos se inter-relacionam de uma forma global induzindo à existência de uma paisagem integrada.

Dessa forma, tem-se que o conceito de sistema enquanto conjunto de fenômenos, representa um instrumento para o estudo do meio ambiente em seus mais diversos aspectos, permitindo a integração entre a necessidade de análise, que resulta das técnicas de investigação, e a necessidade da visão de conjunto, capaz de propiciar uma atuação mais eficaz sobre o meio ambiente.

Formalizando a noção intuitiva de que ambiente corresponde a um conjunto de condicionantes atuando em um determinado espaço físico, XAVIER DA SILVA (1989), define ambiente como um "... conjunto estruturado sobre uma determinada localização geográfica, que tem uma extensão determinável e representa uma síntese da atuação de uma variada gama de fatores ambientais-naturais e sócio-econômicos correlacionados causal ou aleatoriamente para produzi-lo".

Destacando a partir desta definição, o ambiente como uma estrutura geograficamente definível, é possível localizá-lo, estabelecer sua extensão territorial e seus limites, e, desta forma, adotar uma unidade de análise ambiental. No presente

* CREMA, R. (1988). Introdução a Visão Holística. São Paulo, Summus.

** LAUDE, R.A. (1987). El Paisaje Integrado y su Utilizacion en la Planificacion Territorial y Desarrollo Regional. Rev. Geográfica de Valparaiso - 18.

estudo, de acordo com objetivos fixados, a unidade ambiental adotada corresponde à bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

Em estudos de bacias hidrográficas, uma vez adotada uma perspectiva sistêmica, conforme sugere PROCHNOW (1990), "... implicitamente se assume que é possível identificar seus elementos componentes e analisar as suas relações mais importantes."

Considerando bacia hidrográfica conforme VIESSMAN, HARBABAUG & KNAPP (1972)* apud VILLELA & MATTOS (1975) como "Uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída." tem-se que esta corresponde à um sistema onde as relações entre os diversos componentes que integram sua estrutura permitem a análise integrada do potencial ecológico desta.

A definição completa de um sistema, conforme CHRISTOFOLETTI (1979), estabelece que se deve considerá-lo como unidade discreta e isolada, para que possa ser analisado. Neste trabalho, ao delimitá-lo como bacia hidrográfica, este passa a constituir um conjunto unitário completo cuja estrutura é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes o elemento é a unidade básica do sistema.

ZUQUETTI (1987), destaca que a região a ser avaliada compreende ou faz parte de um "sistema", que segundo MILLER (1965)** , "... é um conjunto de unidades de terrenos que apresentam relações entre si ..." e que HALL e FAGEN (1956)*** consideram "... como um conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre os seus atributos ...".

* VIESSMAN, HARBAUGH & KAPP. 1972.

** MILLER, J.G. (1965). Living Systems: Basic Concepts, Behavioral Science, 10: 193-237.

*** HALL, A.D. & FAGEN, R.E. (1956). Definition of Systems, General Systems, Yearbook, 1:18-26.

A partir destas definições, CHRISTOFOLLETTI (1979) afirma que os sistemas são constituídos por:

- “- elementos, que correspondem aos componentes do meio físico;
- relações, que refletem as ligações existentes entre os componentes do meio físico, e;
- atributos, que são as qualidades pertinentes aos componentes do meio físico e que são utilizadas para caracterizá-los”.

“Considerando o meio ambiente como a relação dinâmica entre o meio físico, biológico, sócio-econômico e cultural, a componente que mais resiste às alterações impostas pela ocupação deste ambiente é o meio físico. assim, na modificação dos processos naturais que se desenvolvem em um dado ambiente, decorrente a implantacarteção de uma ou qualquer tipo de uso do solo, o meio físico, com suas características intrínsecas e fenômenos associados, persiste mesmo modificado, mas novas relações de interação, como componente indissociável do ambiente construído, condicionando grande parte de seus desempenhos e problemas.”
(PRANDINI, FREITA & NAKAZAWA, 1992)

Partindo destas considerações e tendo-se como objetivo básico a definição de um diagnóstico ambiental cuja finalidade é oferecer opções capazes de subsidiar o processo de ocupação da bacia do Rio Jacaré-Guaçú no que diz respeito a utilização racional do meio e minimização dos efeitos ou impactos imposto à este, o trabalho exigiu uma atitude seletiva quanto às informações necessárias para o seu desenvolvimento através da qual procuramos identificar para análise elementos geomorfológicos, geológicos, climáticos e edáficos, visto que estes caracterizam-se como fatores de formação e evolução dos sistemas naturais e também elementos antrópicos, como os de uso e ocupação do solo, uma vez que se caracterizam como fatores que interferem na evolução dos sistemas naturais.

Através desta perspectiva, acredita-se que tais elementos tornam-se de interesse aos estudos ambientais como instrumentos de diagnóstico ambiental.

Cada um destes fenômenos incorporados num sistema, de modo geral, pode ser analisado, ele mesmo, como um sistema, convencionalmente denominado subsistema onde as relações mútuas entre os subsistemas definem uma certa taxinomia desses subsistemas. (TRICART, 1977)

Os diferentes atributos dos vários subsistemas irão determinar diferenças na capacidade de suporte e produtividade do sistema. Diante dessa situação, esses subsistemas, dentro de um mesmo sistema, não podem ser submetidos a um igual tipo de ocupação e de utilização, sob risco de se degradarem, afetando outros subsistemas com o qual interagem, ou mesmo provocar prejuízos ao sistema ao qual pertencem.

TRICART (1977), ressalta ainda que o conceito de sistema apresenta-se como um instrumento para estudos pertinentes ao meio ambiente. Ele permite a adoção de uma atitude dialética entre a necessidade de análise, que resulta das técnicas de investigação, e a necessidade de uma visão de conjunto, capaz de promover uma atuação eficaz sobre o meio ambiente.

Neste estudo, o conceito de análise ambiental adotado é a de SILVA E SOUZA (1987) onde “... analisar um ambiente equívale a desmembrá-lo em termos de suas partes componentes e apreender as suas funções internas e externas, com a conseqüente criação de um conjunto integrado de informações representativo deste conhecimento assim adquirido” ou seja, a ação de analisar implica ‘decompor algo preliminarmente estruturado para ganhar condições de uma nova síntese’ o que é operacionalmente válido e compatível com a abordagem sistêmica.”

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho procurou-se analisar os elementos definidos para este estudo em sua dinâmica natural, enfatizando mais as relações do que as entidades isoladas, constituintes do sistema bacia hidrográfica, evitando assim limitar à descrição fisiográfica que leva em consideração dados imutáveis, o que poderia ser simplesmente definido como inventário.

As diferenças naturais dos sistemas, acentuadas na medida em que se desce para o nível mais particularizado dos subsistemas que os constituem, tornam impraticável a aplicação de um plano único para a formulação de propostas com vistas a um manejo adequado que impeça ou minimize a intervenção do homem. Faz-se necessário, então, conhecer o sistema em toda a sua variabilidade, afim de assegurar que a exploração de seus recursos seja compatível com as suas aptidões intrínsecas.

Para orientar a elaboração do diagnóstico ambiental proposto para este trabalho, procurou-se recorrer a metodologia proposta por TRICART (1977), cujos princípios implicaram na elaboração de cartas que, sobrepostas, permitiram a definição cartográfica do diagnóstico do comportamento morfodinâmico, aos quais foram associados os princípios de potencial à estabilidade empregados para definição da “Carta para estabilidade de taludes” descritos por ZUQUETTI (1981).

Basicamente, a proposta sugerida por TRICART (1977) consiste em reunir e confrontar alguns elementos do meio os quais se condicionam mutuamente empregando um processo de integração que, desenvolvido através de etapas sucessivas, resultam na análise morfodinâmica.

O procedimento de análise morfodinâmica sugerido por TRICART (1977) envolve o estudo do sistema morfogenético, que é dado em função das condições climáticas, do relevo, da litologia e tectônica, que definem o quadro regional a partir do qual são delimitadas as unidades que constituirão o quadro sobre o qual se procederá a análise, que associado ao estudo das influências antrópicas, definida nesse trabalho a partir do uso e ocupação do solo implicam na análise de fatores limitantes ou restritivos para o processo de ocupação do meio.

Quanto à morfodinâmica, o autor acima citado, ressalta a importância da cobertura vegetal para a análise mais efetiva da dinâmica do meio, destacando que a presença de uma cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese, pode

diagnosticar a estabilidade do meio, uma vez que esta comporta mecanismos de compensação e auto-regulação.

Levando em consideração estes fundamentos, para a análise das condições climáticas adotou-se, neste trabalho, os princípios do sistema de classificação climática desenvolvido por Thornthwaite uma vez que este, partindo de dados simples de temperatura e precipitação, evidenciam as características do clima como elemento condicionador na dinâmica do meio ambiente.

Ao conjunto de informações do sistema morfogenético, a ótica dinâmica deve ser o ponto de partida da avaliação, devendo guiar a classificação dos meios.

Para os elementos analisados neste trabalho a obtenção dos atributos correspondeu ao levantamento e análise dos trabalhos já realizados que possuíam potencial para fornecer dados básicos a partir dos quais foram elaborados mapas simples que mostram a distribuição dos atributos ou suas classes de intervalo, onde foram definidas unidades homogêneas que formaram as bases cartográficas para o estabelecimento das relações entre os elementos do meio físico.

As apresentações destes dados e informações foram feitas através de tabelas e mapas apropriados, cujos fundamentos técnicos para definição e delimitação das diferentes unidades do terreno com base nos seus atributos, foram efetuados conforme os propostos por ZUQUETTI (1987) em seu trabalho “Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras”.

Estes mapas foram concebidos de modo a mostrar adequadamente os componentes básicos que permitem definir e delimitar a distribuição dos subsistemas destacando suas potencialidades.

Estes subsistemas, que segundo sua concepção são porções do sistema com um conjunto de características similares, ganham importância pelo fato de seus

limites, nos mapas que as representam, destacarem informações úteis para a gestão do sistema em termos de aptidões, suscetibilidade e riscos.

O ato de mapear, segundo VARNES (1971)* apud ZUQUETTI (1987), refere-se ao ato de delinear áreas que são homogêneas ou aceitavelmente heterogêneas para as finalidades às quais o mapa esta sendo realizado, e a apresentação é feita em bi-dimensão, associada a palavras, letras, números, símbolos e outros caracteres que representem os atributos essenciais.

ZUQUETTI (1987), destaca que os mapeamentos são baseados num conjunto de informações preexistentes e fundamentais para cada região e distingue assim quatro categorias de informações que podem ser levantadas e analisadas: mapas básicos fundamentais que normalmente representam os componentes do meio físico (topográficos, geológicos, do substrato geológico, de materiais inconsolidados, de águas); mapas básicos opcionais, que são todos os mapas existentes com exceção dos citados (pedológico, geofísico, geomorfológico, climático, de ocupação atual ou prevista; mapas auxiliares que corresponde ao “mapa de documentação ou de dados” onde são registrados os pontos de obtenção de informações e, cartas derivadas ou interpretativas, originadas das interpretações realizadas sobre as informações contidas nas outras classes de mapas.

Os mapas a serem elaborados podem ser, conforme o autor op.cit., simples ou compostos (combinados), sendo um mapa simples aquele que mostra a distribuição de um atributo ou sua classe de intervalo enquanto que mapas compostos são aqueles elaborados a partir de mapas simples superpostos e impressos juntos, sendo o atributo as qualidades pertinentes aos componentes do meio físico.

Para a definição de mapas compostos, os atributos devem ser considerados através de duas situações opostas: - subdividindo a região em áreas menores: seguindo um processo de divisão, análise e identificação e, - agrupando

* VARNES, (1971)

pequenas áreas: através do agrupamento, síntese e fusão dentro de classes. (ZUQUETTI, 1987)

Tais conceitos e as respectivas metodologias para sua aplicação fundamentaram a aquisição do material cartográfico e a elaboração dos mapeamentos desenvolvidos neste trabalho, onde na análise de cada mapa simples ou uma carta, verificou-se que existem objetos identificados e classificados, onde a identificação é o ato de reconhecer o objeto e a classificação envolve uma análise interpretativa das características dos atributos em questão.

Assim, cada um dos documentos deste trabalho onde são definidos atributos do meio físico necessários à análise morfodinâmica, é acompanhado por um memorial descritivo que descreve os atributos identificados em cada unidade.

Embora os componentes e atributos a serem registradas cartograficamente possam ser processados manualmente, atualmente, devido aos avanços técnicos computacionais, surgiram diversos sistemas automatizados para o manejo de tais dados e informações, os denominados SIGs “Sistemas de Informações Geográficas”.

Dentre os diversos SIGs disponíveis, para mapeamento e sobreposições dos dados e informações necessários à proposta deste trabalho tem-se o “IDRISI” que conforme FERREIRA (1994), corresponde a um conjunto de programas desenvolvidos para IBM-PCs, pela Clark University (EUA), que atuam sobre uma determinada base de dados geográficos.

Conforme destaca ZUQUETTI (1987), os mapeamentos cujos objetivos sejam o fornecimento de informações que permitam o planejamento para uma ocupação racional do meio ambiente, podem ser realizados em diferentes escalas:

- escalas gerais, menores que 1:100.000, úteis na orientação e desenvolvimento de grandes extensões territoriais;

- escalas regionais, de 1:100.000 a 1:25.000, e, escalas semi-detalhe, 1:25.000 a 1:10.000, que tem como objetivo auxiliar na ocupação determinado qual o melhor modo para sua execução.

Para ZUQUETTI op.cit., os mapeamentos definidos nas escalas entre 1:100.000 e 1:250.000 servem ao planejamento de regiões extensas, inclusive à nível estadual, e devem refletir áreas que sejam homogêneas em termos das características do meio físico sendo que os atributos que melhor orientam a análise correspondem as condições geomorfológicas (declividade, áreas instáveis); materiais (tipos litológicos predominantes com as feições estruturais-tectônicas; texturas dos materiais inconsolidados; possíveis aquíferos; potencial mineral); ocupação atual (vegetação natural; ocupação antrópica) e dados climáticos para bacias hidrográficas (pluviosidade média anual; área da bacia).

TRICART (1977), destaca que a classificação ecodinâmica dos meios ambientes - análise morfodinâmica - é válida para as grandes e pequenas escalas, uma vez que se fundamenta em estudos que comportam o estabelecimento de cartas em escalas de 1:20.000, 1:25.000, 1:50.000 e 1:250.000, embora possam inspirar pesquisas mais detalhadas e, contrariamente, que esse tipo de classificação seja útil para orientar estudos mais generalizados, em escala de 1:1.000.000.

Baseado nestes fundamentos, adotou-se a escala geral para a elaboração dos mapeamentos simples e compostos a escala 1:250.000.

Através destas perspectivas, acredita-se que em seu conjunto, estes estudos que resultaram no diagnóstico ambiental, tornam-se de interesse para se estabelecer prognósticos, diretrizes de uso da terra e planejamento regional. E, portanto, num instrumento que possibilite a tomada de medidas preventivas e/ou corretivas no âmbito do quadro ambiental que se tem, ou que se quer ter.

5. MATERIAIS E ETAPAS DE TRABALHO

O conjunto representado por uma bacia hidrográfica é composto por elementos do meio natural e antrópico, seus atributos e as relações estabelecidas entre eles. Assim, são os elementos e suas relações que definem as estruturas do sistema.

Levando em consideração estes fundamentos, o diagnóstico físico do sistema que compõe a bacia do Jacaré-Guaçu, implicou na análise dos elementos geológicos, geomorfológicos, cobertura superficial e climáticos, que correspondem à fatores de formação e evolução dos sistemas naturais e, também, na análise do uso e ocupação do solo pelo fato deste aspecto se caracterizar como fator que interfere na evolução dos sistemas naturais.

A apresentação destas informações foram feitas através de mapas apropriados, concebidos de modo que permitam definir e delimitar a distribuição dos componentes que compõem o sistema hídrico da bacia do Rio Jacaré Guaçu destacando suas potencialidades, por meio da análise de tais informações cartografadas.

Por questão prática, neste trabalho, como todas as informações não podem ser representados em uma mesma carta, foram elaborados vários documentos que serviram de base para a confecção de uma ou mais cartas de síntese, também denominadas interpretativas ou finais.

Assim, parte destes estudos implicaram na elaboração de cartas que, sobrepostas, permitiram a definição do diagnóstico físico da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

Entretanto, antecedendo à elaboração destas cartas foram preliminarmente levantamentos e compilados dados preexistentes em bibliotecas e mapotecas especializadas a fim de identificar a disponibilidade de materiais cujas informações pudessem ser registradas cartograficamente e, também o levantamento de dados e informações pertinentes ao tema deste estudo.

A partir destes levantamentos foram elaborados, para as diversas etapas que em seu conjunto definem este trabalho, vários documentos - Cartas de Documentação e Cartas Básicas -, enquanto instrumentos de análise e síntese, que, sobrepostas, permitiram a definição do diagnóstico físico da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

1º. Etapa: Elaboração de Cartas de Documentação:

As cartas de documentação elaboradas correspondem a de **“Delimitação do Perímetro da Bacia Hidrográfica”** definida para estudo, através do plano horizontal representado pelas cartas topográficas; a dos **“Municípios Inseridos na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu”**, a de **“Localização dos Pontos de Coleta de Dados”** como estações climatológicas, estações pluviométricas e postos pluviométricos e a **“Carta do Sistema Hidrográfico do Rio Jacaré-Guaçu”** onde esta definida a rede de drenagem juntamente com os divisores de água que definem a Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

2º. Etapa: Elaboração de Cartas Básicas:

Quanto às cartas básicas, foram elaboradas 11 (onze) cartas, conforme descrição a seguir, cujas cópias, em escalas reduzidas, acompanham os itens desenvolvidos nesse trabalho:

- **Carta de Isoietas Médias Anuais:** considerando na análise morfodinâmica, dentre os diversos elementos climáticos, a precipitação destaca-se como um importante agente modificador da estabilidade do meio, essa carta, associada aos gráficos elaborados que evidenciam a sazonalidade da precipitação, permitiram o reconhecimento dos aspectos climáticos da bacia de estudo ligados à morfodinâmica.

Uma vez que o comportamento do clima geralmente acompanha os níveis do terreno, elaborou-se neste trabalho uma carta de curvas de níveis que associada às isoietas médias anuais evidenciam a distribuição destes na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.

- **Carta Litológica e Tectônica:** pois os dados geológicos-estruturais compõem o quadro de fundo, sobre os quais se desenvolvem e evoluem os processos morfogenéticos. As rochas e suas diferentes estruturas influem na forma e na evolução do relevo, enquanto que os dados tectônicos, precisam o tipo de evento a que está ou esteve sujeita a área bem como as etapas de sua evolução. Portanto, as observações geológicas oferecem subsídios aos estudos da estrutura superficial da paisagem, mostrando o contexto geológicos no qual as formas se desenvolveram - o tipo de estrutura regional (Maciço antigo, bacia sedimentar, vulcanismo recente, etc.), a rocha (variedades dos grandes tipos litológicos) e a tectônica (dobras, falhas e fraturas).

- **Carta Geomorfológica:** a fim de definir as principais características quanto a forma do relevo através dos sistemas de relevo.

- **Carta da Cobertura Superficial:** a avaliação das terras visando o reconhecimento dos materiais de superfície exige como ponto de partida um levantamento de solos onde as informações pedológicas constituem a base para a análise e diagnose da capacidade dos solos.

- **Carta de Ocupação e Uso Atual do Solo:** dentre os elementos necessários ao levantamento do meio físico, está a caracterização do uso atual. O estudo da ocupação da terra compreende o reconhecimento das formas de utilização das terras pela ação antrópica e da cobertura vegetal natural, bem como suas respectivas concentrações, ou seja, o mapa de uso atual, como o próprio nome indica, visa a dar uma visão global da maneira como a bacia ou sub-bacia está sendo aproveitada.

Conhecida a cobertura vegetal, procurou-se efetuar estudo comparativo destes dados com os referentes à capacidade de uso quanto a adequação de diversas formas de uso aos diferentes potenciais edáficos.

As cartas de documentação de Delimitação do Perímetro da Bacia Hidrográfica, carta de Localização dos Pontos de Coleta de Dados e as cartas básicas de Recursos Hídricos, de Sub-Bacias e a carta de Curvas de Nível, foram obtidas através das cartas topográficas escala 1:250.000 folhas Araraquara - SF-22-X-D, edição 1.979; Bauru - SF-22-Z-B, impressão 1.993; Ribeirão Preto - SF-23-V-C, edição 1.979 e Campinas - SF-23-Y-A, impressão 1.993, enquanto que as informações definidas na carta de Litologia e Tectônica fundamentaram-se nas cartas geológicas escala 1:250.000 folhas Araraquara - SF-22-X-D, 1.982; Bauru - SF-22-Z-B, 1.984; Ribeirão Preto - SF-23-V-C, 1.982; e Campinas - SF-23-Y-A, 1.982; e a carta Geomorfológica teve como base o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo - escala 1:1.000.000, vol. 1, Divisão de Minas e Geologia Aplicada de Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, 1.981. Para a definição das isoietas recorreu-se ao documento cartográfico elaborado por MATOS (1987) - Isoietas Médias para o Período de 1970 à 1984, 2ª. correção, escala 1:1.000.000.

Para executar o levantamento da ocupação e uso da terra, recorreremos documentos cartográficos de Utilização da Terra do Estado de São Paulo publicados na escala 1:250.000 pelo IGC - Instituto Geográfico e Cartográfico, Folhas Bauru (1981), Campinas (1980), Ribeirão Preto (1985) e Araraquara, sendo esta última

cedida pelo IGC, uma vez que ainda não publicada na ocasião da elaboração deste trabalho.

Quanto à definição da cobertura superficial da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu utilizou-se as cartas de Capacidade de Uso das Terras, escala 1:750.000, anexas às de Utilização da terra do Estado de São Paulo empregados neste trabalho, que conforme notas explicativas das mesmas, uma vez que "... expressas através de classes definidas a partir de fatores do meio físico como características físico-químicas e atributos do relevo, indicam a aptidão das terras ...", cujas informações, associadas as do Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo (1974), ofereceram referenciais à identificação da variabilidade dos tipos de solos que ocorrem na área de estudo e suas respectivas características.

Como este trabalho visa mapear áreas homogêneas do sistema Jacaré-Guaçu, houve a preocupação com a escala na confecção das cartas. Assim, a Carta Geomorfológica e a Carta de Capacidade de Uso das Terras foram reduzidas mecanicamente a fim de tornar possível a sobreposição.

3º. Etapa: Elaboração de Cartas Sobrepostas:

Para as sobreposições das cartas básicas, bem como a definições de algumas cartas definidas no Autocad através de valores pontuais, recorreu-se ao SIG - Sistema de Informação Geográfica "IDRISI" que corresponde a um programa que atua sobre uma determinada base de dados geográficos. Para que os dados sejam armazenados em um SIG é necessário a transformação dos mesmos da forma analógica (mapas, cartas, etc.) para a forma digital que significa a codificação dos dados em linguagem de máquina, procedimento este denominado digitalização.

Dessa forma, embora este SIG permita a entrada de dados via teclado, tem-se que este meio apresenta grandes limitações impostas pela resolução e assim deve ser utilizada apenas para áreas muito pequenas e que não exijam resolução muito

final para os dados, desta forma, para a definição das cartas de documentação e básicas a serem sobrepostas através deste SIG utilizamos o programa AUTOCAD da Autodesk Inc. enquanto recurso técnico para a digitalização de dados, que além de padronizar e agilizar o processo de codificação dos dados, é compatível com SIG "IDRISI".

Entretanto, o programa AUTOCAD, embora de grande difusão no meio acadêmico, para a confecção de mapas e cartas exige a instalação de mesa digitalizadora e assim, nesta fase de elaboração das cartas de documentação e básicas tivemos que superar algumas dificuldades quanto a adequação do material cartográfico utilizado à mesa digitalizadora. Como as diversas tentativas de adequarmos o equipamento disponível no Departamento de Hidráulica e Saneamento evidenciaram a inviabilidade de uso do programa AUTOCAD, ante a ausência, na ocasião da execução dos mapeamentos, de mesa em tamanho compatível com os mapas, recorremos a outros departamentos da própria Escola de Engenharia de São Carlos - USP, que também mostraram-se não adaptados a este tipo de proposta, o que nos levou a estabelecer contato com diversas unidades da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, campus Rio Claro, a qual, junto ao Centro de Análise e Planejamento Ambiental - CEAPLA, possui o equipamento necessário para a elaboração das cartas de documentação e básicas. Assim, tais documentos serão elaborados utilizando-se os equipamentos dessa Universidade.

Definidos os documentos através da digitalização, antecedendo a exportação (transferência) destes para o SIG-IDRISI fez-se necessário suas respectivas edições o que corresponde à atribuição de identificadores a cada entidade do tipo linha ou polígono digitalizado (atribuição de categorias numéricas a cada um dos atributos digitalizados (numerar polígonos, códigos às linhas, etc.) e também correção (fechamento de polígonos, intersecção de linhas) e para isso recorreu-se ao software ROOTS, desenvolvido pela Universidade de Harvard, EUA.

Empregando-se esse SIG, definiu-se através da sobreposição das cartas de morfologia, litologia e tectônica e ainda o de formações superficiais, o quadro

morfoestrutural que associado às características climáticas integram o quadro regional.

O quadro regional, correspondendo, dessa forma ao conjunto de informações básicas sobre os atributos dos elementos que integram o meio, torna possível os estudos relativos à análise morfodinâmica.

Da análise morfodinâmica, estabelecida através da definição do sistema morfogenético, por sua vez resultante da sobreposição da carta do quadro regional associada às de processos morfodinâmicos artificiais definida através do uso e ocupação do solo cuja análise se justifica pelo fato de fornecer informações sobre modificações que estão ocorrendo na área ao revelar o dinamismo das intervenções antrópicas sobre esta, resultou a Carta do Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu propriamente dito, a partir da qual foi definida a sensibilidade do meio através da classificação morfodinâmica.

Esta fase do trabalho, finalizada com a cartografia sobreposta dos diversos elementos/atributos definidos para este estudo, resultou, na classificação do sistema hídrico em questão em unidades morfodinâmicas homogêneas, nas quais foram definidos os respectivos potenciais ambientais que no seu conjunto fornecem a visão global da área definida para estudo.

Dessa forma, as informações contidas no diagnóstico físico caracterizar-se-ão como instrumentos a serem utilizados para que se consiga aumentar o potencial produtivo da área, bem como desenvolver o sistema de ocupação do espaço físico e, conseqüentemente, elevar o nível de vida através da racionalização do uso do espaço geográfico e de seus bens de produção.

