

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS

“ANÁLISE AMBIENTAL VOLTADA AO PLANEJAMENTO E
GERENCIAMENTO DO AMBIENTE RURAL:
ABORDAGEM METODOLÓGICA APLICADA AO
MUNICÍPIO DE LUIZ ANTONIO - SP.”

JOSÉ SALATIEL RODRIGUES PIRES

SÃO CARLOS - SP

1995

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

**“ANÁLISE AMBIENTAL VOLTADA AO PLANEJAMENTO E
GERENCIAMENTO DO AMBIENTE RURAL:
ABORDAGEM METODOLÓGICA APLICADA AO MUNICÍPIO DE
LUIZ ANTONIO - SP.”**

JOSÉ SALATIEL RODRIGUES PIRES

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências, área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

SÃO CARLOS - SP

1995

PIRES, J.S.R.

“Análise Ambiental Voltada ao Planejamento a Gerenciamento do Ambiente Rural: Abordagem Metodológica Aplicada ao Município de Luiz Antonio - SP.”

166 p.; il., figuras, fotografias, tabelas e gráficos.

Tese - Universidade Federal de São Carlos

Palavras Chave: 1. Análise ambiental, 2. Qualidade ambiental, 3. Riscos ambientais, 4. Planejamento do meio rural, 5. Bacias hidrográficas, 6. Degradação ambiental, 7. Usos do Solo.

I. PIRES, J.S.R. II. Título.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo dos Santos

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - OBJETIVOS.....	13
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1. Área de Estudo.....	15
3.2. A análise ambiental da Área de Estudo.....	18
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
Unidade de Gerenciamento - Bacia Hidrográfica.	39
Caracterização da AE conforme os Usos do Solo.....	43
Caracterização e riscos sobre o componente Solos.	50
Caracterização e riscos sobre o componente Água.	70
Caracterização e riscos sobre o Componente Biota.	86
Considerações sobre as condições ambientais da AE.....	115
Considerações de manejo para a conservação dos componentes ambientais da área de estudo – Proposta de Zoneamento.	127
5 - CONCLUSÕES.....	141
6 - NECESSIDADE DE FUTUROS TRABALHOS.....	145
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
ANEXO I.....	I
ANEXO II.....	V
ANEXO III.....	IX
ANEXO IV	XIV

ILUSTRAÇÕES
LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização da Área de Estudo (AE) – Município de Luiz Antônio, SP. UG – Unidades de Gerenciamento (Micro-Bacias Hidrográficas).....	16
FIGURA 2 - Principais usos do solo e suas possíveis interferências no ciclo hidrológico	41
FIGURA 3 - Carta de Uso e Ocupação do Solo na Área de Estudo (AE).	44
Figura 4 - Bloco-diagrama representativo das formas de relevo da Área de Estudo.....	55
FIGURA 5 - Carta Hipsométrica da Área de Estudo (AE).	57
FIGURA 6 - Carta Clinográfica (Declividades) da Área de Estudo (AE).	58
FIGURA 7 - Carta de Riscos de Erosão de Solos da Área de Estudo (AE).....	60
FIGURA 8 - Carta de Solos (Pedologia) da Área de Estudo (AE).....	62
FIGURA 9 - Carta de Riscos de Deslizamento de Encostas na Área de Estudo (AE).....	69
FIGURA 10 - Carta hidrológica da Área de Estudo (AE).....	71
FIGURA 11 - Cronosequência da degradação da mata ripária e banhado após a implantação de cultivo próximo a um córrego (explicação no texto).	76
FIGURA 12 - Carta-síntese da análise de riscos de degradação dos córregos. Áreas críticas de risco, onde há uma soma de todos os riscos envolvidos, estão presentes em 7.620 metros, envolvendo 18 trechos de córregos.	84
FIGURA 13 - Carta de fragmentos de vegetação natural encontrados na