6. ASPECTOS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

Situada entre os paralelos de 21°37' e 22°22' de latitude sul e os meridianos 47°33' e 48°49' de longitude oeste, a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu apresenta uma área de drenagem de 3.939 Km² e, tem suas cabeceiras na Serra de Itaqueri a uma altitude aproximada de 800 metros, e sua foz no Rio Tietê a uma altitude de 450 metros, depois de percorrer cerca de 148 quilômetros. (DAEE, 1974) (Figura 01)

O Rio Tietê é um curso d'água primitivamente conseqüente (ALMEIDA, 1964), ou seja, teve seu eixo principal direcionado pelo caimento da extensa Superfície Paleogênica. Seu traçado foi evoluindo com o tempo, através da exploração de diferenças da resistência litológica, do prolongamento de suas cabeceiras, e de epigênese imposta pelo soerguimento epirogênico, fenômeno aliás marcante justamente na sua travessia pelas Cuestas. Nesta província, seus tributários são os rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, de cursos ressequentes.

O nível de base do Rio Tietê apresenta-se, segundo ALMEIDA (1964), extremamente deprimido em relação ao planalto de reverso da Cuesta interna, "provocando um vigoroso entalhe nos vales dos rios Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu, restando como testemunho, apenas o primitivo reverso basáltico da cuesta, a serra do Dourado.

Limitando-se ao sul com a Bacia do Rio Jacaré-Pepira, ao norte, com a Bacia do Rio São Lourenço, a nordeste com a Bacia do Rio Mogi-Guaçu, a leste, com a Bacia do Rio Piracicaba e, a oeste com o Rio Tietê, o Rio Jacaré-Guaçu corre no sentido geral E-W.

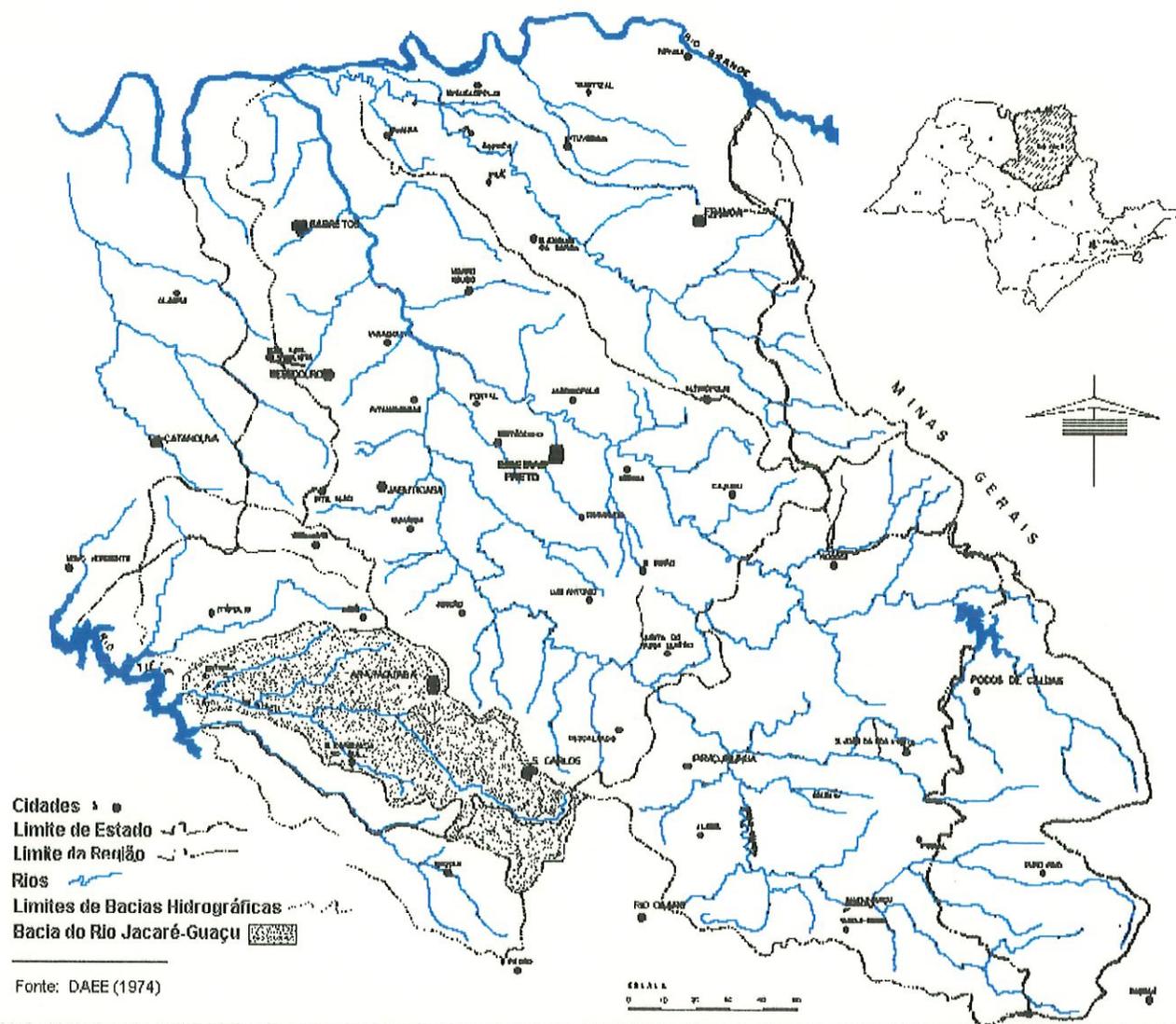


Figura 01 - Localização da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu na Região Administrativa 6

No Ribeirão do Lobo, próximo à junção com o Feijão, existe a represa do Lobo, que ocupa uma área de 33 Km².

Segundo DAEE (1974)* apud NISHIYAMA (1991), o Rio Jacaré-Guaçu é representado em seu alto curso pelo Rio Itaqueri e pelos Ribeirões do Lobo, do Feijão e da Laranja Azeda, os quais drenam a região denominada de Campo Alegre, caracterizada por suaves ondulações esculpidas sobre os sedimentos arenosos cenozóicos e residuais da Formação Botucatu. O baixo gradiente fluvial nesse trecho, possibilitou o desenvolvimento de vales e planícies aluviais relativamente extensas, como os verificados no Rio Itaqueri e no Ribeirão do Lobo, à montante da Represa do Lobo, e ainda no Ribeirão do Feijão. A partir da confluência entre o Rio Itaqueri e o Ribeirão do Feijão, à jusante da referida represa, verifica-se um desnível topográfico de cerca de 40 metros em menos de dois quilômetros de distância. À partir desse ponto, o Rio Jacaré-Guaçu passa a drenar uma região profundamente entalhada sobre os magmatitos básicos e as litologias das formações Botucatu e Pirambóia.

Apresenta ao longo de seu curso, como principais tributários pela margem direita o Rio do Monjolinho, Rio Chibarro, Ribeirão das Cruzes, Rio Itaquerê e Rio São João, e pela margem esquerda, Ribeirão Bonito, Ribeirão da Onça, Córrego Santa Joana e Rio Boa Esperança do Sul. (Figura 02)

A bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu, de acordo com a divisão hidrográfica adotada pelo IBGE e pelo DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica, apud DAEE (1991), pertence à bacia do Paraná e, conforme a divisão proposta no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH (1990), juntamente com as bacias do Rio Jacaré-Pepira, Lençóis e Jaú, integra à Unidade de Gerenciamento - Tietê-Jacaré (Código 23).

Esta divisão parte de uma revisão da divisão hidrográfica adotada pelo DAEE que, em 1972, visando a sistematização das atividades de cadastramento e

* DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica - Sec. dos Serv. e Obras Públ. (1974). Estudos de Águas Subterrâneas: Região Administrativa 6 - Ribeirão Preto.

outorga de direito de uso, subdividiu as oito zonas da primeira divisão hidrográfica do Estado de São Paulo (que remonta ao Decreto nº. 4.388, de 14 de março de 1928 que regulamentou a Lei nº. 2.261, de 31 de dezembro de 1927), em dezoito zonas. Nessa revisão, algumas das destas zonas foram modificadas levando-se em consideração diversas características físicas (geomorfologia, geologia, hidrologia regional e hidrogeologia) e aspectos políticos e sócio-econômicos, totalizando então vinte e uma Unidades Hidrográficas de Gerenciamento.

A partir desta divisão hidrográfica, o DAEE (1990) no Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, identifica unidades hidrográficas que merecem tratamento especial classificando-as em função de suas características físicas de desenvolvimento em dois grupos: bacias industrializadas e bacias em industrialização, e, neste último grupo destaca dentre outras, a unidade de gerenciamento na qual está inserida a bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.

Na área de drenagem da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, conforme mostra a figura 03, estão inseridos 13 municípios. Destes, apenas o de Nova Europa apresenta seus limites municipais definidos totalmente na área da bacia do Rio Jacaré-Guaçu, enquanto os demais: Analândia, Araraquara, Boa Esperança do Sul, Brotas, Dourado, Ibaté, Ibitinga, Itirapina, Matão, Ribeirão Bonito, São Carlos e Tabatinga, limites parcialmente inseridos nesta.

De acordo com as informações dos Sensos Demográficos do Estado de São Paulo anos 1970, 1980 e 1991, alguns destes municípios apresentaram grande crescimento demográfico, o que conseqüentemente implica na intensificação no uso do solo pelo processo de urbanização e, denota ainda o provável desenvolvimento industrial enquanto responsável pelo incremento populacional, e também a possível ampliação das áreas de ocupação das terras pelo setor agrícola.

Estes aspectos denotam que a bacia do Rio Jacaré-Guaçu pode ser considerada como uma unidade que se caracteriza por uma relativa concentração



Figura 03 - MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

populacional e em franco desenvolvimento industrial e agrícola, onde as reservas hídricas podem ser comprometidas em decorrência do possível aumento de demanda a fim de atender as múltiplas formas de utilização da água, bem como pelas alterações impostas ao meio.

Entre os vários municípios que integram a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu pode-se destacar, face ao grande desenvolvimento econômico e demográfico, São Carlos e Araraquara.

7. QUADRO REGIONAL

A definição de um diagnóstico ambiental fundamentado na dinâmica do meio, implica na necessidade de estabelecer uma classificação dos tipos de meios ambientes fundada no seu grau de estabilidade-instabilidade morfodinâmica cujos preceitos, baseando-se na perspectiva da teoria dos sistemas, enfoca as relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica do meio ambiente.

Entretanto, alguns elementos básicos e seus respectivos atributos, por constituírem a base dos estudos da dinâmica do meio, devem preceder a análise morfodinâmica.

Dessa forma, os estudos definidos no quadro regional, uma vez que integram informações respectivas ao clima e aos aspectos morfoestruturais, tornam possível os estudos relativos à análise morfodinâmica cuja finalidade é a classificação dos meios segundo o grau de estabilidade dinâmica.

O clima constituindo-se em um dos elementos da paisagem natural, além de atuar como suporte para as programações das atividades humanas e do desenvolvimento econômico, é de grande utilidade na definição dos sistemas morfodinâmicos, evidenciando suas interrelações em tais processos uma vez que auxilia a compreensão dos processos erosivos através da análise dos componentes climáticos.

A geomorfologia, por ser produto da interface dos agentes endógenos e exógenos, apresenta-se como um instrumento de diagnóstico do ambiente natural

e/ou modificado pelo homem a partir do qual se pode estabelecer os diferentes graus de sensibilidade do quadro ambiental.

Considerando a geomorfologia TRICART, 1977, destaca a necessidade da definição do quadro morfoestrutural, uma vez que este comanda as formas do relevo a partir dos aspectos tectônicos e litológicos.

7.1. ASPECTOS CLIMÁTICOS

O meio ambiente é constituído por um conjunto natural de componentes e fatores bióticos e abióticos em constantes e complexas interações. Nessas relações mútuas o clima desempenha um papel muito importante, uma vez corresponde a um dos fatores dessas interações.

O clima é o resultado de muitas e intrincadas relações entre a superfície da terra e a atmosfera, entre os diversos elementos climatológicos, e, entre estes e os fatores do clima. Entretanto, por representar, segundo NIMER (1977) uma idéia complexa e abstrata, sem existência concreta em nenhum lugar, não pode ser medido ou equacionado em termos exatos, como é feito para a temperatura, a precipitação ou a umidade, mas as relações entre os diversos fatores do clima podem ser expressas através dos sistemas de classificação de climas.

De acordo com MATTOS (1982) a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu apresenta, em geral, clima subtropical mesotérmico, úmido com estiagem branda no inverno.

Esses tipos de clima nos quais predominam temperaturas e pluviosidade relativamente altas, conforme destaca o IPT (1981), "... constituem um

fator preponderante nos processos de formação de solos e na dinâmica dos movimentos de massa.”

As condições climáticas, segundo SANTOS (1993), têm sido consideradas como “... elemento condicionador na dinâmica do meio ambiente, pois o fornecimento de calor e umidade, principalmente, desencadeia toda uma série de processos no sistema levando à formação dos solos, aos processos morfológicos, aos recursos hídricos, ao crescimento, desenvolvimento e distribuição de plantas e animais, repercutindo inclusive nas atividades econômicas ...”.

Dentre os diversos elementos climáticos, segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), a precipitação destaca-se como um dos mais importantes nos processos de instabilização dos solos, uma vez que exerce sua influência pelo “impacto das gotas que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro” e, pelo “escorrimento da enxurrada”.

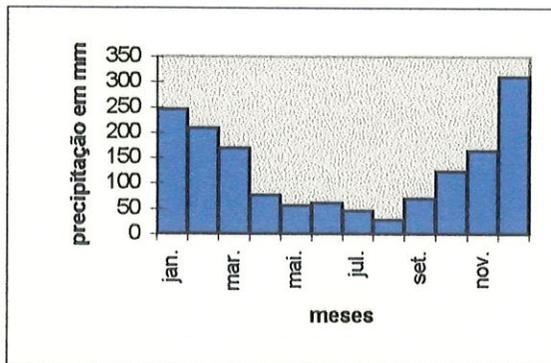
Dessa forma, diante das propostas definidas para este trabalho elaborou-se um documento cartográfico correspondente à Isoietas Médias Anuais no período de 1970 a 1984 (Figura 04) cujas isoietas em mm evidenciam a distribuição dos totais anuais das chuvas na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.

Entretanto, uma vez que a distribuição da chuva durante o ano influi nos processos de degradação dos solos, à distribuição da precipitação associou-se informações pertinentes à sazonalidade.

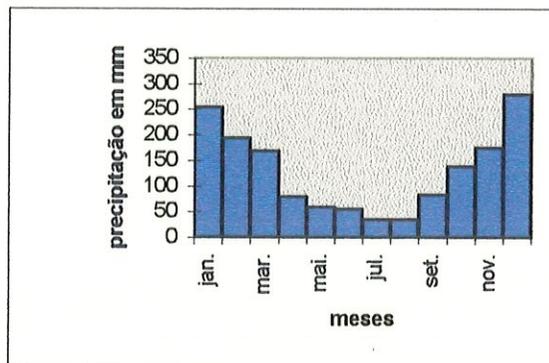
Os aspectos quanto a distribuição sazonal, apresentados neste trabalho sob a forma de gráficos (Gráficos 01 à 17), são de grande importância pois, evidenciam a dinâmica climática onde os períodos que apresentam precipitações mais abundantes, segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), tendem à representar os maiores potenciais erosivos.



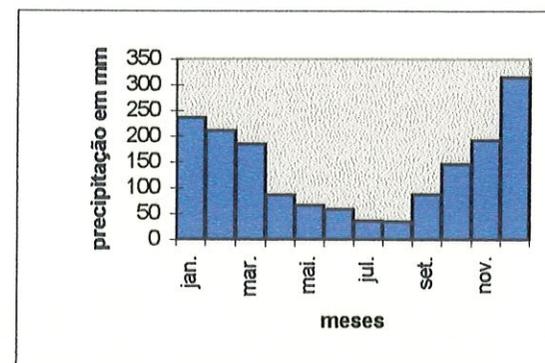
Figura 04 - ISOIETAS MÉDIAS ANUAIS - PERÍODO: 1970/1984



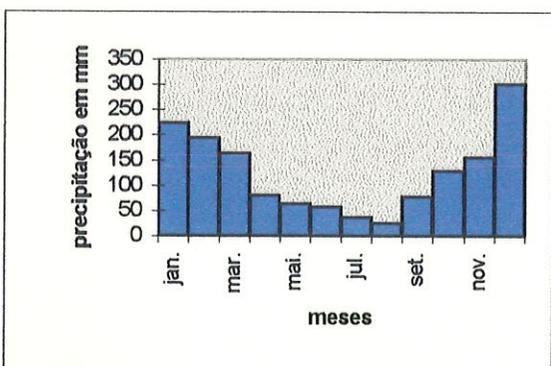
**Gráfico 01 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 016 - Usina Gavião Peixoto**



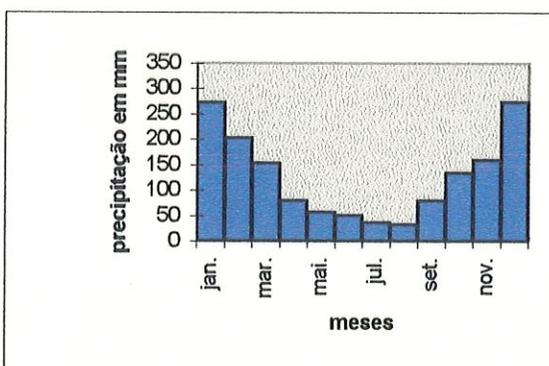
**Gráfico 02 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 017 - Usina Chibarro**



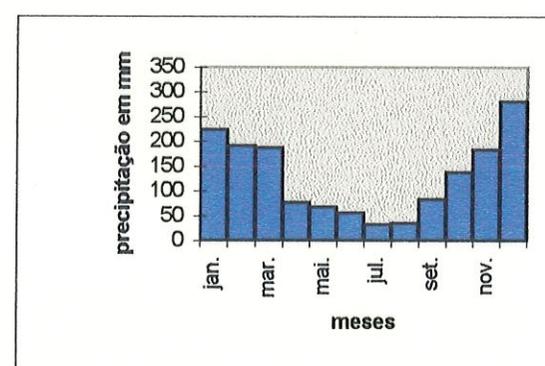
**Gráfico 03 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 035 - Est. C.P. Ibaté**



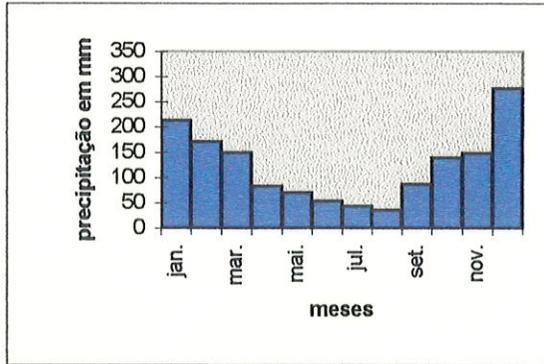
**Gráfico 04 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 048 - Usina Santa Fé**



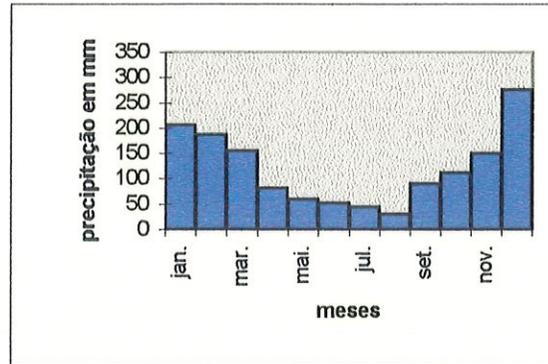
**Gráfico 05 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 050 - Araraquara**



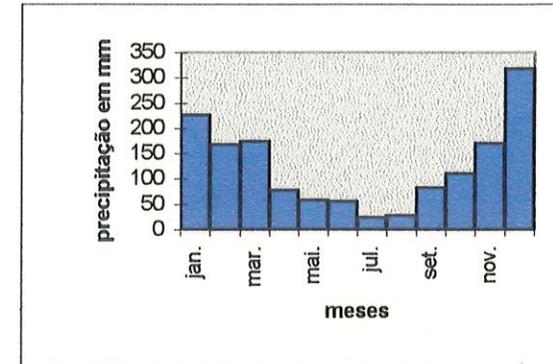
**Gráfico 06 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 056 - Usina Tamoió**



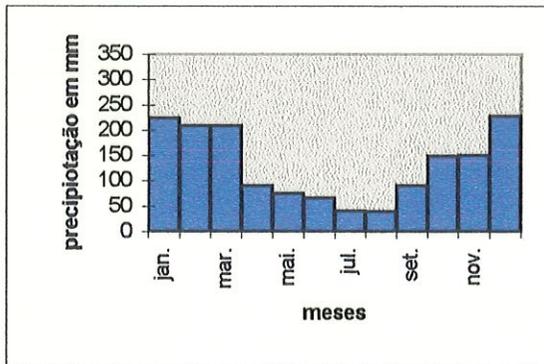
**Gráfico 07 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 081 - Faz. Boa Vista de Jacaré**



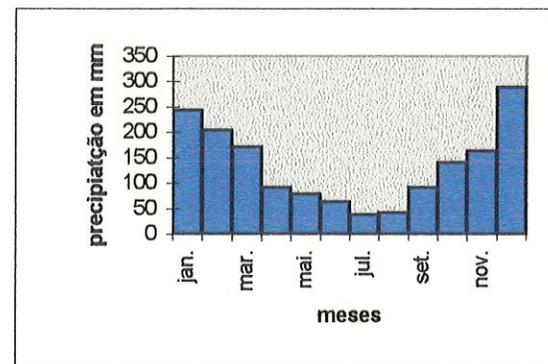
**Gráfico 08 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 107 - Faz. Araruba**



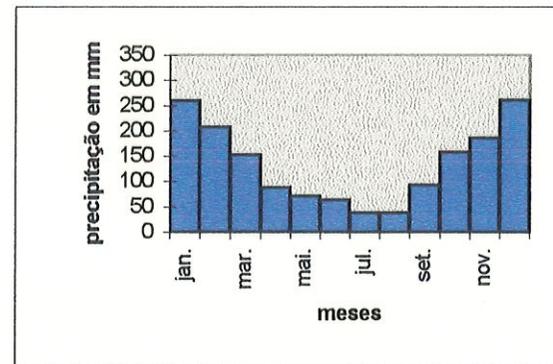
**Gráfico 09 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação C5 - 118 - Faz. São Bernardo**



**Gráfico 10 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D4 - 014 - Est. Experimental Itirapina**



**Gráfico 11 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D4 - 015 - Vila Prado: São Carlos**



**Gráfico 12 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D4 - 033 - Usina do Lobo**

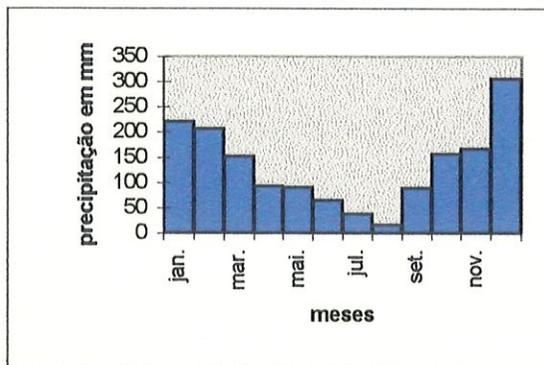


Gráfico 13 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação Climatológica D4 - 037

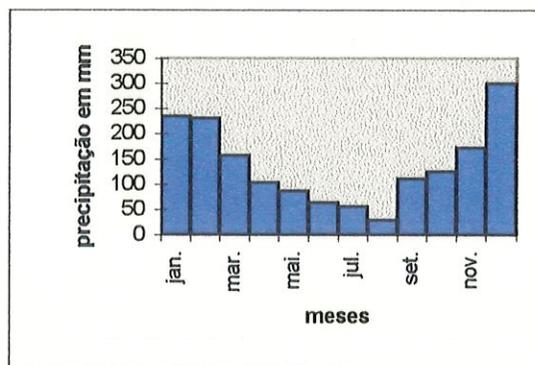


Gráfico 14 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D4 - 040 - Refl. Campo Alegre: Brotas

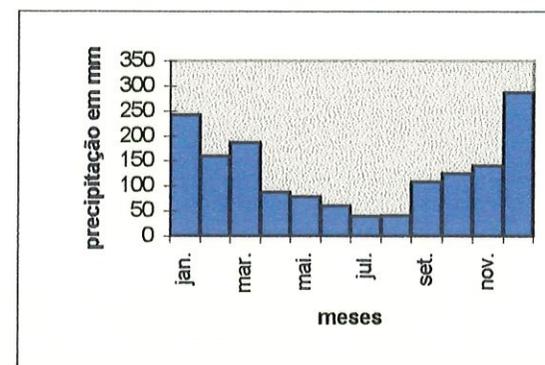


Gráfico 15 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D4 - 075 - São Carlos

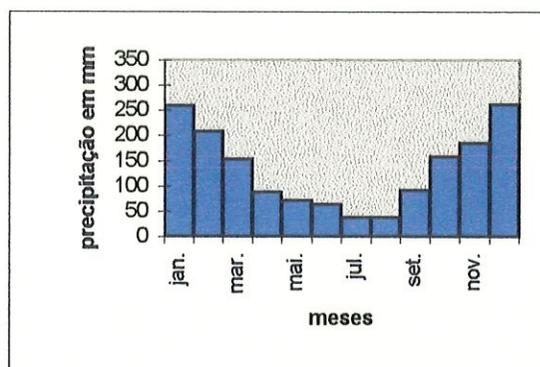


Gráfico 16 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D5 - 003 - Ribeirão Bonito

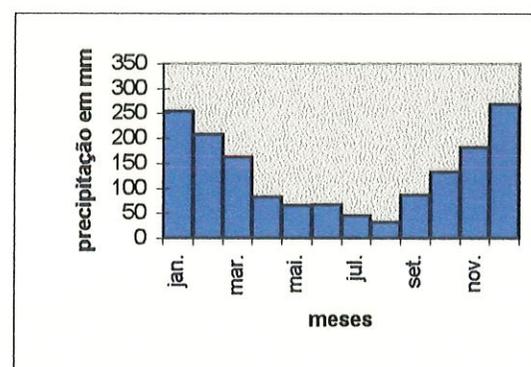


Gráfico 17 - Distribuição Sazonal da Precipitação:
Estação D5 - 076 - Usina Santana: São Carlos



Os dados empregados para a elaboração destes gráficos correspondem aos índices pluviométricos de uma série temporal de 15 anos (1970/84), para as 17 estações climatológicas distribuídas ao longo da bacia estudada (tabela 01 e figura 05). Tais dados empregados são os mesmos que foram utilizados por MATOS (1987) para a definição do mapa de distribuição da precipitação.

Estas informações permitiram para o presente trabalho a obtenção de resultados satisfatórios uma vez que, como o clima engloba a totalidade das condições de tempo num dado período de tempo e as variações dos elementos climáticos ocorrem continuamente, necessita-se de uma série razoável de observações como estas.

Como de modo geral o comportamento do clima acompanha os níveis do terreno, elaborou-se neste trabalho uma carta de curvas de níveis (Figura 06) que associada às isoietas médias anuais evidenciam a distribuição da precipitação na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.

Dessa forma, em seu conjunto, os aspectos climáticos analisados neste trabalho envolve informações quanto ao total anual de precipitação em sua correspondente distribuição espacial, e também, dada a importância da sazonalidade na análise morfodinâmica, gráficos de distribuições sazonarias da precipitação evidenciando a dinâmica desta para cada uma das estações climatológicas identificadas na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.

Conforme mostra a figura 06, na área de estudo, a atuação dos fatores topográficos interfere nos índices pluviométricos onde as áreas de maior altimetria tendem a apresentar dados mais elevados de precipitação, como é o caso do local das nascentes, enquanto que as áreas de altimetrias inferiores à estas se caracterizam por valores pluviométricos inferiores.

Código	Nome da estação climatológica	Lat.(S)	Long.(W)	Alt.(m)
C5-016	Usina Gavião Peixoto	21°51'	48°31'	469
C5-017	Usina Chibarro	21°53'	48°05'	600
C5-035	Est.C.P. - Ibaté	21°57'	48°00'	826
C5-048	Usina Santa Fé	21°49'	48°36'	490
C5-050	Araraquara	21°48'	48°11'	645
C5-056	Usina Tamoio	21°56'	48°14'	650
C5-081	Faz.Boa Vista de Jacaré	21°49'	48°48'	440
C5-107	Faz. Araruba - Taquaritinga	21°42'	48°32'	510
C5-118	Fazenda São Bernardo	21°49'	48°22'	550
D4-014	Est.Experimental - Itirapina	22°16'	47°49'	762
D4-015	Vila Prado - São Carlos	22°02'	47°53'	829
D4-033	Usina do Lobo	22°10'	47°54'	650
D4-037	Visconde do Rio Claro	22°09'	47°48'	743
D4-040	Refl. Campo Alegre-Brotas	22°14'	47°58'	748
D4-075	São Carlos	22°01'	47°53'	840
D5-003	Ribeirão Bonito	22°04'	48°11'	585
D5-076	Usina Santana-São Carlos	22°05'	48°04'	575

Tabela 01 - Relação das Estações Climatológicas

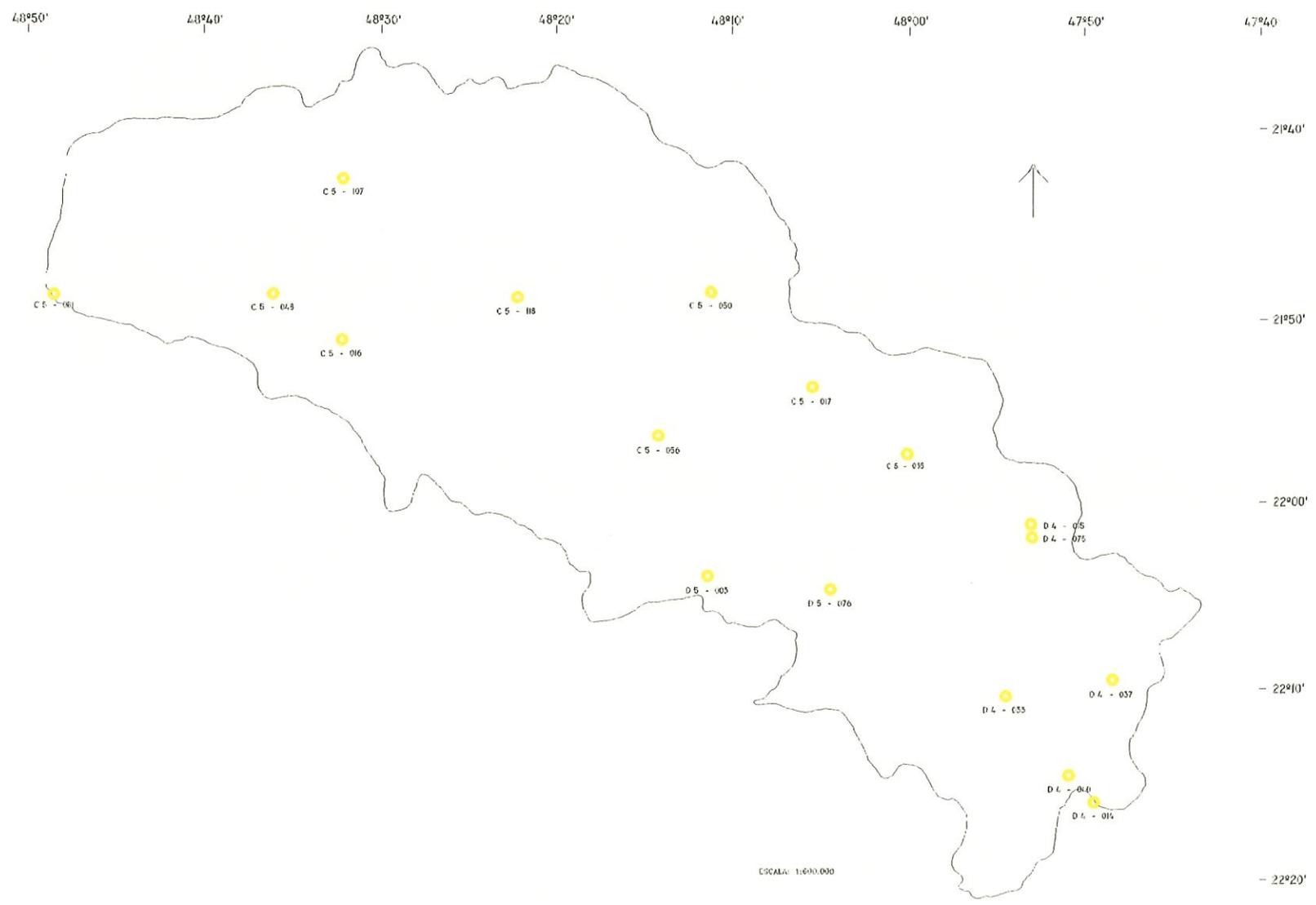


Figura 05 - ESTAÇÕES CLIMATOLÓGICAS

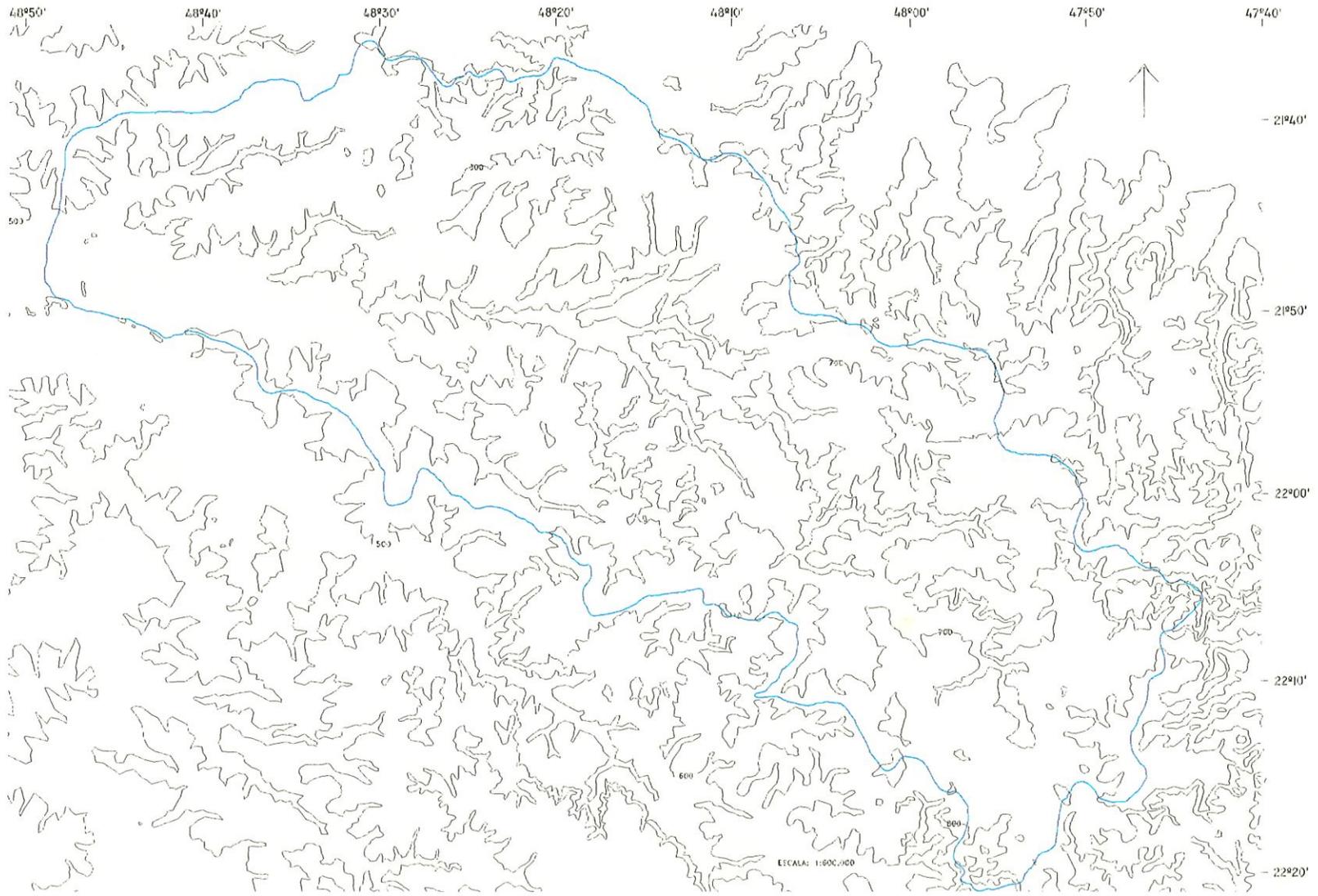


Figura 06 - CURVAS DE NÍVEIS

Em seu conjunto, os gráficos de 01 a 17 mostram que, embora com variações quanto à quantidade, o período de maiores precipitações na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu correspondem aos meses mais quentes (verão).

Segundo MONTEIRO (1973), o teor de pluviosidade no Estado de São Paulo é consequência da atuação das principais correntes e circulação atmosférica da vertente atlântica na América do Sul e sobretudo do choque entre elas, sendo a frente polar Atlântica que oscila do Rio da Prata até próximo ao Equador o principal responsável pela gênese das chuvas precipitadas no Estado.

7.2. ASPECTOS MORFOESTRUTURAIS

O relevo, conforme RANZANI (1969), se refere às desigualdades de forma da superfície do solo. Do ponto de vista topográfico é representado pelas diferenças de cota ou de altitude de um ponto a outro; do ponto de vista geomorfológico é um termo descritivo, sujeito a explicação e interpretação; do ponto de vista edafológico caracteriza os atributos de forma do exterior ou superfície do corpo do solo. É uma combinação de formas deprimidas e salientes, geradas segundo as linhas diretrizes dos talwegues e cristas.

O conjunto de formas que constituem o modelado da superfície, a partir dos quais podem ser identificados os sistemas de relevo enquanto formas de relevos com aspectos semelhantes e específicos, são o resultado da combinação de elementos geomorfológicos simples, (talvegue, flancos ou vertentes, divisor d'água, etc) , as denominados unidades geomorfológicas.

Conforme destaca CHRISTOFOLETTI (1974), os processos acumulativos do nivelamento das paisagens são denominados de gradação, que

envolve o rebaixamento de áreas pela degradação e o entulhamento de outras por aggradação. Dessa forma, as vertentes enquanto unidades submetidas aos transportes correspondem às áreas de degradação, enquanto as zonas de acumulação são as sujeitas ao entulhamento decorrente da aggradação.

A vertente, segundo DYLIK (1968)*, apud CHRISTOFOLETTI (1974), "... é uma forma tridimensional que foi modelada pelos processos de denudação, atuantes no presente ou na passado, e representando a conexão dinâmica entre o interflúvio e o fundo do vale". Dentre os elementos que levaram este autor a propor essa definição destaca-se o processo atuante representado pelo escoamento que ocupa posição excepcional em relação aos demais processos. O escoamento é um grupo de processos que abarca toda uma série de mecanismos, desde os que estão próximos aos movimentos de massa até os que se assemelham aos processos fluviais. Tais processos morfogenéticos são os responsáveis pela dinâmica e pelo relacionamento funcional de todas as partes da vertente.

Esquemáticamente, segundo CHRISTOFOLETTI & TAVARES (1977), a vertente estende-se do interflúvio ao canal fluvial e apresenta a superfície topográfica como limite superior e a superfície de contato entre a rocha sã e o regolito como limite inferior e assim compreendida, a sua dinâmica pode ser estudada na perspectiva dos sistemas abertos, recebendo e perdendo tanto matéria como energia onde os vários processos que se verificam (escoamento, meteorização, movimentos do regolito, infiltração, eluviação e outros) fazem com que haja o fluxo de energia através do sistema, que acaba sendo transferido para o sistema fluvial.

De acordo com essa perspectiva sistêmica as zonas de acumulação, como os vales, sopés de vertentes e planícies de inundação, correspondem devido aos processos geomorfológicos, às áreas receptoras dos materiais provenientes das vertentes, embora caiba ressaltar que as planícies de inundação distinguem-se das demais pelo fato de serem, segundo CHRISTOFOLETTI (1978), as faixas dos vales

*DYLIK, J. (1968). Notion du Versant en Géomorphologie. Bull. de l'Acad. Polonaise des Science, 16 (2): 125-132.

fluviais composta de sedimentos aluviais periodicamente inundadas pelas águas de transbordamento provenientes do rio e como tais podem acumular materiais provenientes de áreas distantes que são trazidos pelo fluxo d'água.

Representando a ação dinâmica externa sobre as vertentes, os processos morfogênicos são os responsáveis pela esculturação das formas de relevo e, segundo CHRISTOFOLETTI & TAVARES (1977), no âmbito teórico, explicam a evolução das vertentes e a esculturação do relevo, e no campo prático fornece informações a propósito da melhor aplicabilidade das técnicas de conservação dos solos.

Dessa forma, as formas de relevo refletem o balanço entre os processos passados e as propriedades físicas dos materiais, influenciando então os processos atuais como o regime de fluxo e a estabilidade da área. (MÉRICO, 1989)

Conforme IPT (1981), o conhecimento do relevo pode ser obtido através da análise da compartimentação e agrupamento de formas, numa linha de detalhamento das subdivisões das províncias geomorfológicas, elaboradas do ponto de vista morfo-estrutural, e assim, definir a delimitação de conjuntos de formas menores que correspondem aos sistemas de relevo cujos mapeamentos baseia-se em distinguir, numa dada região, áreas cujos atributos físicos sejam distintos das áreas subjacentes. Isto leva à subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis desde dezenas até centenas de Km².

As relações regionais entre elementos geológicos, estruturais, tectônicos, e os grandes conjuntos fisiográficos do Estado de São Paulo, segundo BUENO (1994), "... vem sendo reconhecidos desde Moraes Rego (1932) e Ab'Saber (1956) e, de modo mais sistemático, estas relações foram formuladas por Almeida (1964), retomadas e modificadas posteriormente por Ponçano et. al. (1981) ...".

As sucessões estratigráficas aflorantes de leste para oeste no Estado paulista, conforme destaca FULFARO & BJORNEBERG (1993), estão relacionadas

aos grandes traços geomorfológicos do Estado, derivados, principalmente por erosão diferencial, onde as principais divisões representam rochas agrupadas em determinados intervalos do tempo geológico. Dentre estas divisões estão o Planalto Atlântico, de rochas cristalinas do Proterozóico; a Depressão Periférica que apresenta rochas sedimentares do Paleozóico (Carbonífero-Permiano); as Cuestas Basálticas, com os sedimentos e vulcânicas do Triássico-Cretáceo Inferior e, o Planalto Ocidental sobre os sedimentos do Cretáceo Superior-Terciário.

A Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo IPT (1981), apresenta-se definida em duas destas cinco províncias geomorfológicas do território paulista: Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental. (Figura 07)

As Cuestas Basálticas estão localizadas entre as províncias da Planalto Ocidental e a Depressão Periférica e segundo ALMEIDA (1964), representam a borda dos derrames basálticos e se formam devido ao baixo ângulo de mergulho das camadas para NW, à espessura e à alta resistência dos derrames.

Conforme destaca BUENO (1994), "... embora não se postule uma correspondência simples entre tipos de rochas e formas de relevo, sabe-se que a Província Cuestas Basálticas constituída de escarpas de cuestas e relevos de reverso, tem o substrato caracterizado pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral, sendo esta o elemento estrutural de maior importância ...".

Portanto, conforme IPT (1981), o relevo das Cuestas Basálticas são sustentados pelas rochas basálticas e, morfológicamente caracteriza-se por um relevo escarpado nos limites com a Depressão Periférica, seguido de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior em direção à calha do Rio Paraná, constituindo a escarpa e o reverso das cuestas.

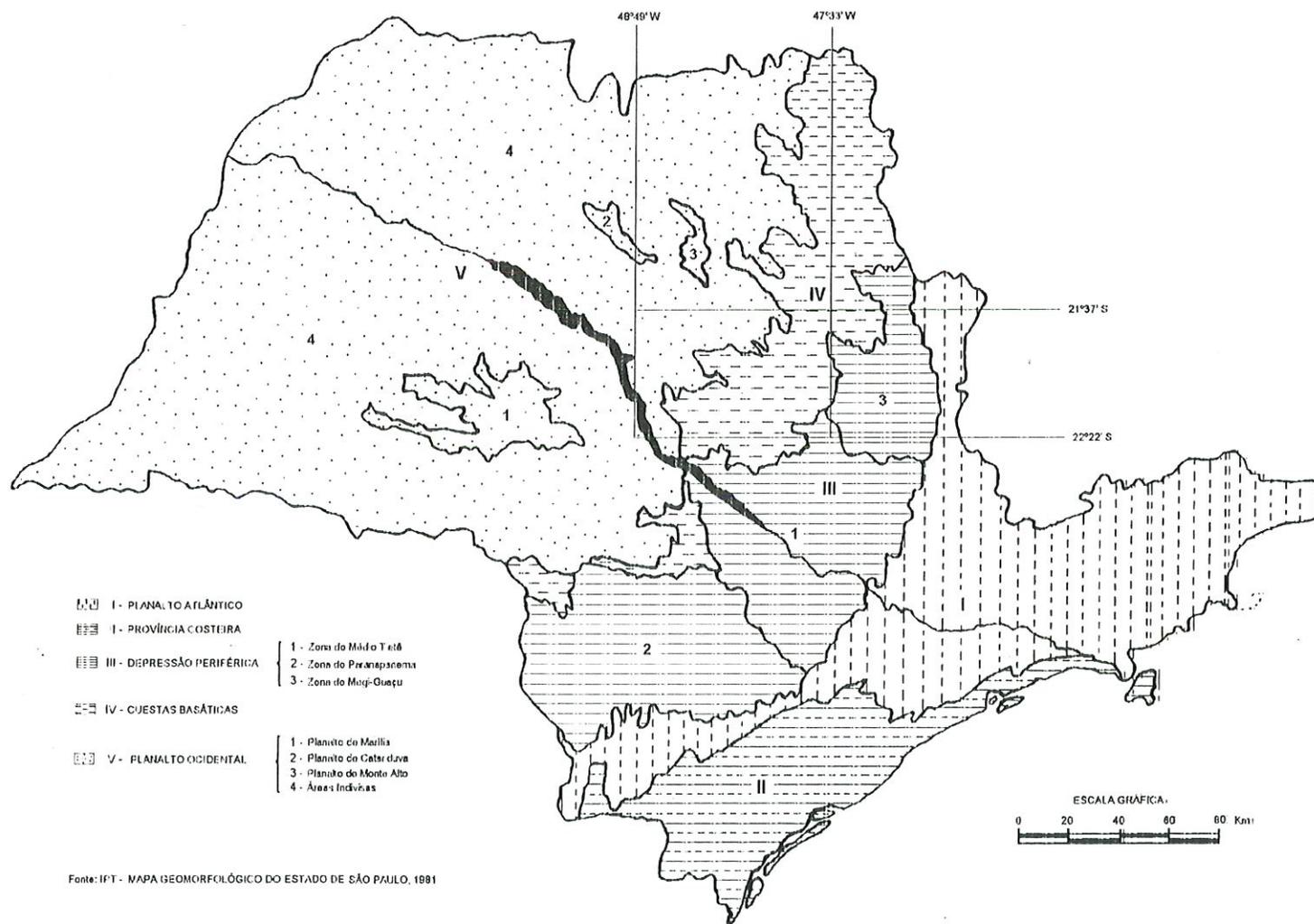


Figura 07 - DIVISÃO GEOMORFOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

Nos setores da área estudada situadas no reverso das Cuestas Basálticas, podem ser reconhecidas unidades elevadas de planalto, com níveis rebaixados por erosão e controlados estruturalmente.

Definida entre as “percées” do Rio Tietê e do Rio Mogi-Guaçu, a porção da área de estudo sobre esta província, apresenta diversos planaltos, configurando um vasto interflúvio que avança sobre a Depressão Periférica aproximadamente disposto segundo uma elipse em torno das cabeceiras dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira. (BUENO, 1994)

As características do substrato rochoso, considerado perante a sucessão de tipos litológicos distintos e dispostos subhorizontalmente, refletem-se na conformação dos frontes escarpados, permitindo o desenvolvimento de perfis escalonados, cortados por plataformas estruturais. Dessas plataformas, a mais extensa é aquela profundamente dissecada pelas bacias dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira, onde se expõe vasta área de arenito Pirambóia. (IPT, 1981).

As Cuestas Basálticas, segundo IPT (1981), caracterizam-se por duas linhas denominadas Cuesta Externa e Cuesta Interna. A Cuesta Externa, desenvolve-se desde o estado de Minas Gerais e estende-se de modo mais ou menos contínuo no vale do Rio Grande penetrando no Estado de São Paulo de modo descontínuo até a região oeste do Rio Corumbataí, enquanto a Cuesta Interna, sobre a qual encontra-se parte da área deste estudo, apresenta-se contínua através de todo o Estado.

A Cuesta Basáltica Interna, na bacia do Rio Tietê, segundo ALMEIDA (1964), caracteriza-se por um relevo peculiar, principalmente no reverso da cuesta encontra-se intensamente esculpido pela drenagem ressequente, dentre as quais a do Rio Jacaré-Guaçu, a ponto de reentalhá-lho em números frontes serranos festonados, planaltos tabulares mais ou menos isolados de contornos lobados e morros testemunhos isolados. Essas formas topográficas recebem designações locais: serras de Itaqueri, do Taboleiros, de São Pedro, de Botucatu, de Brotas, do Dourado, etc.

Esses planaltos e morros, conforme BUENO (1994), circundam o Planalto do Alto Jacaré-Guaçu/Jacaré-Pepira, sendo a Serra do Dourado (localizada entre estes dois cursos), considerada por ALMEIDA (1964), como um “único relevo testemunho a ser poupado pela viva erosão do reverso da cuesta”. Esta serra, corresponde à um relevo tabular externamente festonado, sobretudo em se reverso drenado para o Rio Boa Esperança, sustentado por basaltos e arenitos Botucatu.

Deste modo, predominam na Província Cuestas Basálticas os relevos de morros, de modo que as colinas e morrotes da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental ficam separados por uma faixa de relevo mais acidentado.

Litológicamente esta província, conforme IPT (1981), é dominada por derrames de rochas eruptivas, superpostos, com extensões que variam de várias dezenas até mais de uma centena de quilômetros e espessuras de várias dezenas de metros. Estes derrames recobriram depósitos das formações Pirambóia e Botucatu, basicamente formados por arenitos de origem fluvial ou eólica, respectivamente. Lentes de arenitos eólicos encontram-se muitas vezes intercaladas nos derrames. Nas partes mais elevadas dos interflúvios, sobre os basaltos, colocam-se restos de arenitos da formação Adamantina e mais jovens, atribuídos a coberturas cenozóicas. Tais características litológicas se refletem na conformação dos fronts escarpados, permitindo o desenvolvimento de perfis escalonados, cortados por plataformas estruturais. Uma das mais extensas dessas plataformas é a profundamente dissecada pela bacia do Rio Jacaré-Guaçu onde se expõe vasta área de Arenito Pirambóia.

A ação da erosão no reverso das cuestas é bem desenvolvida, embora as características próprias das bacias de drenagem que promovem sua esculturação conduzam a diferentes intensidades de entalhe. Na área em questão, a ação erosiva da drenagem conseqüente fez com que o Rio Jacaré-Guaçu passasse a correr sobre sedimentos das formações Pirambóia e Botucatu, depois de deixar suas cabeceiras instaladas sobre rochas da Formação Serra Geral e da Formação Adamantina (Grupo Bauru).

Sendo por definição as cuestas basálticas, tipicamente um relevo morfo-estrutural, a delimitação desta é convencional. A passagem gradual é dada pela natureza do substrato rochoso, pela menor inclinação regional das camadas para oeste e pela particular organização da drenagem no Planalto Ocidental.

O relevo do Planalto Ocidental mostra forte imposição estrutural, sob o controle de camadas sub-horizontais, com leve caimento para oeste, formando uma extensa plataforma estrutural extremamente suavizada, nivelada em cotas próximas a 500 metros, atingindo na foz do Paranapanema 247 metros de altitude, e situa-se essencialmente sobre rochas do Grupo Bauru, que é constituído por diversas formações areníticas, em algumas regiões cimentadas por carbonato de cálcio.

Esta província é subdividida em quatro zonas, sendo que a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu encontra-se na denominada “Áreas Indivisas” cujo relevo é levemente ondulado, com predomínio de colinas e morrotes.

Sua drenagem é organizada na maior parte por rios conseqüentes, formados dentro dos limites da província, ou ainda por cursos d’água tributários dos três principais rios paulistas, o Paranapanema, o Tietê e o Grande. Estes são os únicos grandes rios que não se acham inteiramente contidos no Planalto Ocidental, tratando-se de primitivos conseqüentes.

Definida nas Cuestas Basálticas e Planalto Ocidental, para a bacia do Rio Jacaré-Guaçu, podem ser reconhecidas nessas províncias conjuntos de formas menores, denominadas de sistemas de relevo, que consistem de formas de relevo fisionomicamente semelhantes em seus modelados, delimitadas com base em critérios morfo-estruturais levando-se em consideração as formas de relevo e a geologia.

Para a caracterização dos sistemas de relevos que ocorrem na área de estudo recorreu-se às informações do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, publicado pelo IPT (1981). (Figura 08)

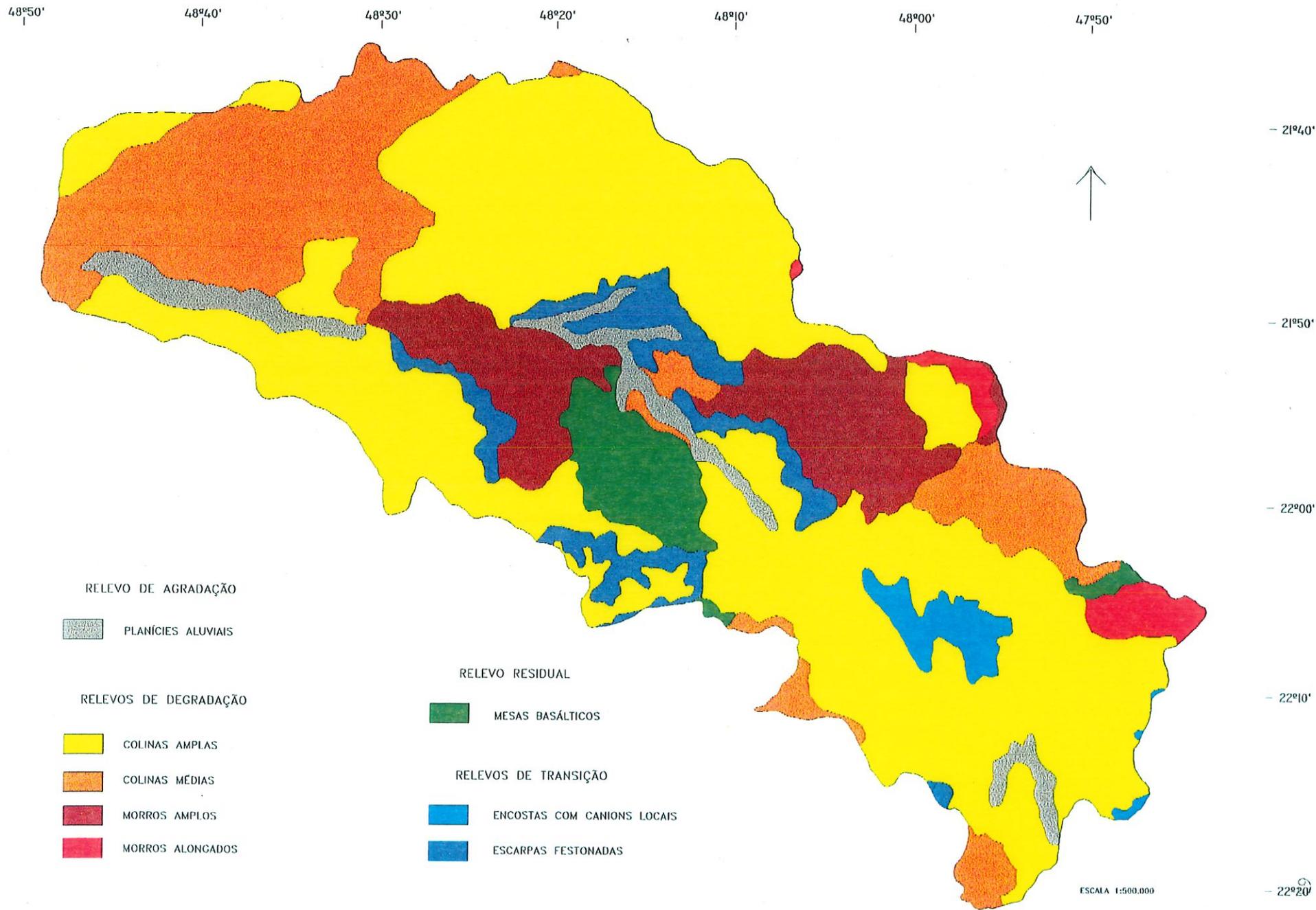


Figura 08 - SISTEMAS DE RELEVO DA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

A. Relevos de Agradação

Na área de estudo, este relevo está relacionado à ação construtiva fluvial e correspondem às Planícies Aluviais que ocorrem no Planalto Ocidental nas Cuestas Basálticas às margens de alguns setores do Rio Jacaré-Guaçu e alguns de seus afluentes.

B. Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados

Este tipo de relevo é consequência da ação contínua dos processos de denudação sobre as áreas planálticas e subdivide-se em cinco categorias: colinas, morros com encostas suavizadas, morrotes, morros e montanhas.

Na área em questão, destacam-se, quanto ao relevo de colinas dois tipos: Colina Amplas, que possuem formas cujos tamanhos predominantes têm áreas superiores a 4 km² e Colinas Médias, que apresentam áreas entre 1 e 4 km². A categoria de morros com encostas suavizadas é representada pelos Morros Amplos, enquanto que o relevo de morros, pelos Morros Arredondados.

Os morros amplos, morros arredondados e as mesas basálticas, que embora de maior expressão na região frontal, ocorrem também no seu reverso, correspondem aos sistemas de relevos típicos da Província das Cuestas Basálticas. No reverso das cuestas, são comuns os sistemas de relevos constituídos por formas suavizadas, do tipo colinas médias, e também morros amplos e morros arredondados, enquanto que as formas de relevo caracterizadas por colinas amplas restringem-se às partes mais elevadas.

As formas de relevo nesta região estão relacionadas às litologias subjacentes. O Arenito Botucatu permite o desenvolvimento de colinas amplas, devido ao espaçamento da rede de drenagem. De modo mais restritos isso também ocorre na área de ocorrência do Arenito Pirambóia, enquanto que nas áreas basálticas predominam as colinas médias.

Nos setores da bacia definidos no Planalto Ocidental predominam os sistemas colinas amplas e colinas médias, com freqüentes transições entre ambos, tornando difícil o traçado de seus limites.

Nessa província, a presença de relevos de colinas amplas em áreas sedimentares caracteriza densidades de drenagem pouco maiores que aquelas desenvolvidas sobre rochas basálticas, embora sempre dentro da categoria “baixa densidade”.

Esse relevo de colinas não se limita às regiões de domínio de rochas sedimentares, uma vez que modela também áreas de exposição do substrato basáltico, onde a existência de formas colinosas do tipo Colinas Médias e Colinas Amplas parece estar ligada à espessura e permeabilidade dos solos, favorecendo a percolação de águas em subsuperfície, e o aparecimento de lagos perenes ou temporários, além de resultar num maior espaçamento dos cursos d’água.

C. Relevos de Residuais Sustentados por Litologias Particulares

Correspondem às formas originadas por processos de denudação, porém com um caráter distintivo adicional pela natureza do substrato rochoso, sendo o termo residual aplicado a estes relevos devido ao caráter de testemunhos da continuidade lateral pretérita de certas superfícies.

As Mesas Basálticas, que são os relevos sustentados por maciços básicos, são os representantes deste tipo de relevo na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu.

D. Relevos de Transição

São os relevos interplanálticos cujas amplitudes em geral excedem 100 metros, enquanto que as declividades médias mostram variações significativas, separando assim este tipo de relevo em duas categorias: Médias (entre 15 e 30%) e Altas (acima de 30%).

Ocorrem os relevos de transição nas áreas de ocorrência das Formações Pirambóia e Botucatu penetradas por “sills” de diabásio e recobertas por basaltos da Formação Serra Geral e sedimentos do Grupo Bauru da província das Cuestas Basálticas. Tais unidades estratigráficas formam relevos cuestiformes, que em alguns casos estão profundamente dissecados pela ação erosiva.

Na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, os relevos de transição são representados pelas Encostas com Canions Locais que apresentam vertentes sulcadas por vales fechados, que localmente separam espigões ou formam canions, sendo comum a presença de trechos escarpados, e pelas Escarpas Festonadas, que caracterizam-se pela presença de anfiteatros, separados por espigões de caimento abrupto.

Na área de estudo, no reverso das cuestas, configurando um escalonamento do relevo em função de níveis de base local identifica-se o Planalto de São Carlos que inclina-se para NNW e no qual o Rio Chibarro interrompe sua continuidade para a região de Araraquara e o Planalto de Campo Alegre (ALMEIDA, 1964), sustentado pelos Arenitos Botucatu e atravessado em estreito canion pelo Rio Jacaré-Guaçu. Estes planaltos basálticos apresentam em seu cimo restos de cobertura arenosas da Formação Botucatu. (Figura 09)

Tais planaltos podem estar condicionados pela erosão diferencial que atuam em camadas sedimentares e intrusões básicas tabuliformes e constituem, assim como os demais planaltos basálticos, área de terra roxa.

Particularmente, quanto as características litológicas, tem-se que, localizada totalmente na Bacia sedimentar do Paraná, que corresponde a uma bacia cratônica, preenchida por rochas sedimentares e vulcânicas de idades variam do Paleozóico Inferior até o Cenozóico, a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu apresenta formações geológicas do Grupo São Bento, do Grupo Bauru, e ainda Sedimentos Cenozóicos. (Figura 10), que integram, segundo DAEE (1976), um sistema sedimentar cujas camadas estão inclinadas no sentido WNW.

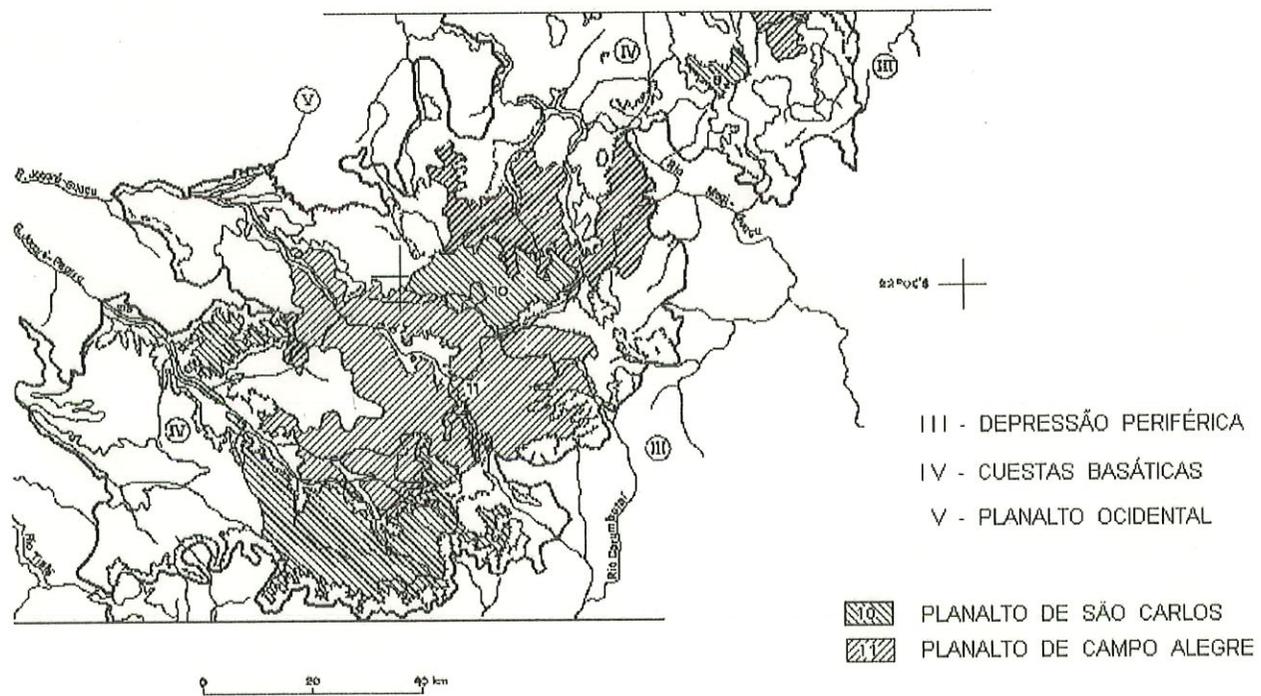


Figura 09 - PLANALTOS ISOLADOS DAS CUESTAS BASÁLTICAS NA REGIÃO DO RIO JACARÉ-GUAÇU

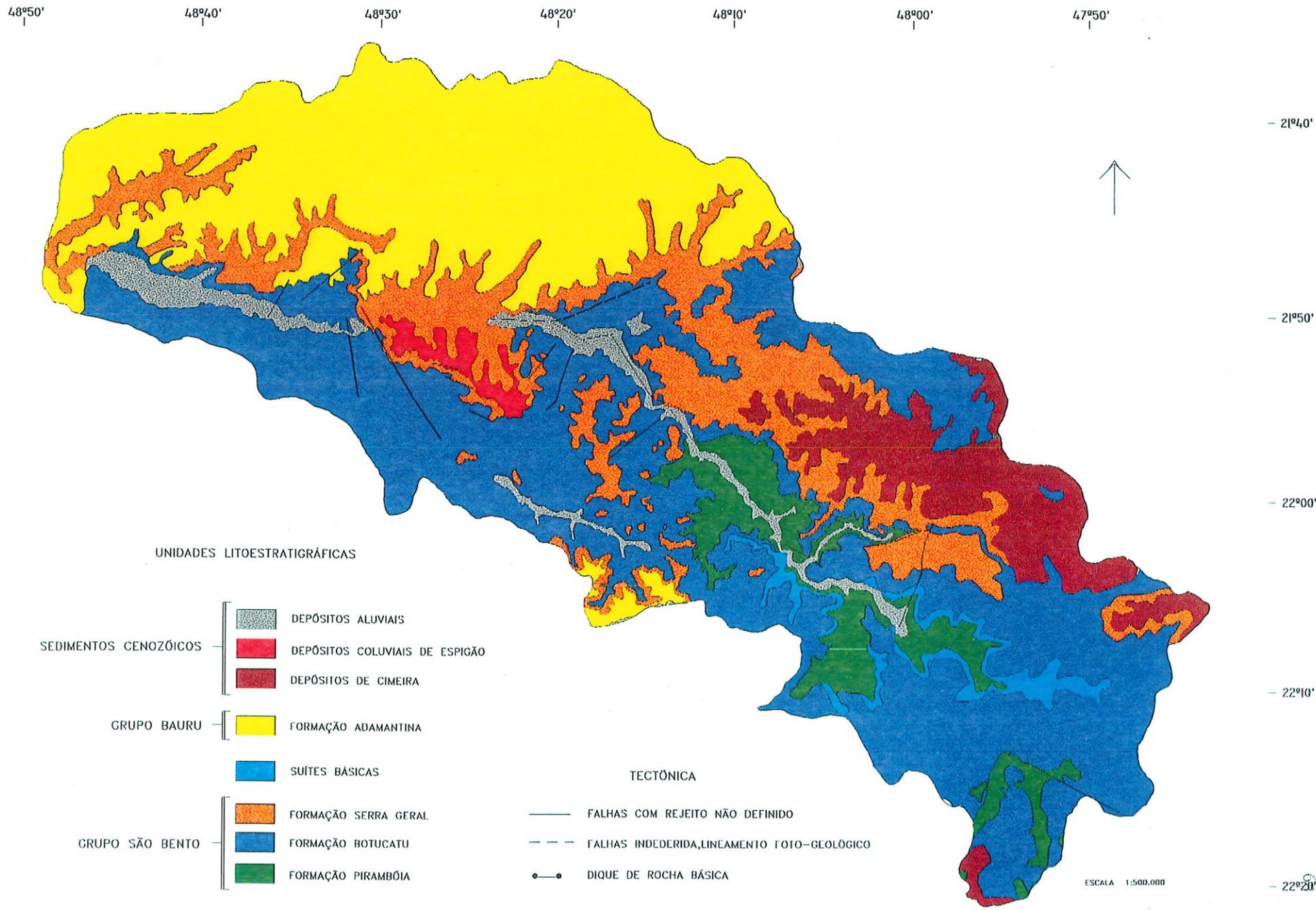


Figura 10 - GEOLOGIA E TECTÔNICA DA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

O reconhecimento destes diversos tipos litológicos que integram o sistema hidrográfico da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, foi orientado no sentido de se conhecer o terreno sobre o qual está localizada a bacia hidrográfica em estudo com base nos fundamentos geológicos do livro texto do Mapa Geológico do Estado desenvolvido pelo IPT (1981), cujas definições remetem-se, em diversas situações, à citações de outros autores, que neste trabalho são citados conforme o documento empregado.

7.2.1. Grupo São Bento

Sob a denominação “Série São Bento”, White (1908) reuniu um conjunto de arenitos predominantemente vermelhos encimados pela “Eruptivas da Serra Geral”. A parte superior do pacote arenítico White denominou São Bento; as camadas vermelhas do Rio do Rasto, da parte inferior, foram posteriormente transferidas para o Grupo Passa Dois.

Este grupo geológico é constituído por três formações: Formação Pirambóia, Formação Botucatu e Formação Serra Geral e ainda Intrusivas Básicas Associadas, todas presentes na área de estudo.

7.2.1.1. Formação Pirambóia

A Formação Pirambóia representa por suas características litológicas e estruturais, depósito de ambiente continental úmido, oxidante, maiormente fluvial, em canais meandantes e planícies de inundação, com pequenas lagoas esparsas.

Esta formação repousa em discordância angular muito disfarçada, não reconhecível a nível de afloramento, sobre camadas paleozóicas, que terminam localmente em regolito fóssil, ou ainda recobrem diretamente as rochas pré-cambrianas no vale do Rio Grande, próximo ao extremo norte de sua faixa de afloramentos. A erosão basal é muito regular.

Litológicamente, a Formação Pirambóia corresponde à depósitos fluviais incluindo arenitos finos a médios, avermelhados, siltico-argilosos com estratificação cruzada ou plano-paralela, com níveis de folhelhos e arenitos argilosos de cores variegadas e raras intercalações de natureza areno-argilosa.

Os arenitos dessa formação, de granulação média a fina, possuem fração argilosa maior na parte inferior que na superior, onde ocorrem arenitos grossos, conglomeráticos. Predomina a estratificação plano-paralela, destacada pela alternância de lâminas mais ou menos ricas em argila e silte, ou ainda mostra estratificação cruzada, de dimensões média a grande, do tipo tangencial.

7.2.1.2. Formação Botucatu

Esta formação representa os diversos subambientes de um grande deserto climático de aridez crescente, cuja existência se prolongou até a ocasião do vulcanismo basáltico.

O empilhamento de grandes dunas, em vasta área, constituindo *ergs* foi a característica dominante desse deserto. Das regiões cristalinas periféricas e daquelas em que os sedimentos da bacia sedimentar se achavam então expostos à zona de acumulação eólica provinham *oueds* de regime torrencial, e seus depósitos, sujeitando-se a deflação e abrasão eólica, formavam *regs* aluviais. Pequenas e raras lagoas periódicas acumulavam sedimentação de clásticos finos, nas planícies. O vulcanismo basáltico iniciou sua atividade quando imperavam essas condições desérticas.

A litologia da Formação Botucatu corresponde a arenitos eólicos avermelhados de granulação fina a média com estratificações cruzadas de médio a grande porte. Ocorrem restritamente depósitos fluviais de natureza arenosa-conglomerática e camadas localizadas de siltitos e argilitos lacustres.

Assim, a Formação Botucatu constitui-se quase inteiramente de arenitos de granulação fina a média, uniforme, com boa seleção de grãos foscos com alta esfericidade. São avermelhados e exibem estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte, características das dunas caminhantes.

Nas partes baixas do pacote, intercalam-se arenitos de deposição suaquosa, constituindo corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, de granulação média a grossa, passando a arenitos congloneráticos, cujos seixos são em maioria de quartzo e quartzito.

7.2.1.3. Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas

As eruptivas da Serra Geral (White, 1908) compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas características dos pertencentes à Formação Botucatu. Associam-se-lhes corpos intrusivos de mesma composição, constituindo sobretudo diques e *sills*.

Afloram os derrames na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e de morros testemunhos delas isolados pela erosão. Nos planaltos de rebordo dessas cuestas podem cobrir grandes extensões, como no nordeste do Estado.

Os derrames são formados por rochas de cor cinza escura a negra, afaníticas e, segundo Leinz (1949) tem espessura individual variável, desde poucos metros a 50 metros ou mesmo 100 metros.

A uniformidade dos derrames, a vasta extensão que cobrem, a associação a diques contemporâneos, a preservação local de morfologia das dunas e a raridade de produtos piroclásticos indicam que os basaltos da Formação Serra Geral se originaram do extravasamento rápido de lava muito fluida através de geoclases e menores falhas.

Os produtos de erosão dos basaltos não são conhecidos no interior da formação, parecendo indicar não ter havido hiatos significativos durante o processo vulcânico. A persistência das condições desérticas durante o vulcanismo é comprovada pela existência das intercalações eólicas.

Desse modo, os arenitos da Formação Botucatu interdigitam-se, em grande escala, com os derrames da Formação Serra Geral, tornando questão complexa a delimitação de ambas, assim o limite entre as formações Botucatu e Serra Geral tornou-se de tal modo, convencional, e estabelecido. Na função de conveniências locais, para fins de mapeamento.

A Formação Serra Geral é recoberta em discordância angular, geralmente muito disfarçada, pelas várias formações que constituem o Grupo Bauru, ou depósitos cenozóicos. Arenitos intertrapianos apresentam-se intercalados entre derrames ou guapos de derrames. Têm as mesmas características da Formação Botucatu, geralmente mostrando estruturas tipicamente dunares, outras manifestando natureza hidroclástica.

Quanto a litologia, a esta formação apresenta rochas vulcânicas toleíticas dispostas em derrames basálticos, com coloração cinza a negra, textura afanítica, com intercalações de arenitos intrapeanos, finos a médios apresentando estratificação cruzada tangencial. Ocorrem esparsos níveis vitrofiricos não individualizados.

7.2.2. Grupo Bauru

Cessados os derrames de lavas da Formação Serra Geral, que marcaram o final dos eventos deposicionais e vulcânicos generalizados na área da Bacia do Paraná observou-se uma tendência geral para o soerguimento epirogênico em toda a Plataforma Sul-Americana em território brasileiro.

A porção norte da Bacia do Paraná, entretanto, comportou-se como área negativa relativamente aos soerguimentos marginais e à zona central da bacia, marcando o início de uma fase de embaciamentos localizados em relação à área da bacia como um todo. Nessa área deprimida acumulou-se o Grupo Bauru, que aparece em grande parte do Estado de São Paulo, recobrando as placas basálticas do Planalto Ocidental.

Alguns mapas geológicos adotaram a seqüência estratigráfica que atualmente vem sendo dada para o Grupo Bauru, subdividindo-o na formações Caiuíá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília.

Conforme esta subdivisão, a formação presente na área de estudo é a Formação Adamantina.

7.2.2.1. Formação Adamantina

A denominação Formação Adamantina nomeia os depósitos originalmente designados “grez de Bauru” (Campos, 1905), posteriormente Arenito Bauru (Pacheco, 1913), Formação Bauru (Washburne, 1930 e Moraes Rego, 1930), Série Bauru (Almeida & Barbosa, 1953) ou Grupo Bauru (Freitas, 1964).

Mais recentemente, Soares et alii (1980), subdividem a unidade anteriormente denominada Bauru, e propõem formalmente a denominação Formação Adamantina para designar os bancos de arenitos alternados com lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, situados estratigraficamente entre a Formação Santo Anastácio, desmembrada como unidade sotoposta litologicamente diferenciada, de ocorrência mais restrita, e a Formação Marília, individualizada como uma unidade sobreposta, de ocorrência localizada.

De acordo com sua definição formal, a Formação Adamantina abrange “um conjunto de fácies cuja principal característica é a presença de bancos de arenitos de granulação de fina a muito fina, cor de róseo a castanho, portando estratificação

cruzada, com espessuras variando entre 2 a 20 metros, alternados com bancos de lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, de cor castanho-avermelhado a cinza-castanho, maciços ou com acamamento plano-paralelo grosseiro, freqüentemente com marcas de onda a microestratificação cruzada”. (Soares, et alii)

Litológicamente, esta formação caracteriza-se por arenitos finos e muito finos, podendo apresentar cimentação e nódulos carbonáticos com lentes de siltitos arenosos e argilitos ocorrendo em bancos maciços, estratificação plano-paralela e cruzada de pequeno a médio porte.

No Estado de São Paulo, os depósitos atribuíveis à Formação Adamantina transgridem do embasamento basáltico por sobre unidades infrabasálticas em áreas muito localizadas como nas cercanias dos vales dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira.

7.2.3. Sedimentos Cenozóicos

A evolução cenozóica do território paulista mostra que seus principais eventos geológicos podem ser resumidos na formação do relevo e deposição de seqüências sedimentares que lhe são correlativas.

Para Landim et. al. (1974), os depósitos cenozóicos são constituídos por areias desestruturadas tendo a base sobre o estágio inferior ou diretamente sobre formações mais antigas, depósitos de cascalho ou uma linha de seixos constituída por quartzito e escassos fragmentos de limonita.

Descritos por Fulfaro (1979), os materiais cenozóicos correspondem aos sedimentos inconsolidados assemelhando-se a solos, com níveis de seixos na base recobrando discordantemente outros tipos litológicos mais antigos do próprio Cenozóico, Mesozóico e até rochas do embasamento cristalino.

Segundo GONÇALVES (1987), estes sedimentos, na área definida para este estudo, são originados a partir do retrabalhamento dos materiais do Grupo Bauru e das Formações Serra Geral e Botucatu, através de um pequeno transporte, em meio aquoso, de razoável competência.

Tais sedimentos, conforme esse autor, possuem granulometria predominantemente de areia, sendo encontrados em depósitos do tipo aluvionar e coluvionar. Normalmente são encontrados seixos de quartzo, de quartzito, às vezes limonotizados. Além disso, possuem, como característica, a ausência de material cimentante.

Na área deste estudo, conforme o mapa básico utilizado para a elaboração do mapa simples, os Sedimentos Cenozóicos correspondem aos Depósitos Aluviais, aos Depósitos Coluviais de Espigão e aos Depósitos de Cimeira.

Quanto aos aspectos tectônicos, ALMEIDA (1964), apud BUENO (1994), considera que os processos tectônicos no Estado de São Paulo podem ser reduzidos à epirogênese positiva que vem atuando desde o início do Cenozóico, resultando o predomínio da erosão sobre a acumulação, desde a borda do Planalto Atlântico, até os confins do Planalto Ocidental.

Ligado aos arqueanos e sistema de “rifts” da margem continental, este fenômeno, de acordo com ALMEIDA (1976)*, apud BUENO (1994), processou-se de modo diferencial, sendo mais acentuado a leste, no Planalto Atlântico e decrescendo em intensidade para oeste, rumo ao rio Paraná.

Na área de estudo, os eventos estruturais, conforme ZUQUETTI (1981), são bastante simples e os lineamentos representam falhas ou fraturas onde as falhas em sua maioria apresentam mergulho para oeste.

* ALMEIDA, F.F.M. (1976).

Os efeitos do tectonismo na região, segundo o autor acima citado, são melhor registrados nos magmatitos da Formação Serra Geral, enquanto a Formação Bauru e os Sedimentos Cenozóicos foram pouco afetados por este fenômeno.

Conforme mostra a figura 10, tectonicamente na área definida para este estudo, ocorrem falhas com rejeito não definido e, em com menor expressão, diques de rocha básica.

Quanto às áreas dos derrames basálticos, SOARES et. al. (1973)* apud ZUQUETTI (1981), destaca que os deslocamentos devem-se a falhas e arqueamentos das camadas do tipo flexuras, domo ou bacias estruturais.

Como decorrência do ajustamento de blocos provenientes da fragmentação do embasamento, o autor acima citado salienta que os falhamentos existentes, são de caráter normal e rejeito pequeno.

7.3. FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

DEWOLF (1972), define as formações superficiais como "...formações continentais móveis ou secundariamente consolidadas, provenientes da desagregação mecânica e/ou da alteração química das rochas preexistentes, seja pela ação de fatores tectônicos ou fatores bioclimáticos". Segundo MERICO (1989), tal definição, pela sua abrangência, serve como de partida para o estudo das formações superficiais.

As formações superficiais, conforme ZUQUETTI (1981), correspondem aos sedimentos e solos, sendo sedimentos os "... materiais originados pela desagregação de qualquer tipo de rocha, transportados e depositados em um dos muitos ambientes terrestres" enquanto que o termo solo "... provém de uma

* SOARES et. al. (1973).

classificação genética, e o estudo de sua origem leva em conta fatores como: natureza da rocha mãe, clima, agentes intempéricos, topografia e processos orgânicos”.

Segundo IPT (1991), os solos e as rochas constituem-se nos dois grandes grupos de materiais ou terrenos que podem formar a cobertura superficial de uma determinada área.

A partir destes conceitos para este trabalho definiu-se como unidade de estudo das formações superficiais os solos, uma vez que é principalmente sobre estes, pela sua abrangência, que ocorrem as intervenções antrópicas capazes de produzir modificações à dinâmica natural do meio.

O solo, segundo AMARAL & AUDI (1972), é definido como “... um corpo natural que ocupa parte da superfície do globo e cuja formação se dá através do clima e organismos em certa topografia, sobre um material original, em determinado espaço de tempo”.

Segundo MONIZ (1972), o solo é definido como a coleção de corpos naturais ocorrendo na superfície da terra, contendo matéria viva e suportando ou sendo capaz de suportar plantas, é, dessa forma, a camada superficial da crosta terrestre composta por partículas de rochas em diferentes estágios de desagregação, água e substâncias químicas em dissolução, ar, organismos vivos e matéria orgânica em distintas fases de decomposição, na qual as plantas se sustentam e se nutrem.

Conforme destaca CHIARINI (1972), de acordo com a necessidade específica do usuário, os solos podem ser agrupados em diferentes maneiras, sendo que as informações em determinado tipo de mapa de solo devem ser explicadas afim de tornarem-se compreensíveis. Essas explicações se denominam interpretações e, desse modo os mapas podem interpretados pelas unidades individuais de solos ou pelo grupo de solos que se comporta de maneira similar com relação às respostas ao manejo e tratamento.

Dentre as formas interpretativas de agrupamento de solos, segundo o autor acima citado, a classificação das terras de acordo com a Capacidade de Uso, desenvolvida pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos e adotado também, segundo BERTONI (1985), pelo Manual Brasileiro para Levantamentos Conservacionistas e pelo Manual Brasileiro para Levantamento da Capacidade de Uso da Terra, por sintetizar a base física, ou seja as condições inerentes do solo e ecológicas, indicando o uso possível de ser praticado com segurança para a conservação do solo.

Dessa forma, essa classificação, uma que suas informações serão posteriormente associadas às formas de uso e ocupação que por sua vez denotam as modificações antrópicas provocadas no meio físico, atende às propostas definidas para este trabalho, pois fornecem dados que permitem o reconhecimento da aptidão potencial do solo.

A importância desse tipo de classificação, conforme destaca o Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo, 1974, advém da caracterização imediata da aptidão dos solos e da maneira pela qual deverão ser manejados, com vistas à sua conservação.

A capacidade de uso da terra é expressa através de classes definidas a partir de fatores do meio físico, tais como características físico-químicas dos solos e os atributos do relevo que, interpretados, indicam a aptidão das terras, isto é, os limites e possibilidades de uso. Assim, de acordo com suas potencialidades e limitações, as terras, nesta classificação, são agrupadas em três categorias que abrangem oito classes de capacidade, reconhecidas por algarismos romanos (de I a VIII), onde o número de alternativas de uso diminui enquanto aumenta o grau de limitações da Classe I à VIII. (Gráfico 07)

Na área de estudo, de acordo com os mapas de Capacidade de Uso das terras empregadas neste trabalho, formulados a partir de documentos elaborados por CHIARINI & DONZELLI (1973), OLIVEIRA & PRADO (1983), OLIVEIRA et. al.

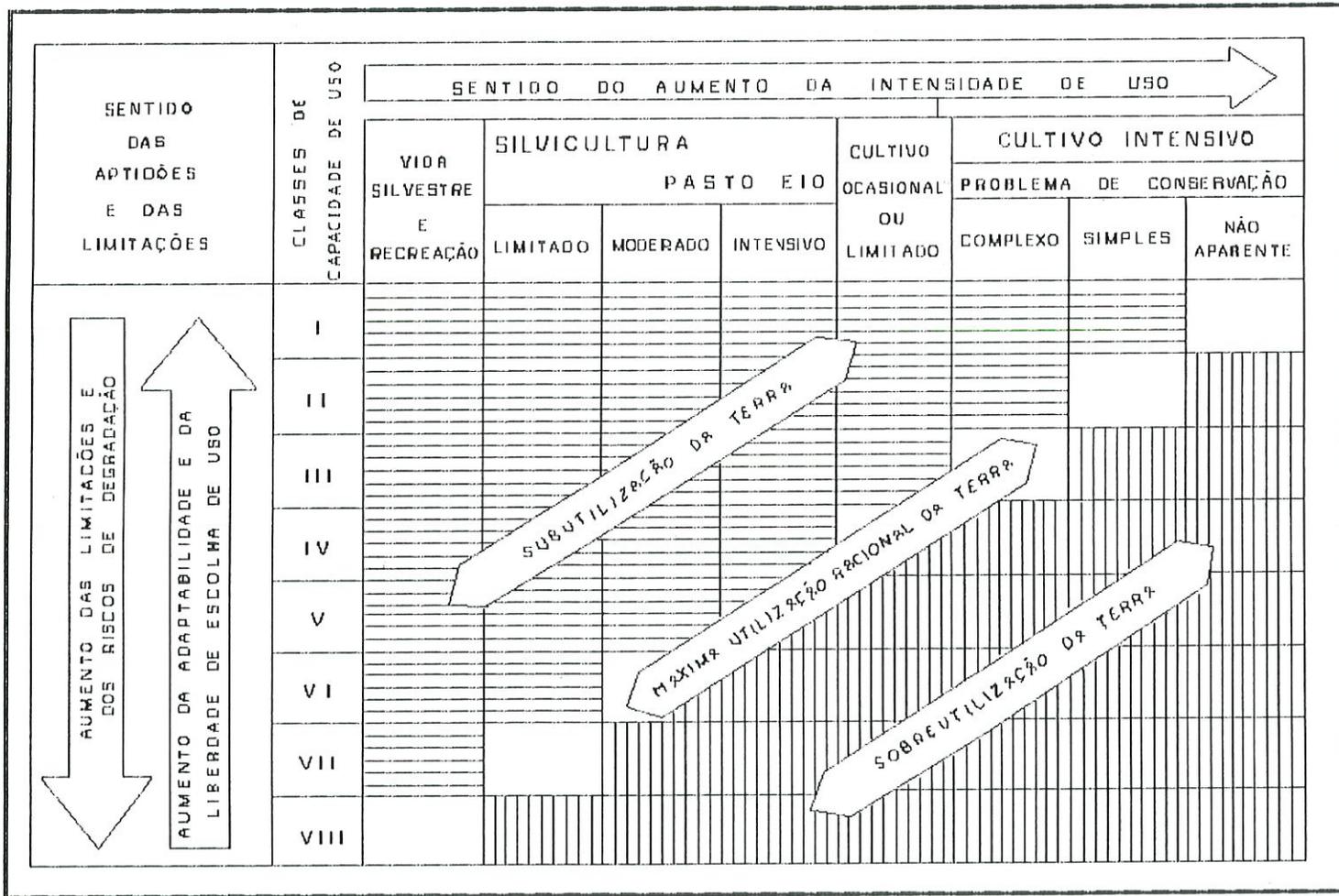


Gráfico 18 - CLASSES DE CAPACIDADE DE USO E SUAS VARIAÇÕES DE INTENSIDADE DE USO (Segundo LEPSCH et al, 1983)

(1982) e PROJETO RADAMBRASIL (1983), estas três categorias, são representadas por várias classes de capacidade, sendo que em algumas destas, a presença de fatores restritivos baseados na limitação de uso como erosão, declividade, pedregosidade, baixa fertilidade, etc. ..., determinam a separação dentro das classes, de subclasses. (Figura 11)

As categorias de capacidade para o uso e ocupação dos solos e suas respectivas classes identificados na bacia do Rio Jacaré-Guaçu, bem como os respectivos índices de erosão as quais os diferentes tipos de solos, em seu conjunto, estão associadas, apresentadas a seguir foram extraídas dos trabalhos de CHIARINI (1972), do Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo - vol.1 (1974) e, também dos Mapas de Uso e Ocupação das Terras: folhas Campinas - 1980; Ribeirão Preto - 1985; Bauru - 1981, e; Araraquara, ainda não publicada, cedida pelo Instituto Geográfico e Cartográfico - IGC.

7.3.1. Terras cultiváveis

Correspondem às terras próprias para culturas e também pastagens e reflorestamentos e, envolve quatro classes: I, II, III e IV.

As terras da Classe III apresentam produtividade média a alta, com erosão ligeira a moderada. Os declives não ultrapassam o limite de 12% e os solos são profundos e bem drenados. Podem ser utilizadas regularmente para culturas anuais, embora apresentem limitações severas que restringem a seleção de plantas ou requerem práticas especiais de conservação.

Na área de estudo, as limitações dessa classe podem resultar dos declives moderados; da grande suscetibilidade à erosão hídrica ou efeitos adversos severos de erosões passadas; das inundações freqüentes, que associados ou não, representam problemas desde simples até complexos para manutenção da produtividade e conservação.

48°50' W

48°40' W

48°30' W

48°20' W

48°10' W

48°00' W

47°50' W

- 21°40'

- 21°50'

- 22°00'

- 22°10'

- 22°20'

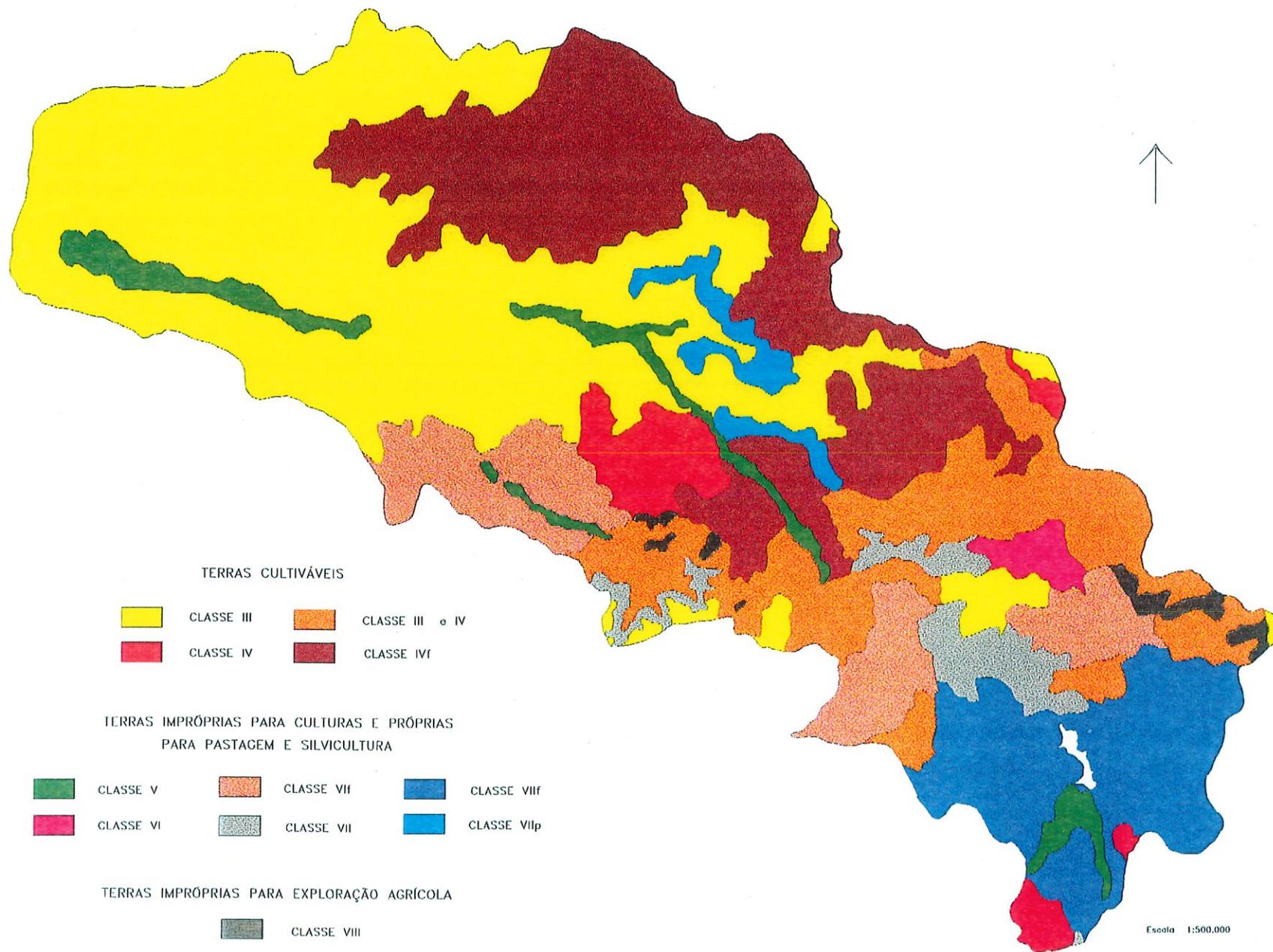


Figura 11 - CAPACIDADE DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

Podem ainda apresentar dificuldades para operações mecânicas, devido à presença de pedras e sulcos de erosão. Quando utilizadas para culturas, necessitam de práticas intensivas de conservação como: terraceamento, cordões de contorno, remoção de pedras, drenagem artificial e irrigação em zonas de precipitação insuficiente, para aumentar a produtividade. Pastagens em terras dessa classe podem necessitar de sulcos em nível para controle da erosão.

Na Classe III, para a área de estudo, estão enquadradas também as terras das classes I e II, uma vez que estas ocupam áreas quase que inexpressivas face a escala deste trabalho.

Correspondendo às que apresentam poucas limitações restritivas ao seu uso, as terras da Classe I são adequadas para muitas culturas e podem ser utilizadas com segurança para culturas anuais, pastagens e florestas. O solo é profundo e fácil de trabalhar, conserva bem a água e é de fertilidade alta e, não requerem práticas especiais de controle de erosão. Na classe II encontram-se as terras que requerem uma ou mais práticas de conservação a fim de serem cultivadas com segurança para culturas anuais adaptadas como: culturas em faixa, culturas em contorno, rotação de culturas que incluem pastagens e leguminosas, empregos de adubos e fertilizantes.

As terras identificadas na Classe IV, apresentam limitações bem mais sérias que as classes anteriores, com alternativas de uso mais limitadas, ou seja, as terras deste grupo apresentam limitações muito severas referentes à relação do tipo de cultura e requerem cuidadosas práticas de manejo e conservação.

Sujeitas naturalmente a grande erodibilidade, principalmente por se encontrarem na faixa de declividade de 12 a 20%, na área de estudo as terras incluídas nesta classe esse problema é agravado em solos com horizonte superficial arenoso, exigindo práticas conservacionistas bastante complexas para sua utilização.

Embora os solos sejam profundos, bem drenados, de fertilidade média a alta e livre de pedras, pelas restrições apresentadas, as terras dessa classe não devem ser utilizadas com culturas anuais, continuamente. Entretanto, podem ser utilizados à exploração de plantas perenes que proporcionem proteção ao solo, tais como café, laranja, temporárias como a cana-de-açúcar, ou mesmo por cultivos ocasionais sob cuidados especiais de culturas anuais.

Na Subclasse IVf, as limitações quanto à baixa fertilidade decorrentes da predominância de solos com textura arenosa das terras nessa subclasse enquadradas, fazem com que estas, embora correspondam à terras planas, muito boas para utilização em pastagem, sejam consideradas, de modo geral, impróprias para culturas, se bem que desde que adotado bom nível de tecnificação e de modo extensivo, possam ser indicadas para algumas culturas perenes ou mesmo anuais.

Ocorre ainda na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu associação sem dominância distinta entre as Classes III e IV.

7.3.2. Terras impróprias para culturas e próprias para pastagem e silvicultura:

Nesta categoria enquadram-se as terras das Classes V, VI e VII e suas respectivas subclasses.

Na área de estudo a Classe V corresponde às terras planas de aluviões, sujeitas à inundação e várzeas não trabalhadas. Apresentam problemas complexos de drenagem, principalmente para sua utilização com culturas.

Dessa forma, estas terras embora não apresentem problemas de erosão possuem outros problemas que limitam seu uso unicamente para pastagens, reflorestamentos ou vida silvestre, uma vez que são terras planas ou quase planas que, devido ao encharcamento impossibilitam sua utilização para culturas.

As terras da Classe VI, apresentam limitações permanentes que as tornam inadequadas para culturas anuais e que não podem ser corrigidas, como: declive muito acentuado; suscetibilidade à erosão severa; efeitos severos de erosões antigas; pedregosidade; pouca profundidade da zona radicular.

Embora acidentadas, uma vez que correspondem às terras que se encontram na faixa de 20 a 40%, são terras indicadas para pastagem e silvicultura e suas exigências quanto às práticas de conservação e manejo podem ser simples a moderadas se considerados estes usos indicados.

Apresentando topografia plana, textura arenosa, fertilidade muito baixa, as terras da Subclasse IVf, são indicadas para utilização em pastagens ou silvicultura, embora exijam práticas complexas de manejo para elevar a produtividade de forma econômica. Estão incluídos nesta classe os solos de cerrado e de campo

As terras da Classe VII, além de não poderem ser utilizadas com culturas anuais, apresentam severas limitações mesmo para as culturas permanentes protetoras do solo e pastagens. São as terras demasiadamente acidentadas, com declives superiores à 40%.

As características limitantes para sua utilização, aparecem nas subclasses:

- Subclasse VIII: Terras planas, excessivamente arenosas e de fertilidade muito baixa, representada pelos solos classificados como regossolos. Apresentam solos de levada suscetibilidade à lixiviação cujo uso é indicado apenas à silvicultura.

- Subclasse VIIp: São as terras com limitações graves quanto à profundidade do perfil do solo, disponível às raízes, que na área em questão, correspondem aos litossolos. Sua indicação para pastagem, com restrições, se deve às possibilidades de desenvolvimento, nesses solos, de plantas com sistema radicular superficial, como as gramíneas.

7.3.3. Terras impróprias para exploração agrícola:

Com características ainda mais adversas que as anteriores, as terras da Classe VIII situam-se nas escarpas de serra ou superfícies rochosas.

Estas terras não permitem qualquer tipo de cultura, não se prestando também para silvicultura ou para a produção de qualquer outra forma de exploração de valor econômico, sendo indicadas somente para o abrigo da flora e fauna.

8. ANÁLISE MORFODINÂMICA

A paisagem da Terra é, em decorrência das constantes mudanças regidas por um equilíbrio entre as denominadas forças internas e as externas, dinâmica.

Portanto, “os diferentes tipos de formas de terreno, são originados pela ação de forças internas e externas, que através de agentes geológicos, climáticos, biológicos e humanos vêm, através dos tempos, esculpindo a superfície da Terra” (IPT, 1981).

Isto significa que, conforme POPP (1988), os processos dentro (endógenos) e sobre (exógenos) a Terra podem ser reunidos num ciclo de processos que agem continuamente sobre a matéria exposta na superfície terrestre.

A morfodinâmica, ao mesmo tempo que depende do clima, da topografia, da litologia e tectônica, do solo e da cobertura vegetal, permite a integração entre estes parâmetros. Dessa forma, neste trabalho, a análise morfodinâmica foi estabelecida a partir deste conjunto de informações, onde o estudo pertinente à cobertura vegetal, através da identificação das formas de uso e ocupação do solo, representa o fator condicionador da instabilidade do meio, e, os demais elementos, informações para análise integrada das características da área de estudo.

Fundamentada nestes princípios, a análise morfodinâmica definida neste trabalho desenvolveu-se num primeiro momento a partir da identificação dos atributos dos componentes estabelecidos no quadro regional enquanto conjunto de informações inerentes à evolução natural do meio físico.

Entretanto, a análise da estabilidade ou não dos meios, além dos estudos sob o ponto de vista físico, necessita que se considere também a resposta do solo à ação do homem sobre este, pois, ao modificar a paisagem, o homem altera o equilíbrio existente entre diferentes fatores que integram o meio e interfere no mecanismo do processo morfogenético, e, assim, o mapeamento de uso atual do solo fornece informações sobre modificações que estão ocorrendo numa determinada área ao revelar o dinamismo das intervenções antrópicas sobre esta.

O conjunto dessas informações, anteriormente analisadas e definidas através de mapas simples, sobrepostas (superpostas) resultaram no mapa composto, onde os elementos anteriormente analisados de modo isolado das demais informações, passaram a representar partes integrantes destas e, assim, permitiram o estabelecimento de relações entre os diferentes tipos de atributos identificados na área definida para estudo.

Neste documento final, em função da associação entre as informações do quadro regional e do uso e ocupação do solo, definiu-se os meios morfodinâmicos

8.1. ASPECTOS MORFODINÂMICOS DO QUADRO REGIONAL

Partindo dos aspectos endógenos, tem-se que tectonicamente, a área de estudo, caracteriza-se pela epirogenese característica das bacias sedimentares intracratônicas, corresponde à uma área tectonicamente estável uma vez que, de acordo com POPP (1988), os movimentos epirogenéticos, por serem lentos, não têm competência para deformar (produzir falhas ou dobras) as estruturas rochosas. Sendo de ocorrência comum em áreas relativamente estáveis da crosta terrestre, estes movimentos não estão relacionados nem ao vulcanismo nem aos sismos.

Quanto aos aspectos exógenos, LÉLIS (1989), destaca que à ação dos agentes de ordem externa, tais como as chuvas, o vento, o calor solar, o frio e outros fatores, classificados como de erosão, deve-se a transformação da superfície estrutural em superfície escultural, ou modelado topográfico, uma vez que concorrem, com a sua ação mecânica e química, para desagregar os acidentes elevados e arrastá-los para as baixadas.

Segundo TRICART (1977), componente mais importante da dinâmica externa da superfície terrestre, ou seja, da morfodinâmica, corresponde aos processos geomorfológicos. Estes processos, ao mesmo tempo que produzem instabilidade da superfície, representam um fator importante para o desenvolvimento dos seres vivos, sendo que, do ponto de vista ecológico, a morfodinâmica é uma limitação à estes.

Neste trabalho, para a compreensão dos diferentes tipos de formas de relevo partiu-se do reconhecimento das características dessas formas topográficas através da identificação dos sistemas de relevos da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu conforme IPT (1981).

IPT (1981), dependendo da origem, embasamento, estágio evolutivo ou relações geométricas do conjunto de formas, define cinco categorias de sistemas de relevos, dentre os quais, quatro foram identificados na área de estudo definida para este trabalho: Relevos de Agradação, Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, Relevos Residuais suportados por Litologias Particulares e Relevos de Transição.

Na definição dos sistemas de relevo, segundo IPT (1981), um dos principais critérios adotados correspondeu à declividade (inclinação média do perfil da encosta, expressa em porcentagem) das encostas na separação de conjuntos de formas.

Este critério, associado às amplitudes locais (altura máxima da unidade em metros, acima do assoalho dos grandes vales adjacentes), permitiu a distinção de

cinco grupos de sistemas de relevo na categoria de Relevos de Degradação em Planaltos Dissecados, dos quais três ocorrem na área de estudo: Relevo Colinoso com declividade predominante das encostas de 0 a 15% em áreas de amplitudes locais inferiores a 100 metros; Relevo de morros com encostas suavizadas com o mesmo intervalo de declividade mas em áreas cujas amplitudes locais variam de 100 a 300 metros, e; Relevo de Morros os quais correspondem às amplitudes locais iguais ao grupo imediatamente anterior em declividades superiores a 15%.

Da declividade, segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), dependem diretamente o volume e a velocidade das enxurradas que sobre ele escorre daí sua importância enquanto fator erosivo, ou seja, enquanto fator capaz de diagnosticar a estabilidade ou não do meio.

De acordo LEPSCH (1983), as declividades são enquadradas dentro de determinados intervalos de declividade, os quais definem classes que quando não associadas a dados referentes à erosividade (chuva) e erodibilidade (solo), e/ou ainda, experiência conservacionista na área estudada, devem obedecer *limites rígidos*.

Dentro desse sistema classificação da declividade em classes com limites rígidos, o valor adotado pelo IPT (1981) de 15% representa, conforme LEPSCH (1983), o limite a partir do qual são enquadradas as áreas que apresentam inclinações de tal modo acentuadas que o escoamento superficial mostra-se muito rápido favorecendo à erosão hídrica.

Embora de modo geral os processos erosivos sejam, quanto à topografia, associados mais freqüentemente à declividade, as amplitudes locais, denominadas por BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) por comprimento de rampa, destacam-se como um importante fator erosivo pelo fato de que à medida que o caminho percorrido vai aumentando, não apenas as águas avolumam-se proporcionalmente como também têm sua velocidade de escoamento aumentada progressivamente, pois, em princípio, “quanto maior o comprimento de rampa, mais enxurrada se acumula, e a maior energia resultante se traduz por uma erosão maior”.

Dessa forma estes dois parâmetros adotados para a definição dos sistemas de relevos pelo IPT (1981), declividade e amplitudes locais, segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), ... “exercem acentuada influência sobre a erosão uma vez que o tamanho e a quantidade do material em suspensão arrastado pela água dependem da velocidade com que ela escorre, e essa velocidade é uma resultante” ... das características destes elementos.

As características das encostas, no que diz respeito à avaliação do potencial de erosão, segundo STEIN et. al. (1987) , podem ser reduzidas à sua declividade e seu comprimento, e assim, quanto maiores a declividade e o trecho percorrido encosta abaixo, maior energia é produzida pela enxurrada que se acumula e maior a erosão resultante.

Levando em consideração estes fundamentos, tem-se, conforme IPT (1981), para os sistemas de relevos identificados na área de estudo, alguns princípios morfodinâmicos:

- **Relevo de Agradação:** Neste tipo de relevo os processos de deposição são superiores aos de desgaste ou de dissecação da paisagem.

. Planícies Aluviais: correspondem aos terrenos mais ou menos planos junto as calhas de alguns setores do Rio Jacaré-Guaçu e alguns de seus afluentes.

Distribuindo-se como manchas estreitas e alongadas, de litologia representada pelos aluviões recentes que se caracterizam pela presença de argilas com ou sem matéria orgânica, siltes, areias e cascalhos, estes sistemas de relevos, podem estar sujeitos periodicamente a inundações, o que sugere a presença de solo superficial pouco desenvolvido.

- **Relevos de Degradação:** as formas de relevo de degradação, conforme GUERRA (1980) são opostas às formas de agradação, pois estão ligadas ao desgaste provocado pelos agentes exógenos.

Nos sistemas de relevo desse tipo identificados na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu litologicamente predominam rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas (Grupo São Bento), sendo que, subordinadamente ocorrem sedimentos da Formação Diamantina do Grupo Bauru e diabásios (Depósitos de Cimeira).

Nas rochas sedimentares do Grupo Bauru, o solo superficial corresponde, na sua maior parte, a depósitos coluvionares e pode atingir grandes espessuras, sendo de natureza arenosa, assim como o solo de alteração, embora este seja de pequeno desenvolvimento.

O solo superficial nas rochas sedimentares do Grupo São Bento, apresenta grande espessura correspondendo, na sua maior parte aos depósitos coluvionares. Consiste em areia fina com pequenas porcentagens de silte e argila nas Formações Botucatu e Pirambóia. Neste Grupo, o solo de alteração na Formação Botucatu apresenta-se predominantemente arenoso e areno-argiloso na Formação Pirambóia. Nas Intrusivas básicas da Formação Serra Geral o solo superficial é de natureza argilosa com porcentagens variadas de areia e coloração vermelha escura característica (terra roxa), e, o solo de alteração é, de modo geral, de caráter argiloso.

Nos Depósitos de Cimeira, o solo superficial corresponde, em grande parte, aos depósitos coluvionares, apresentando natureza argilosa e de coloração vermelha escura característica (terra roxa), e, pode atingir vários metros, enquanto que, o solo de alteração é predominantemente siltoso e pouco espesso.

Estas características assumem neste trabalho grande importância porque, conforme destaca BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), a textura,

ou seja, o tamanho das partículas, dentre outros fatores, corresponde à um dos fatores que influem na quantidade de solo arrastado pela erosão.

Desse modo, de acordo com estes autores, os solos arenosos, devido aos grandes espaços porosos, durante uma chuva de pouca intensidade, podem absorver toda a água, não sofrendo desse modo nenhum prejuízo, entretanto, ... “como possuem baixa proporção de partículas argilosas que atuam como uma ligação entre as partículas grandes, pequena quantidade de enxurrada, que escorre em sua superfície pode arrastar grande quantidade de solo. Já no solo argiloso, com espaços porosos bem menores, a penetração de água é reduzida, escorrendo mais na superfície; entretanto, a força de coesão é maior, o que faz aumentar a resistência à erosão”.

Portanto, pode-se concluir que quanto mais arenoso o solo, mais sujeito à perdas provocadas por processo erosivo de caráter pluvial.

À estas características, associa-se os aspectos quanto à declividade e amplitudes locais para os sistemas de relevo identificados na área de estudo definidos neste tipo de relevo:

. Colinas Amplas e Colinas Médias: predominam nestes sistemas de relevos amplitudes locais inferiores a 100 metros e declividades inferiores à 15%.

. Morros Amplos: com declividade inferiores à 15%, neste sistema de relevo ocorrem amplitudes locais de 100 a 300 metros.

. Morros Arredondados: neste tipo de sistema de relevo predominam amplitudes locais de 100 a 300 metros e declividade de encostas superiores à 15%.

Cabe ressaltar que os mesmos critérios de declividade e amplitude das encostas foram adotados para os demais sistemas de relevo. Dessa forma, na área de estudo, os Relevos de Transição representados pelas Encostas com Canions Locais e pelas Escarpas Festonadas apresentam amplitudes locais superiores à 100 metros e declividades de encostas superiores a 15%.

Definidos estes aspectos de caráter morfoestruturais, geológicos e tectônicos, cabe ressaltar ainda, quanto aos aspectos morfodinâmicos do Quadro Regional, as características climáticas.

BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), destacam que um dos fatores climáticos de maior importância nos processos de instabilidade dos solos refere-se a chuva, uma vez esta exerce sua influência pelo “impacto das gotas que caem com velocidade e energia variáveis, dependendo do seu diâmetro” e, pelo “escorrimento da enxurrada”.

De acordo, ainda, com estes autores, “o volume e a velocidade da enxurrada variam com a chuva, com a declividade e o comprimento do declive do terreno e com a capacidade do solo em absorver mais ou menos água”. Deste modo, a intensidade corresponde ao fator pluvial mais importante, pois o volume e a velocidade da enxurrada dependem dela.

Entretanto, tais informações envolvem o uso de pluviógrafos, cujos registros são escassos ou inexistentes e suas respectivas análises extremamente morosas e trabalhosas, assim, diversos autores tentaram correlacionar o índice de erosão com fatores climáticos, fatores esses de fácil medida e que não requerem registros de intensidade de chuva, dentre os quais, conforme destaca BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER (1980)*

* LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: Sua distribuição e Relação com Perdas de Solo em campinas, SP. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 3., Recife, 1980. Anais.

Estes autores encontraram, através do estudo do registro de 22 anos de precipitação em Campinas, alta correlação entre o índice médio mensal de erosão (EI) com uma razão envolvendo a precipitação média mensal em milímetros (r), e a precipitação média anual em milímetros (P), expressa pela equação:

$$EI = 6,886 \cdot (r^2/P)^{0,85}$$

Esta proposta foi desenvolvida com a finalidade de ser aplicada na Equação de Perda de Solo (USLE) desenvolvida por WISCHMEIER & SMITH^{**}, apud BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), em substituição ao fator chuva (R; em MJ/ha.mm/ha) enquanto índice numérico que expressa a capacidade da chuva de provocar erosão em uma área sem proteção. Entretanto, BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), ressaltam que, quando se busca prever as possíveis perdas de solo de uma área em um determinado local, deve-se considerar também, a distribuição estacional das chuvas erosivas, assim como o valor anual do índice de erosão, pois a porcentagem do valor anual EI, que ocorre durante um período do ano quando o solo está cultivado, é bastante vulnerável à erosividade da chuva e difere significativamente de local para local.

Baseado nestes princípios, estabeleceu-se, embora sem a finalidade de aplicação da Equação de Perda de Solo, os índices médios mensais de erosão (EI) a partir dos quais identificou-se as respectivas porcentagens de distribuições estacionais das chuvas para cada um dos tipos climáticos identificados para a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu. (Gráficos 19 a 35)

Tais porcentagens das distribuições estacionais das chuvas foram definidas para as mesmas estações inseridas nos limites da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu a partir dos mesmos dados de precipitação utilizados na definição das Isoietas Médias Anuais.

^{**} WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting Rainfall Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains. Washington, USDA, 1965. (Handbook, 282).

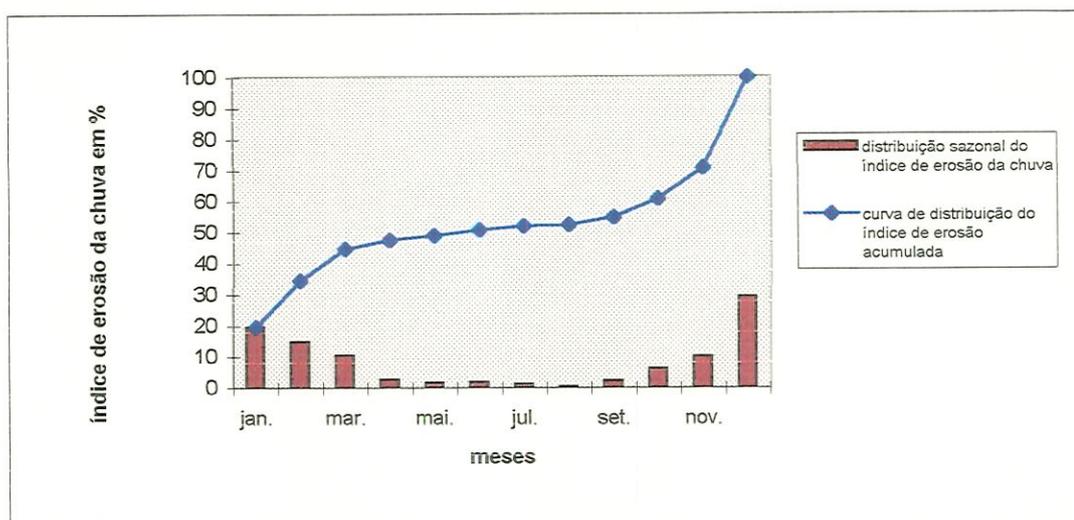


Gráfico 19 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 016 - Usina Gavião Peixoto

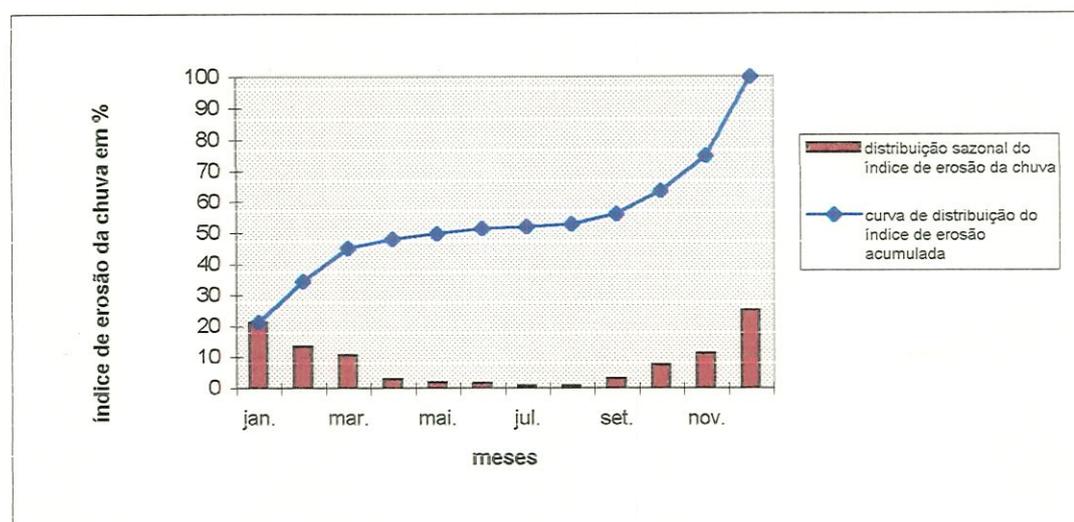


Gráfico 20 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 017 - Usina Chibarro

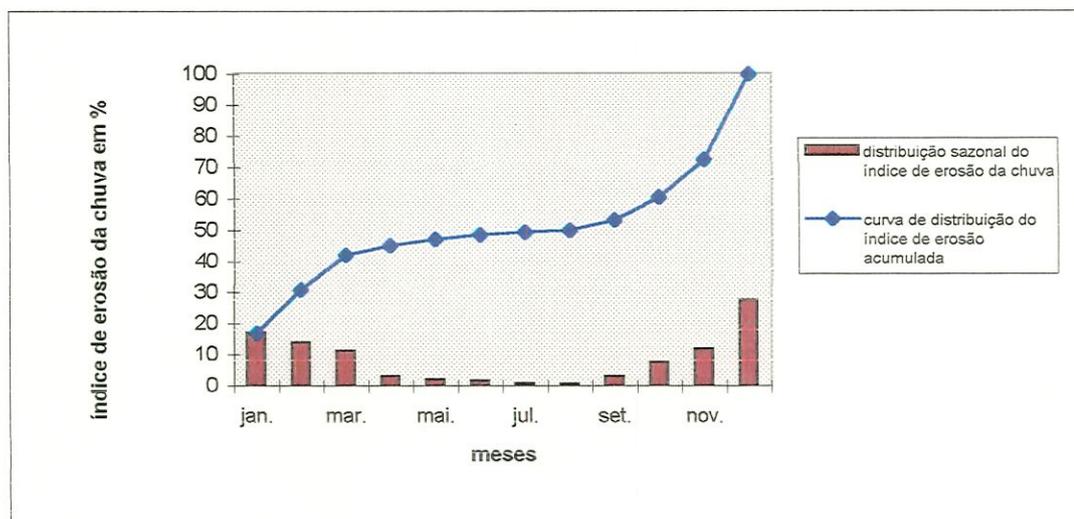


Gráfico 21 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 035 - Est. C.P. Ibaté

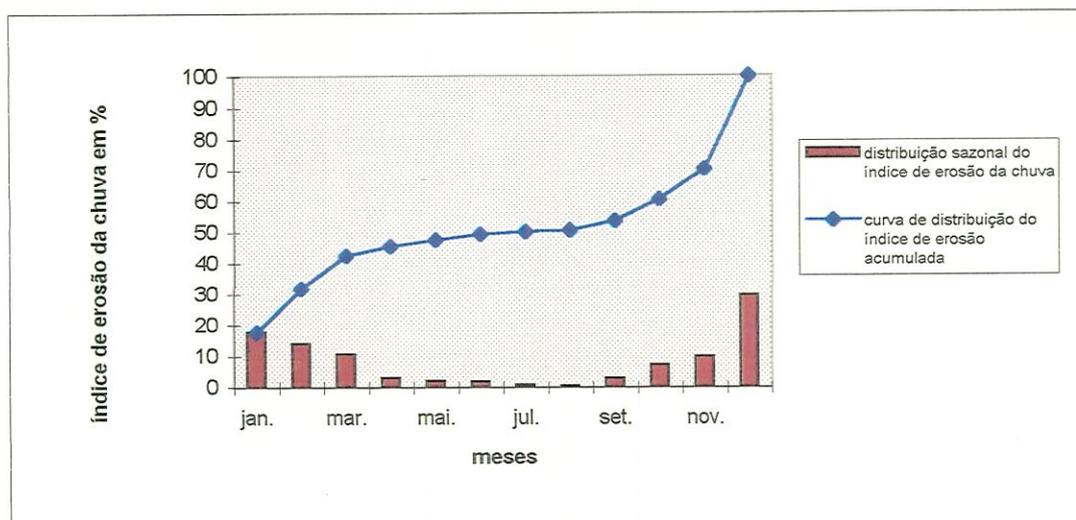


Gráfico 22 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 048 - Usina Santa Fé

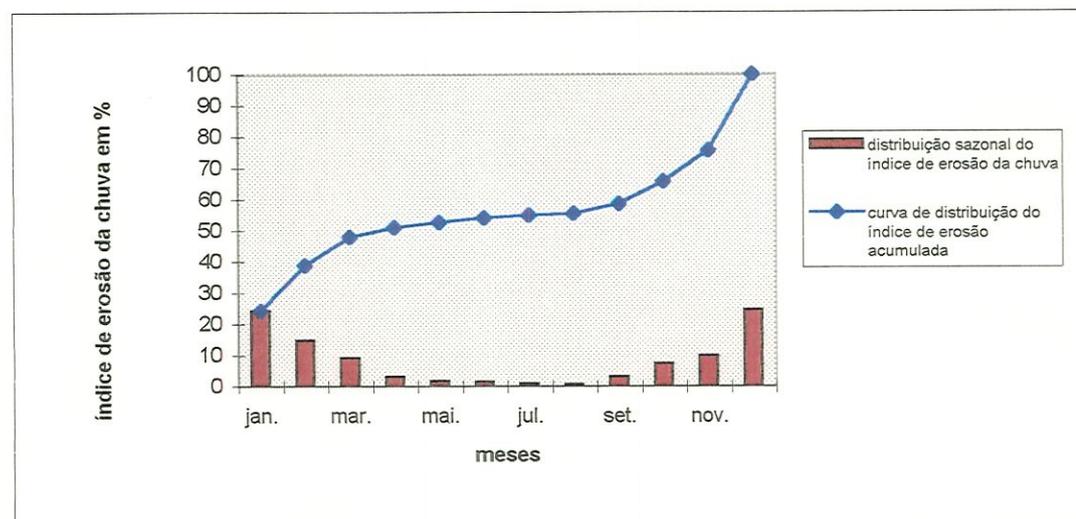


Gráfico 23 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 050 - Araraquara

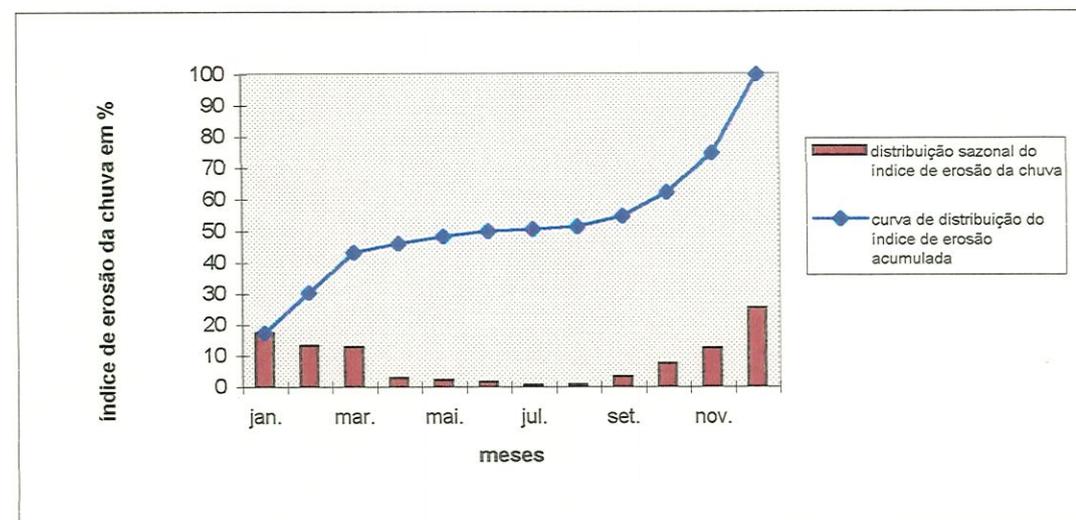


Gráfico 24 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 056 - Usina Tamoio

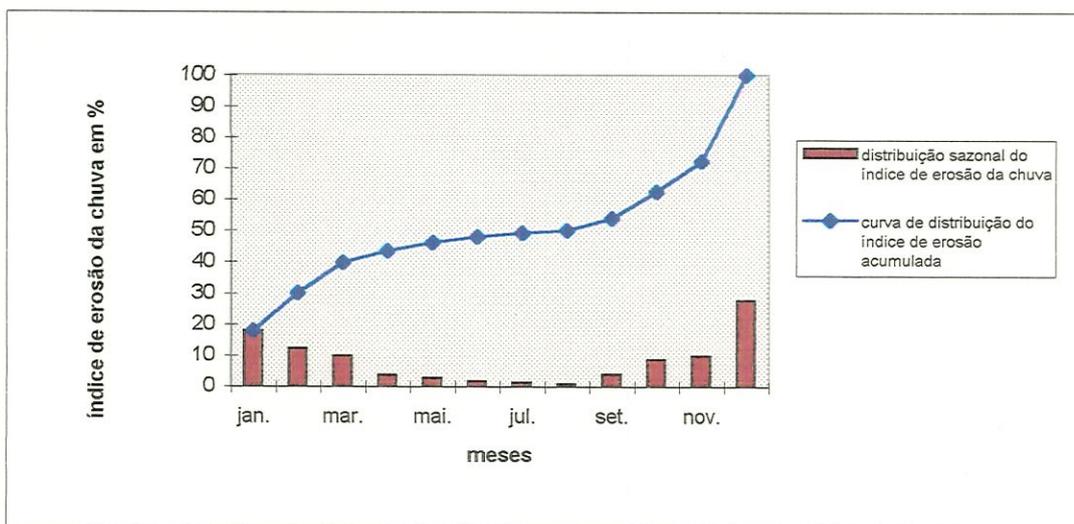


Gráfico 25 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 081 - Faz. Boa V. de Jacaré

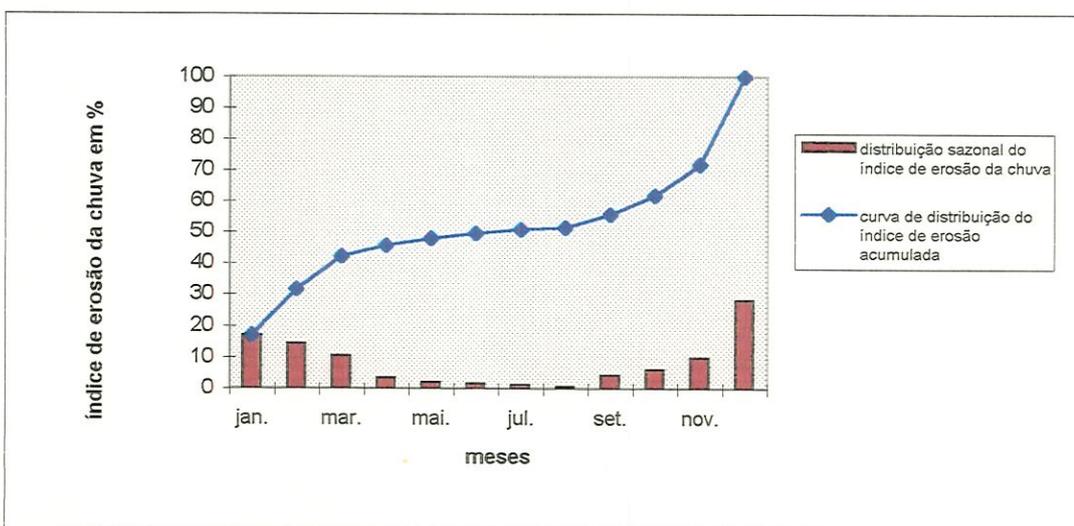


Gráfico 26 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 107 - Faz. Araruba

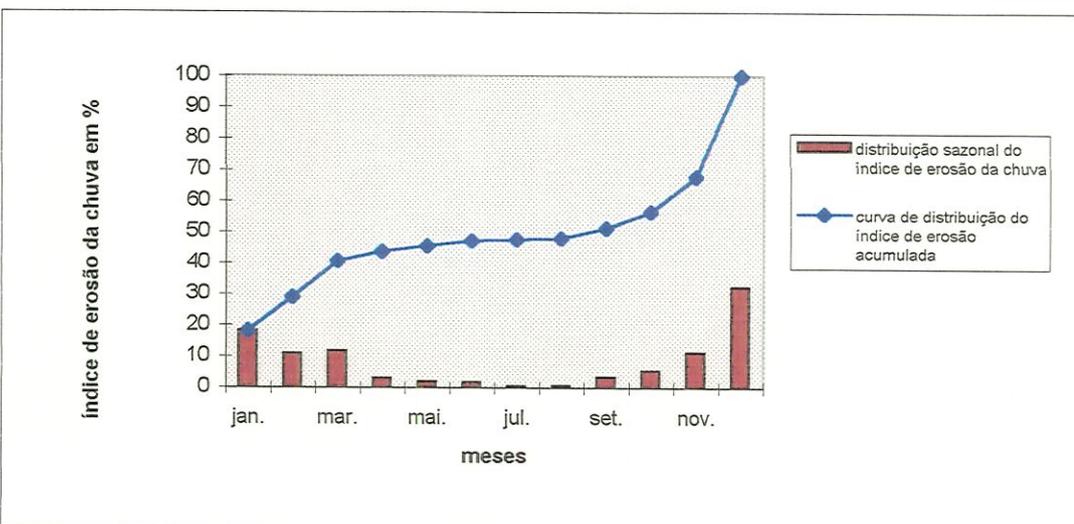


Gráfico 27 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação C5 - 118 - Usina S. Bernardo

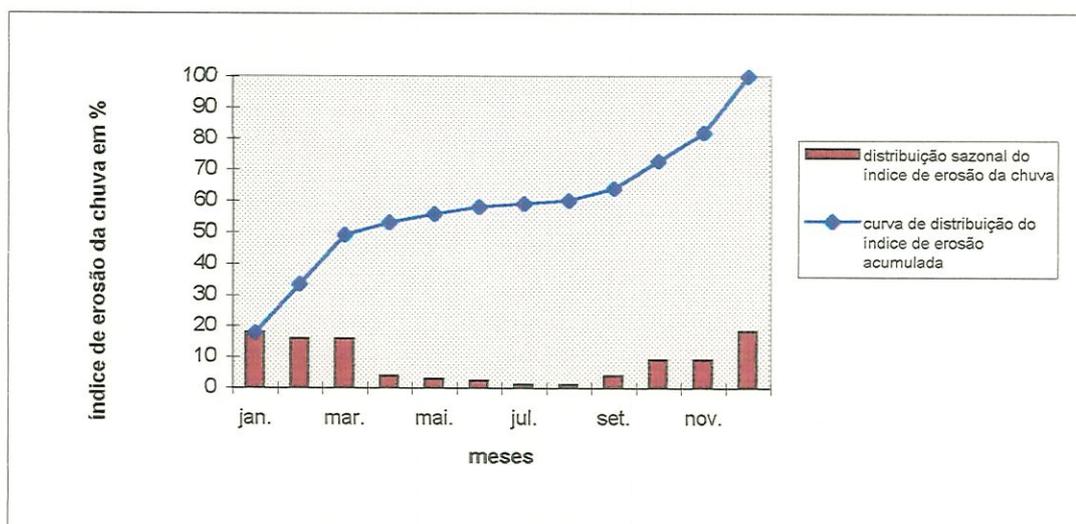


Gráfico 28 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 014 - Est. Exp. Itirapina

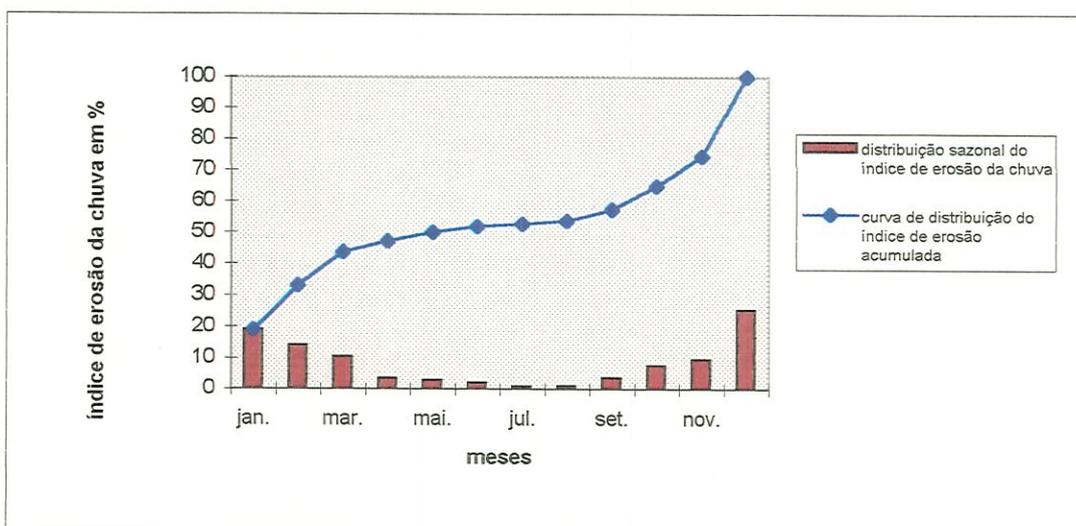


Gráfico 29 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 015 - Vila Prado: S. Carlos

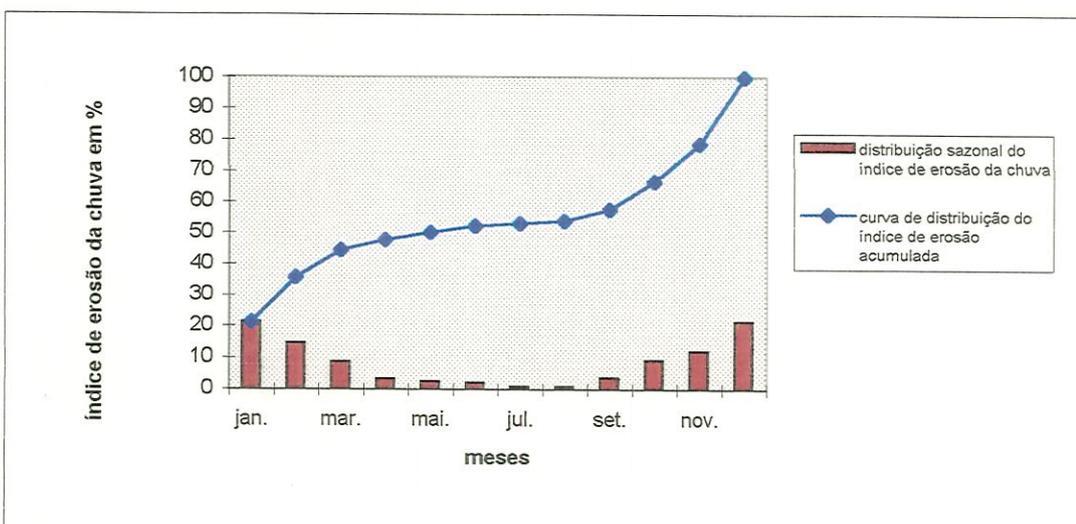


Gráfico 30 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 033 - Usina do Lobo

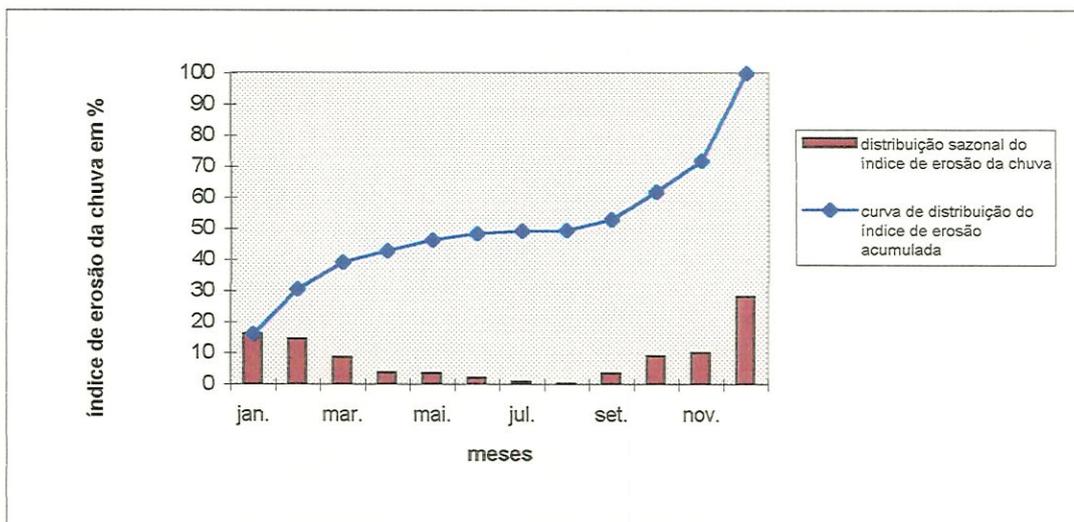


Gráfico 31 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 037 - Visconde de R. Claro

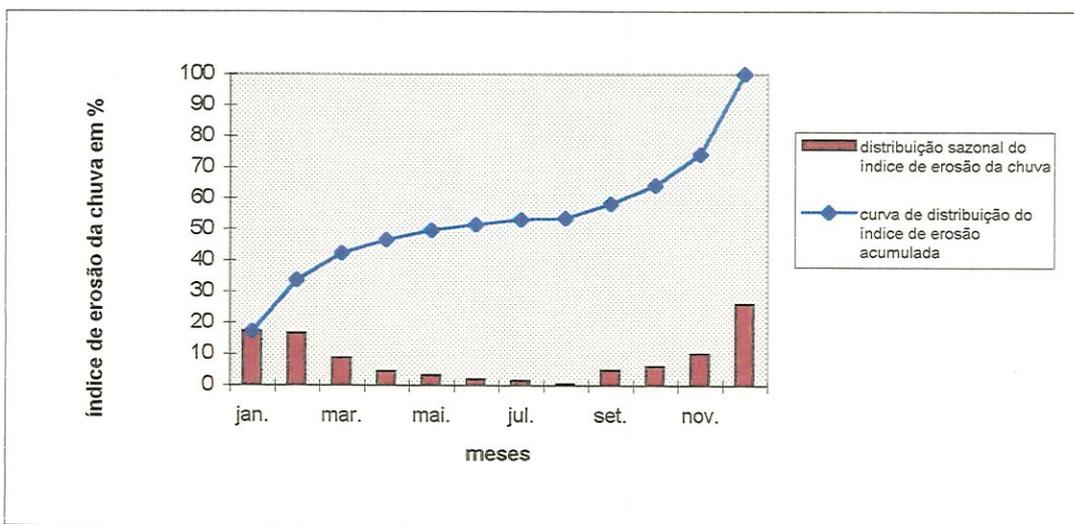


Gráfico 32 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 040 - Reflo. Campo Alegre

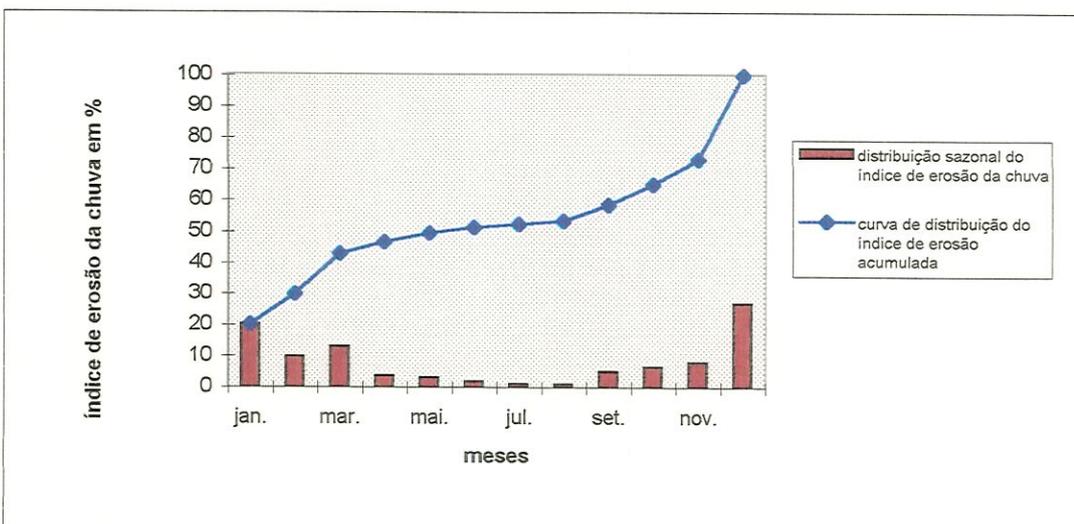


Gráfico 33 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D4 - 075 - São Carlos

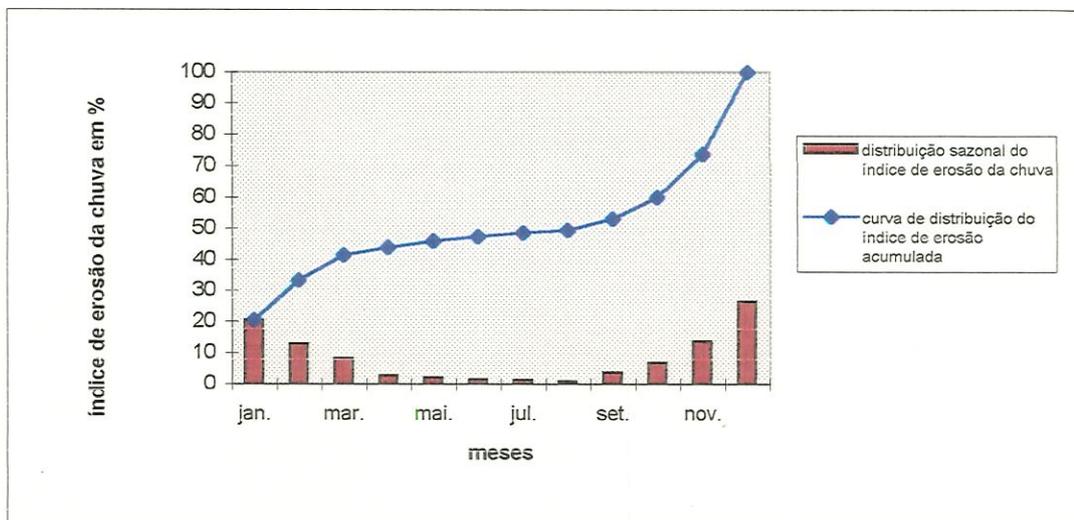


Gráfico 34 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D5 - 003 - Ribeirão Bonito

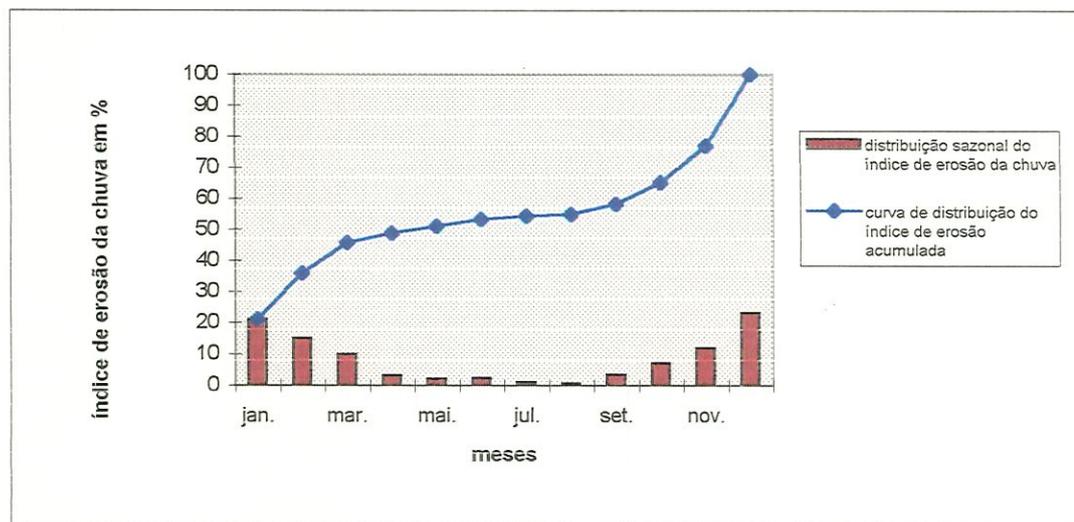


Gráfico 35 - Distribuição Sazonal do Índice de Erosão: Estação D5 - 076 - Usina Santana

Estas informações mostram que a distribuições estacionais da erosão estão associadas à dinâmica climática onde as maiores percentagens erosivas correspondem aos períodos que apresentam precipitações mais abundantes.

Nos tipos climáticos, conforme destaca IPT (1981), nos quais predominam temperaturas e pluviosidade relativamente altas, ... “constituem um fator preponderante nos processos de formação de solos e na dinâmica dos movimentos de massa” .

8.2. USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS

Uma vez que a ação humana se realiza no uso da terra na forma de construção de cidades, estradas, lavouras, etc., é também sobre estes usos que se deve procurar avaliar o potencial erosivo do meio, verificando-se se a utilização está adequada às características quanto à capacidade de uso das terras.

O estudo da ocupação da terra compreende o conhecimento de toda a utilização das terras por ação do homem e da cobertura vegetal natural, bem como suas respectivas concentrações.

A avaliação do uso do solo pelo homem é de grande importância, pois a substituição da cobertura vegetal natural com a finalidade de permitir a prática de atividades úteis ao homem, acarreta modificações ao meio.

A vegetação, conforme destaca ZUQUETTI (1987), tem influência direta nas características mecânicas dos materiais, tanto através de seu tipo como do seu sistema radicular. No aspecto relativo à ação das águas sobre os materiais, a vegetação pode atuar como interceptadora das gotas da chuva, para que não atinjam a superfície diretamente, também evitam um escoamento superficial violento e auxiliam

na evapotranspiração e na infiltração, devido ao horizonte húmico, diminuindo o potencial de erosividade.

As coberturas vegetais, na forma de culturas agrícolas e mesmo pastagens não apresentam os mesmos efeitos de uma cobertura vegetal natural ou mesmo temporária, como o reflorestamento.

De acordo com LOMBARDI NETO & BERTONI (1985), a densidade da cobertura vegetal é o “princípio fundamental de toda proteção que se oferece ao solo, preservando-lhe a integridade contra os efeitos danosos da erosão”.

A partir deste princípio depreende-se que os processos erosivos são menos acentuados quanto mais densa for a vegetação que o recobre e protege, pois a cobertura vegetal além de oferecer proteção direta à este contra o impacto das gotas da chuva através da copada, raízes e serrapilheira controlando, assim, a sua desagregação, atuam na dispersão da água evitando que estas ganhem velocidade de escoamento que provocariam o arraste das camadas superficiais do solo pelo aumento do atrito na superfície.

Além disso, a cobertura vegetal favorece o melhoramento da estrutura do solo pela incorporação de matéria orgânica e abertura de galerias pelas raízes aumentam sua capacidade de absorção e retenção de água, e, pelas suas raízes amarram as partículas de solo, dificultando sua soltura e arraste.

A vegetação, reduzindo a velocidade do vento à nível da superfície do solo, absorvendo parte da força exercida por este, e, segurando as partículas de solo, contribui também para minimizar os efeitos de degradação provocados pela erosão eólica.

Cabe ressaltar ainda que as práticas agrícolas às quais muitas vezes estão associados os diferentes tipos de vegetação também atuam como agentes de degradação do solo. Dessa forma, tem-se que o tipo de cobertura vegetal e suas

respectivas práticas de cultivo representam um dos princípios básicos para a sua conservação.

A proteção oferecida ao solo, seja pelo tipo de vegetação como pela prática agrícola empregada, de acordo com GALETI (1973), aumenta das culturas temporárias para mata, ou seja, é mínima em culturas temporárias e máxima na mata.

O mapa de uso atual, como indica o próprio nome, tem como finalidade dar uma visão global da maneira como a área definida para estudo está sendo utilizada.

Portanto, esse documento mostra as áreas que apresentam coberturas vegetais naturais, áreas de utilização agrícola (perenes e semi-perenes), as pastagens, e também as áreas de utilização não agrícola.

Para a Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, o estudo da ocupação da terra compreendeu a identificação da utilização das terras por ação do homem e da cobertura vegetal natural (Figura 12).

Segundo CHIARINI et al (1976), os diferentes tipos de uso e ocupação do solo podem ser agrupados em categorias de acordo com o tipo de ocupação. Baseado nessa proposta, os usos e ocupações identificadas na área de estudo registrados no Mapa de Uso e Ocupação das Terras (Figura 12) foram agrupados em diversas categorias, conforme descrições abaixo relacionadas baseadas no autor acima citado, BUENO (1994) e GALETI (1973).

8.2.1. Culturas Temporárias

Correspondem à todas as vegetações cultivadas anualmente ou de ciclo cultural estabelecido, entendidas como sendo as terras preparadas para plantio com culturas de ciclo curto, colhidas a cada ano, mesmo que ultrapasse esse período, caracterizadas como anuais e semi-perenes.

48°50'

48°40'

48°30'

48°20'

48°10'

48°00'

47°50'

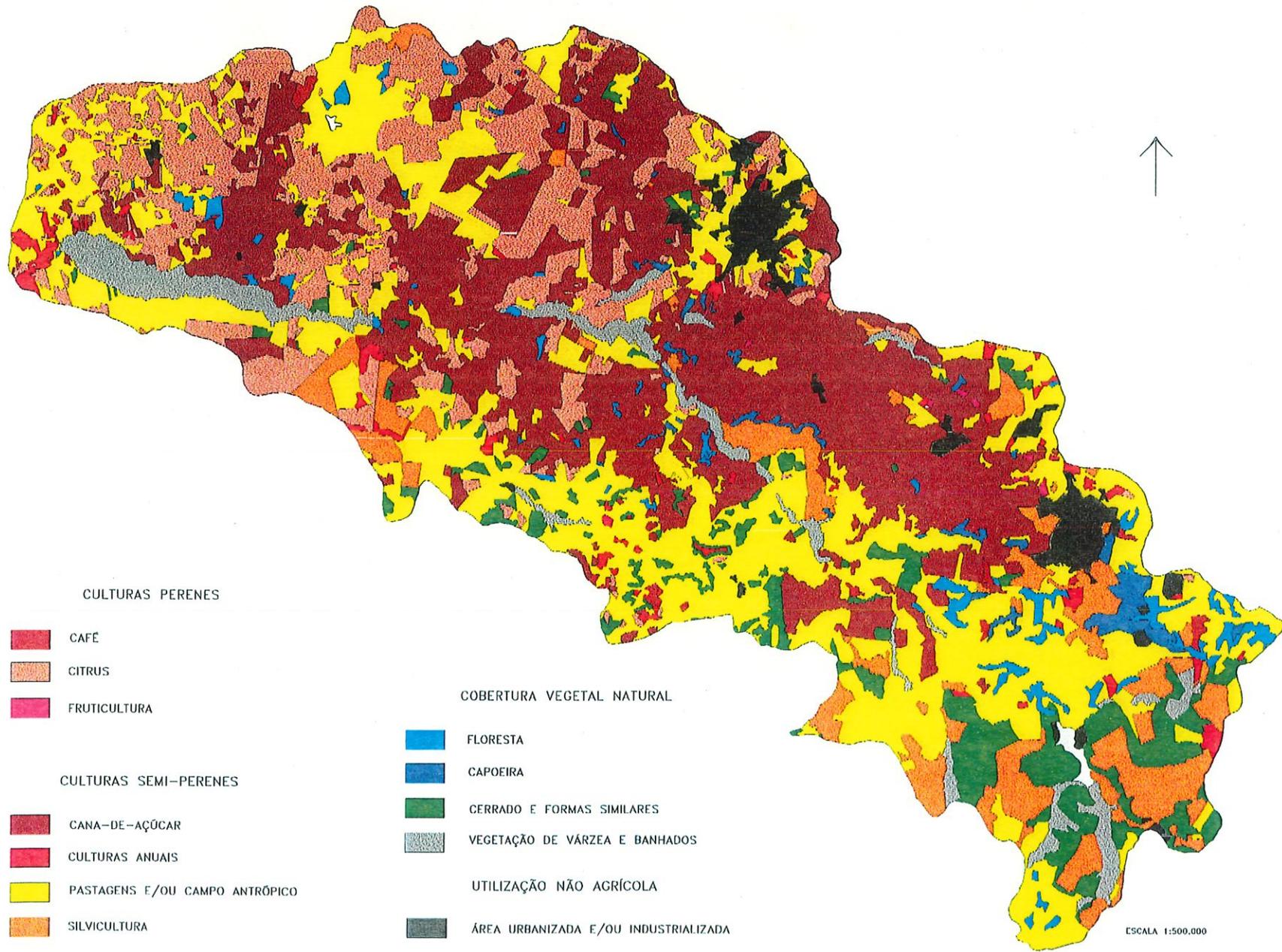
- 21°40'

- 21°50'

- 22°00'

- 22°10'

- 22°20'



CULTURAS PERENES

- CAFE
- CITRUS
- FRUTICULTURA

CULTURAS SEMI-PERENES

- CANA-DE-AÇÚCAR
- CULTURAS ANUAIS
- PASTAGENS E/OU CAMPO ANTRÓPICO
- SILVICULTURA

COBERTURA VEGETAL NATURAL

- FLORESTA
- CAÇOEIRA
- CERRADO E FORMAS SIMILARES
- VEGETAÇÃO DE VÁRZEA E BANHADOS

UTILIZAÇÃO NÃO AGRÍCOLA

- ÁREA URBANIZADA E/OU INDUSTRIALIZADA

ESCALA 1:500.000

Figura 12 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

Nessa categoria encontram-se na Bacia do Rio Jacaré-Guaçu, a cana-de-açúcar, hortifrutigranjeiros e ainda cultivos diversos mapeados sob a denominação generalizada de culturas anuais.

A preparação do solo pela aração e gradagem empregada neste tipo de cultura provocam desagregação do solo e a prática de capinas freqüentes faz com que o solo fique limpo, sem cobertura que o proteja. Além disso, a destruição da matéria orgânica e a erosão são favorecidas pela pequena cobertura do solo, e, com as colheitas ocorre uma grande retirada de elementos do solo, que associadas à prática comum de queimada dos restos de culturas, modificam as propriedades do solo.

8.2.2. Culturas Perenes

São todas as explorações cujo ciclo cultural não é estabelecido, variando em função das condições do meio ambiente, com duração de vários anos. Portanto, classificam-se como cultura perene as cultura de ciclo longo entre o plantio e a renovação dos talhões. Na área de estudo, este tipo de cultura corresponde às culturas de citrus, café e frutíferas.

Neste tipo de cultivo como a área coberta com as copas é maior passa a ocorrer uma maior proteção do solo pelo sombreamento e redução do impacto das gotas da água das chuvas. Como há exigência de arações e gradagens anualmente, a desagregação do solo é menor, e, o menor número de capinas faz com que os espaços entre as plantas fiquem mais recobertos que nas culturas temporárias, reduzindo a sua desagregação pela ação das chuvas e dos ventos.

8.2.3. Pastagens

Englobam-se nesta categoria todas as pastagens cultivadas considerando-se um limite de tolerância para o grau de degeneração das mesmas no que diz respeito à presença de ervas daninhas e arbustos invasores, até que se transformem em cobertura residual vegetal, que são áreas que não se enquadram nas

demais categorias, constituindo terras tomadas por vegetação espontânea, indefinida em densidade e sem objetivo econômico, como as em descanso ou abandonadas.

Além de representar uma melhor cobertura para o solo do que as culturas temporárias e permanentes, nas pastagens ocorre o retorno parcial de elementos minerais ao solo através das dejeções dos animais favorecendo o seu enriquecimento de matéria orgânica. Como a aração e gradagem ocorrem muito espaçadamente, a desagregação do solo decorrentes dessas estas práticas agrícolas são mínimas, e a ausência de capinas permite que o solo permaneça sempre recoberto.

Entretanto, embora em intensidade, as pastagens forneçam uma proteção ao solo contra os processos erosivos um pouco menor que as florestas, seu trato pode afetar esse seu valor como revestimento do solo contra a erosão, quando, um peso de gado muito grande pode acarretar uma vegetação excessivamente raleada e reduzida, e, conseqüentemente, uma diminuição na sua capacidade de proteção contra a erosão.

8.2.4. Cobertura Vegetal Natural e Reflorestamento

Nesta categoria, a cobertura natural compreende as floresta, capoeira, cerrado e formas similares e, vegetação de várzeas e banhados.

Os reflorestamentos são as formações florestais artificiais, disciplinadas e homogêneas, geralmente organizadas em grandes maciços quando para uso industrial, ou em talhões menores e isolados em propriedades agrícolas, denominadas também por silvicultura.

Como nestes tipos de coberturas vegetais não se aplicam práticas agrícolas que desencadeiam e/ou aceleram os processos erosivos, como arações e gradagens, nem mesmo a capinagem e colheitas anuais que deixam o solo descoberto e desprotegido, tem-se que estas, quanto a intensidade, representam o grau máximo de proteção do solo.

Por apresentarem a parte superior protegida pela copa das árvores e arbustos em diferentes alturas, e a superfície do solo, como folhas mortas, galhos secos e matéria orgânica em vários estágios de decomposição, com abundância de microorganismos, estes tipos de vegetações matam o solo poroso, com estrutura para absorver grandes quantidades de água, daí sua importância como reguladoras do escoamento do volume de água proveniente das chuvas, que degradam o solo, além da sua função hidrológica de reguladoras de nascentes.

8.2.5. Terras não Agrícolas

Sob esta denominação estão todas as áreas que não são ou não podem ser utilizadas para fins agrícolas como as áreas urbanas, estradas, rios, lagos e represas, afloramentos rochosos e terras fortemente erodidas, sem cobertura vegetal.

8.3. UNIDADES MORFODINÂMICAS

Neste trabalho, definidos os componentes, conforme os fundamentos teóricos metodológicos, seus respectivos atributos e mapas, tem-se que a partir desse conjunto de informações foram definidas as unidades que constituíram a base cartográfica para o estabelecimento das relações entre os elementos do meio físico.

Portanto, o conjunto de características, anteriormente analisadas e definidas através de mapas, sobrepostas (superpostas) resultaram no mapa composto (Figura 13), onde os elementos antes analisados de modo isolado das demais informações, passaram a representar partes integrantes destas e, assim, permitiram o estabelecimento de relações entre os diferentes tipos de atributos identificados na área definida para estudo.

Dessa forma, para a identificação das unidades morfodinâmicas foi estabelecida a correlação dos sistemas de relevo com a litologia, a cobertura superficial, o clima e o uso e ocupação do solo. Como resultado dessa análise, distinguiu-se as relações dos componentes físicos em cada sistema e as derivações provocadas pelas atividades antrópicas através das diferentes formas de uso e ocupação do solo.

Neste documento final (Figura 13), em função da associação entre as informações do quadro regional e sistema morfogenético, definiu-se de acordo TRICART (1977), três grandes tipos de meios morfodinâmicos: meios estáveis, meios intergrades e meios instáveis, fundamentadas no balanço pedogênese-morfogênese proposto por TRICART (1968) e nas classes básicas para diagnóstico de taludes definidas por ZUQUETTI (1981).

Em linhas gerais, de acordo TRICART (1968 e 1977), quando o modelado evolui lentamente uma vez que os processos morfogênicos atuam pouco, tem-se definido os meios estáveis. Quanto aos meios intergrades, cujo termo foi tomado do vocabulário geológico para designar uma transição, representam uma passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis, que por sua vez, caracterizam-se pela intensa ativação morfodinâmica que acaba por destruir rapidamente os solos preexistentes.

Dentro deste contexto, o autor acima citado, destaca a importância da cobertura vegetal para a análise mais efetiva da dinâmica do meio, uma vez que a presença de uma cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese, pode diagnosticar a estabilidade do meio, pois esta comporta mecanismos de compensação e auto-regulação.

Do mesmo modo que TRICART (1977), ZUQUETTI (1987) sugere que classificação dos meios quanto a estabilidade pode ser estabelecida em três

classes básicas, cujos princípios, embora aplicados à análise de vertentes, de modo geral, sintetizam os propostos por TRICART (1977).

Tais classes, estabelecidas através de uma abordagem realizada sob o ponto de vista qualitativo, assim como as propostas por TRICART (1977), correspondem às: Classe I: Áreas Estáveis; Classe II: Áreas Preliminarmente Estáveis; e, Classe III: Áreas Potencialmente Instáveis.

A partir dos fundamentos considerados por estes autores para a definição dos meios, tem-se a classificação dos meios em unidades morfodinâmicas em estáveis, intergrades e instáveis.

8.3.1. Meios Estáveis

As áreas estáveis são às que, à nível da escala adotada, não apresentam condições naturais desfavoráveis inadequadas.

Para tais áreas, caso sejam preservadas suas respectivas características naturais, não ocorrerão problemas quanto à estabilidade. Entretanto, cabe ressaltar que essas áreas poderão apresentar problemas se as atividades antrópicas modificarem grandemente as condições naturais.

Neste trabalho, estes meios correspondem às áreas em que as características do quadro natural não apresentam elementos desfavoráveis à estabilidade do meio e apresentam cobertura vegetal capaz de fornecer detritos à pedogênese.

Para as diversas variedades de meios estáveis identificados, o princípio da conservação deve ser o de manter a cobertura vegetal.

8.3.2. Meios Intergrades

As áreas que em algum ponto do seu total apresentam pelo menos um dos atributos desfavoráveis à estabilidade, correspondem às áreas preliminarmente estáveis, e, como tais dever-se-á evitar sua modificação no processo de ocupação.

Os meios intergrades, sendo mais delicados quanto aos aspectos do quadro natural, podem ter sua estabilidade comprometida e transformarem-se em meios instáveis quando a cobertura vegetal não representa a proteção necessária.

Nestes meios onde a instabilidade morfodinâmica, em função das características físicas, pode se desenvolver mais acentuadamente que nos meios estáveis, pode ser necessário recorrer à implantação de técnicas e estruturas para não desestabilizar o meio quando à estes são estabelecidos atividades que podem provocar instabilidade.

Na maioria dos casos, os controles biológicos como a adequação da cobertura vegetal às exigências do meio ou facilitar a manutenção da vegetal existente, são eficazes.

Cabe ressaltar que esse tipo de meio é bastante comum nas planícies inundáveis, pois nestas os episódios de instabilidade provocada pelas cheias alternam-se com os períodos de estabilidade, propícios à pedogênese. Entretanto, as contribuições das enchentes podem também ser mais freqüentes e não deixar tempo para que a pedogênese desenvolva-se muito no intervalo entre elas. Encontra-se esse mesmo tipo de processo em locais coluviais, ao pé de encostas.

8.3.3. Meios Instáveis

Quanto as áreas potencialmente instáveis, tem-se que estas apresentam diversos dos atributos naturais inadequados à estabilidade e, desse modo, qualquer

forma de uso poderá alterar a estabilidade existente. Nessa classe podem ser incluídas as áreas onde apenas um atributo seja desfavorável à estabilidade, desde de que este restrinja o uso da área para qualquer fim.

O conjunto dessas informações analisados para a área definida para este estudo, envolvendo aspectos que atuam no condicionamento morfodinâmico, e, por conseguinte, das limitações do meio físico ao uso, foram registrados no Mapa Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Jacaré-Guaçu (Figura 13), que corresponde à caracterização da área quanto à morfodinâmica, no sentido de diagnosticar suas potencialidades naturais e as alterações provocadas pela ação do homem, ou seja, no reconhecimento da evolução natural da paisagem e a evolução acelerada introduzida pela quebra do equilíbrio naturalmente estabelecido.

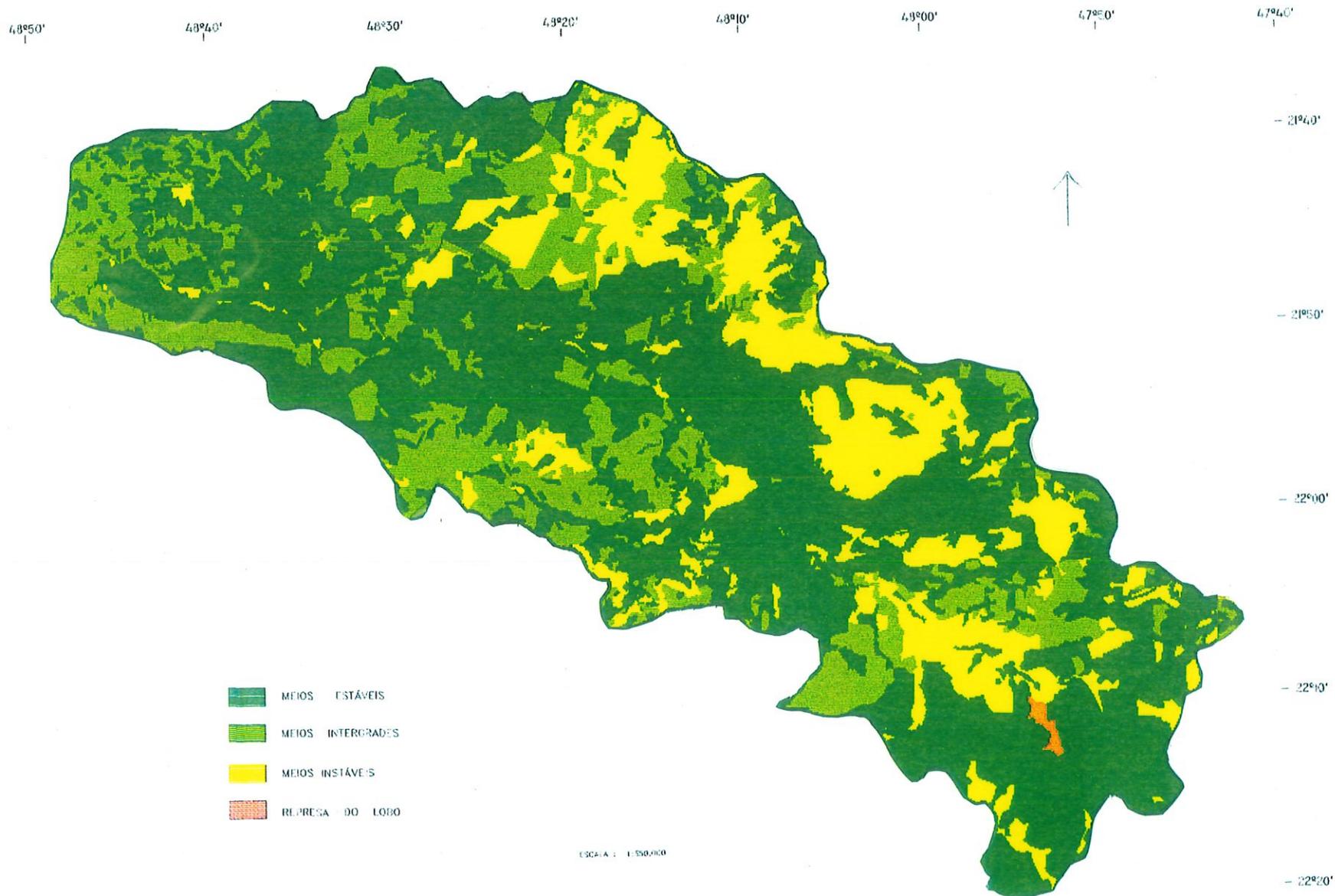


Figura 13 - UNIDADES MORFODINÂMICAS DA BACIA DO RIO JACARÉ-GUAÇU

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As questões ambientais embora sejam objeto de estudo das mais diversas áreas do conhecimento, onde em cada especialidade são destacados determinados aspectos, de modo geral, referem-se a situações de transformação das condições naturais que se manifestam de maneira real e potencial, resultantes das atividades antrópicas no seu esforço em explorar os recursos naturais para atender suas necessidades. Na maioria das vezes esta exploração, por prevalecer a componente econômica, resulta na alteração das características básicas do ambiente podendo comprometer suas qualidades e, conseqüentemente, prejudicar as condições de vida das gerações futuras.

Considerando como área de estudo uma bacia hidrográfica - Bacia do Rio Jacaré-Guaçu -, implicitamente se assume que é possível identificar seus elementos componentes e analisar as suas relações mais importantes desde que se entenda a bacia como um sistema.

Na aplicação da concepção sistêmica, considerou-se conforme destaca LIMA (1986), que, nada melhor que a área representada por uma bacia hidrográfica para exemplificar o seu funcionamento, cujas formas e processos em inter-relações possam ser, ao mesmo tempo, analisados como componentes de um todo, mas sem deixar de estarem ligados a um sistema maior, onde há constante troca de matéria e energia entre eles.

Os elementos de uma bacia hidrográfica, estão intimamente interligados em função da água que desempenha papel fundamental no clima, além de

parte integrante do solo e da vegetação e, ao mesmo tempo, a responsável direta pela manutenção das atividades produtivas desenvolvidas. Assim, a integração dos dados pertinentes à esse meio representa o meio mais adequado para estudos cuja finalidade seja fornecer subsídios ao planejamento ambiental, dando, a estes, consistência metodológica e facilitando a entrada de novos elementos em caso de interesse.

Portanto, conforme WALLING (1980), ...“a bacia hidrográfica é unidade da paisagem que melhor se ajusta aos objetivos de planejamento”.

Com relação à metodologia, este trabalho, embora fundamentado na proposta de TRICART (1977), emprega elementos de diversos outros autores no sentido de adaptar o trabalho à realidade regional.

Entretanto, embora TRICART (1977)), destaque que tal proposta seja válida para as grandes e pequenas escalas, permitindo a definição de estudos que comportam o estabelecimento de cartas em escalas de 1:20.000, 1:25.000, 1:50.000 e 1:250.000, neste trabalho, a escala de 1:250.000 adotada mostrou-se pouco adequada por não permitir a introdução das pesquisas mais detalhadas quanto aos processos morfogenéticos que, representando a ação dinâmica externa sobre as vertentes, são responsáveis pela esculturação das formas de relevo.

Dessa forma, embora para o desenvolvimento desta análise, tenha-se procurado estabelecer e cartografar as áreas de domínio dos processos morfodinâmicos, bem como avaliar a intensidade de atuação destes processos através da análise integrada definida a partir de uma série de elementos como geologia, clima, solo, aspectos geomorfológicos quanto à forma e aos processos como os fatores condicionantes dos processos erosivos, a análise deste trabalho desenvolveu-se a partir de dois conjuntos diferenciados de informações: um deles, representado pelos fatores básicos do meio físico, enquanto fornecedor das características geomorfológicas, geológicas, pedológicas e climáticas, o outro, por um dos principais fatores de instabilidade do meio que é o uso e ocupação do solo.

Entretanto, baseado no conceito de sistemas, estas informações permitiram o enfoque das relações mútuas entre os diversos componentes do meio, uma vez que este permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente. Como resultado dessa análise, distinguiu-se, em cada unidade morfodinâmica identificada, as relações dos componentes físico e as derivações provocadas pelas atividades antrópicas.

A apresentação deste trabalho sob a forma de mapas e tabelas permitiu constatar que os levantamentos e estudos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, bem das atividades antrópicas, constituem instrumentos fundamentais na análise e compreensão das feições, processos e fenômenos do meio físico e de suas interrelações.

Os documentos cartográficos elaborados e interpretados juntamente com o apoio de uma bibliografia adequada, visaram possibilitar a compreensão da dinâmica ambiental da área de estudo.

Uma vez que a exploração dos recursos naturais apresenta, por vezes, como conseqüência, modificações do sistema morfodinâmico, a conservação se justifica não por ela mesma, mas para evitar os efeitos induzidos pelas atividades antrópicas e, assim, o conhecimento das alterações já produzidas no meio em suas diferentes formas, como as evidenciadas neste trabalho, podem ser de grande interesse como base para os planejamentos conservacionistas, pois indicam não apenas a maior ou menor modificação imposta ao meio, mas também, podem orientar as práticas conservacionistas necessárias para o restabelecimento do equilíbrio ambiental.

Embora a classificação morfodinâmica possa não ter um caráter permanente, pois as modificações naturais sofridas ou a introdução de novas atividades e práticas de manejo podem deslocar um meio de uma para outra classe, esta avaliação definida nas condições existentes por ocasião do levantamento não

diminui sua importância, pois a análise das interações entre os vários elementos do meio ambiente, orienta a própria possibilidade de implantação ou não destas atividades ao comportar informações necessárias à orientação ao planejamento da ocupação e uso deste.

Para diversos meios identificados na área de estudo, o princípio da conservação deveria ser o de manter ou implantar uma cobertura vegetal densa com efeitos equivalentes àqueles da cobertura vegetal natural. Alguns setores impróprios para cultivo, através de práticas como o reflorestamento, poderiam ser colocadas dentro de um esquema lucrativo, enquanto que, para diversas outras áreas a substituição do tipo de cultivo seria mais eficiente para assegurar seu equilíbrio. Estes aspectos mostram que o método de investigação ambiental desse trabalho permite determinar as áreas às quais seria conveniente suas respectivas aplicações.

A estes aspectos pode-se associar os problemas de conservação da água relacionados com sua quantidade e qualidade. A urbanização e a industrialização embora sejam responsáveis pela diminuição e poluição da água, não são as únicas causas, pois o desflorestamento, a erosão, as enchentes e a diminuição do nível do lençol freático são também problemas relacionados com a conservação da água e, o problema dessa conservação não pode ser resolvido independente da conservação dos outros elementos do meio. O volume de água disponível sempre estará na dependência da água da chuva que cai, porém a quantidade de água que escorre na superfície ou vai abastecer o lençol subterrâneo está relacionada com a camada superficial do solo que, alterado, passa a comprometer o potencial hídrico da bacia.

Diante disso decorre que, tanto do ponto de vista fundamental como sob o aspecto prático, há necessidade de se estabelecer uma análise dos tipos de meios ambientes fundada no seu grau de estabilidade-instabilidade morfodinâmica, pois, conforme TRICART (1977), essa maneira de abarcar o estudo responde às exigências de uma conservação-restauração dinâmica dos recursos ecológicos.

Dessa forma, acreditamos que os trabalhos desta natureza podem ser de muito interesse aos estudos ambientais como instrumentos de diagnóstico, e conseqüentemente básicos para se estabelecer prognósticos, diretrizes à ocupação e de uso da terra, planejamento territorial entre outros, uma vez que este pode atuar como um instrumento analítico que possibilita tomar medidas preventivas e/ou corretivas no âmbito do quadro ambiental e através dos quais pode-se procurar o estabelecimento do equilíbrio entre as atividades antrópicas e as particularidades do meio.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, nº. 41, 1964.
- AMARAL, A.Z. & AUDI, R. Fotopedologia. in: Elementos de Pedologia - coordenado por Moniz, A.C. Polígono. Ed. da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1972.
- BEEK, K.J. & BENNEMA, J. Land Evaluation for Agricultural Land Use Planning: an Ecological Methodology. The Netherlands: ITC - Enschede, 1982.
- BERTONI, J. O Espaçamento dos Terreços em Cultura Anuais, Determinado em Função das Perdas por Erosão. Bragantia, Campinas, SP, 18: 113-140, 1959.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. Livroceres. Piracicaba, 1985.
- BIGARELLA, J.J. & MIZUCHOSKI, J.Z. Visão Integrada da Problemática da Erosão. Simpósio Nacional de Controle de Erosão. ABGE ADEA. Anais. Maringá/PR. 1.985. pp.332.
- BORIN, S.R. Análise da Evolução das Manchas de Areia em Função da Atividade Agropecuária na Região Sudoeste do Rio Grande do Sul, no Período de 1964 e 1986, Utilizando-se o Sistema de Informação Geográfica Geo-Inf + Map. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências

Exatas da Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho" - Campus de Rio Claro/SP, 1992.

BRANCO, S.M. Ecosistêmica - Uma abordagem integrada dos Problemas do Meio Ambiente. São Paulo. Ed. Blucher, 1989.

BUENO, Célia Regina Paes. Zoneamento da Susceptibilidade à Erosão dos Solos da Alta e Média Bacia do Rio Jacaré-Pepira-SP, com vistas ao Planejamento Ambiental. Tese de Doutorado no curso de Geociências na área de concentração em Geociências e Meio Ambiente. IGCE-UNESP- Rio Claro - SP. 1994.

CESP - IPT - Encontro Técnico CESP-IPT - O Meio Físico nos Estudos Ambientais de Projetos Hidrelétricos. 1994.

CHIARINI, J.V. Classificação das terras de acordo com a sua Capacidade de Uso. in: Elementos de Pedologia - coordenado por Moniz, A.C. Polígono. Ed. da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1972.

CHIARINI, J.V. et all. Uso Atual das Terras do Estado de São Paulo. Boletim Técnico nº. 37. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo - Coordenadoria da Pesquisa Agropecuária - Instituto Agrônômico. Dez. 1976

CHRISTOFOLETTI, A. & TAVARES, A.C. Análise de Vertentes: Caracterização e Correlação de Atributos de Sistemas. Notícia Geomorfológica. vol. 17 - nº. 34. Campinas. dez./1977. pp. 65-83.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Ed. Edgar Blücher. São Paulo, 1980 (2ª edição)

CHRISTOFOLETTI, A. et alii. Contribuição à Análise Morfométrica das Regiões das Bacias do Jequitinhonha e Extremo Sul no Estado da Bahia. Notícia Geomorfológica. vol. 21 - nº. 41. Campinas. jun./1981. pp. 61-83.

_____, Análise de Sistema em Geografia. HUCITEC. 1979.

_____, Depósitos Sedimentares e Formas topográficas nos Canais e nas Planícies de Inundação. Notícia Geomorfológica. vol. 18 - nº. 36. Campinas. dez./1978. pp. 03-56.

DONNÉ, S.S.B. Mapas Geomorfológicos e suas Legendas - Uma Contribuição para Estudos Analíticos. Notícia Geomorfológica. vol. 21 - nº. 41. Campinas. jun./1981. pp. 85-110.

DREW, D. Processos Interativos Homem-Meio Ambiente. São Paulo. Difel, 1986.

FERREIRA, M.C. Fundamentos para a Utilização do Sistema de Informação Geográfica IDRISI. Cadernos de Teoria e Aplicações de Sistemas de Informação Geográfica. nº. 1, abril, 1994.

FUNDAÇÃO IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE ESTATÍSTICA:
Departamento de Censos. Censo Demográfico - São Paulo. Rio de Janeiro, 1970, 1980 e 1991.

GALETI, P. A. Conservação do Solo; Reflorestamento; Clima. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1973.

GIOMETTI, A.B.R. Contribuição ao Diagnóstico e Macrozoneamento da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira - SP. Dissertação de mestrado apresentada no Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP - Campus de Rio Claro - SP, 1.993. pp. 188.

- GONDIN, Pedro Monteiro. Proteção ao meio ambiente pelas técnicas prospectivas de riscos. Anais I congresso brasileiro de defesa do Meio Ambiente. vol 2. 1982. pp.351-370.
- GREGORY,K.L. & WALLING,D.E. Drainage Basin Form and Process - A Geomorphological Approach. Great Britain. Edward Arnold, 1973.
- GUERRA, Antonio José Teixeira. Meio Ambiente: Uma revisão bibliográfica. Rev. Bras. de geografia. Ano 42, vol.4. 1980. pp. 878-883.
- _____, Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro. IBGE, 1980.
- HOWARD, A.D. Equilíbrio e Dinâmica dos Sistemas Geomorfológicos. Notícia Geomorfológica. v. 13 - nº.26, dez. 1973. pp. 03-20.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. IPT/DMGA, 1981. vol. 1 e 2 (IPT, Monografia 5)
- KASSAS et all. Estratégia Mundial para a Conservação: a conservação dos recursos vivos para um desenvolvimento sustentado. IUCN. II SP, CESP, 1984. II 1v.
- LAUDE, R.A. El Paisagem Integrado y su Utilización en la Planificación Territorial y Desarrollo Regional. Revista geográfica de Valparaíso, v.18, 1987.
- LÉLIS, Espartel. Curso de Topografia. Ed. Globo. Rio de Janeiro, 1989. (9ª edição).
- LEPSCH, I. F. et. al. Manual para Levantamento Utilitário do meio Físico e Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso. 4ª. Aproximação. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. pp 175.

- LIMA, W.P. Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacia Hidrográficas. Piracicaba:USP/ESALQ, 1986.
- LOMBARDI NETO, F. & MOLDENHAUER,W.C. Erosividade da Chuva; sua Distribuição e Relação com Perdas de Solo em Campinas, SP. In: Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo, 3., Recife, 1980. Anais Fl. 13-A.
- LOMBARDI NETO et. al. Potencial de Erosão das Chuvas do Estado de São Paulo. In: Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo, 3., Recife, 1980. Anais.
- MACAGNAN, Vilma Lúcia. Variação da Cobertura Vegetal e seus Reflexos na Erosão Superficial. Dissertação apresentada no curso de pós-graduação em Geografia. UNESP-Rio Claro. 1990.
- MAINOM, Dalia. Administração do Meio Ambiente: algumas considerações. Rev. Bras. de geografia. Ano 42, vol.1 pp 135-146. 1980.
- MATOS, I.S. Aplicação de um Modelo de Balanço Hídrico na Bacia do Rio Jacaré-Guaçú - SP. Dissertação de mestrado apresentado à Escola de Engenharia de São Carlos - USP. São Carlos/SP, 1.987. pp.189.
- MATTOS, A. Método de Previsão de Estiagens em Rios Perenes Usando Poucos Dados de Vazão e Longas Séries de Precipitação. Tese de Doutorado apresentada junto ao Departamento de geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos - USP. São Carlos, 1982.
- MERICO, L.F.K. Mapeamento Geomorfológico e Geotécnico como Base para o Planejamento do Município de Brusque - SC. Dissertação de Mestrado na área

de concentração: Análise Ambiental, apresentada Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus de Rio Claro SP. 1989.

MONIZ, A.C. (Coord.). Elementos de Pedologia. Polígono, Ed. Univ. São Palo. São Paulo. 1972.

MONTEIRO, C.A. de F. A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: Estudo Geográfico. São Paulo: Instituto de Geografia-USP, 1973. 130p.

MOTA, F.S. da. Meteorologia Agrícola. São Paulo, Nobel, 1976.

OMETTO, J. C. Bioclimatologia Vegetal. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981.

NIMER, E. Descrição, Análise e Interpretação Conceitual do Sistema de Classificação de Climas de C.W.Thornthwaite. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 39(1). jan./mar. 1977. pp. 87-109.

_____. Um Modelo Metodológico de Classificação de Climas. Revista Brasileira de Geografia. Ano 41, nº. 4 - out.- dez. Rio de Janeiro, 1979 pp. 59-89

NOVAES PINTO, Maria. Análise Ambiental na APA do São Bartolomeu-DF. in: III simpósio de geografia Física Aplicada. Vol.1 Nova Friburgo - RJ 1989. pp.01-10

PENHA, hélio Monteiro. A Importância da geomorfologia no Planejamento Ambiental - Uma breve apreciação. Anais do I workshop de geociências. 1992. UFRJ. pp. 167-172.

- PENTEADO-ORELLANA, Maria Margarida, et. al. O impacto Ambiental do Crescimento Urbano de Brasília: Uma metodologia de Trabalho. Anais I congresso brasileiro de defesa do Meio Ambiente. vol 2. pp.535-543.
- PEREIRA, G.C. Sistemas de Informações Geográficas para Planejamento Urbano. Seminário Anual de Pós-Graduação em Geografia. UNESP - IGCE, Rio Claro, 1995 (resumos).
- PONÇANO, W.L. & CRISTOFOLETTI, A. Procedimentos Estimativos para Taxas de Pluvial em Regiões Tropicais. 4º. Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília - SP, 1987. (Anais).
- POPP, J.H. Geologia Geral. Rio de Janeiro; São Paulo. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora. 1988.
- PRANDINI, F.D., FREITA, C.G.L. de, NAKAZAWA, V.A. A Cartografia Geotécnica na Prevenção e Mitigação dos Impactos Ambientais. Anais do I workshop de geociências. 1992. UFRJ. pp. 173-180.
- PROCHNOW, M.C.R. Análise Ambiental da Sub-bacia do Rio Piracicaba: Subsídios ao seu planejamento e Manejo. Tese de mestrado apresentada junto ao IGCE-UNESP - Rio Claro. 1990.
- RANZANI, G. Manual de Levantamento de Solos. Ed. Edgar Blücher Ltda. Ed. da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1969.
- REMENIERAS, G. Tratado de Hidrologia Aplicada. Barcelona. Editores Técnicos Associados, S/A, 1971
- ROMA, W.N.L. & MATTOS, A. Bacia Representativa do Rio Jacaré-Guaçu, SP. In: V Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos.

Anais: RBE-Revista Brasileira de Engenharia. Blumenau/SC. 1.983.
pp.195/219.

ROSS, J.L.S. A Participação da Geomorfologia nos Diagnósticos Ambientais.
In: Simpósio de Geografia Física Aplicada. Anais Nova Friburgo/RJ. 1.989.
pp.175/188.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia - Ambiente e Planejamento: O Relevo no Quadro
Ambiental; Cartografia Geomorfológica; Diagnósticos Ambientais. Ed.
Contexto. São Paulo, 1991 (2ª edição). Coleção Repensando a Geografia.

_____, Geomorfologia - Ambiente e Planejamento: O Relevo no Quadro
Ambiental, Cartografia Geomorfológica e Diagnóstico Ambiental. Ed. Contexto.
São Paulo, 1991. (Coleção Repensando a Geografia)

SANTOS, M.J.Z. Tendências das Chuvas no Noroeste Paulista e Problemas Ligados
com as Pesquisas em Climatologia Agrícola. Boletim Geografia Teórica. vol.
23. nº. 45-46, 1993. (anais) pp. 39-45.

SÃO PAULO. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas - Departamento de Águas e
Energia Elétrica. DAEE. Estudos de Águas Subterrâneas: Região Administrativa
6 - Ribeirão Preto. Dez. 1974.

SÃO PAULO, Plano Estadual de Recursos Hídricos - Programa de Levantamento de
Dados e Informações. Inventário dos Postos Hidrométricos Operados pelo
DAEE. Março 1991.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Plano Estadual de
Recursos Hídricos: Primeiro Plano de estado de São Paulo - Síntese. São Paulo.
DAEE, 1990.

SILVA, J. & SOUZA, M. J. L. de. Análise Ambiental. Rio de Janeiro. UFRJ. 1987.

SWAMI, S.M. & MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo. Megraw-Hill do Brasil. 1975.

TUBELIS, A. & NASCIMENTO, F. J. L. do. Meteorologia Decritiva: Fundamentos e Aplicações Brasileiras. São Paulo, Nobel, 1983.

TRICART, J. A Geomorfologia nos Estudos Integrados de Ordenação do Meio Físico. Boletim Geográfico Bras. de geografia. nº. 251, IBGE. 1976.

_____, Ecodinâmica. FIBGE - SUPREN, Rio de Janeiro. 1977.

XAVIER da SILVA, J. Geografia e Ambiente. III Simpósio de Geografia Física Aplicada. vol.II. Nova Friburgo. RJ. 1989.

ZUQUETTI, L. Mapeamento Geotécnico Preliminar na Região de São Carlos. Dissertação de Mestrado apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos - USP. (Vol. I) São Carlos, 1981.

_____, Análise Crítica da Cartografia Geotécnica e Proposta Metodológica para Condições Brasileiras. Tese de Doutorado apresentada junto ao Departamento de geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos - USP. Vol. I, II e III. São Carlos, 1987.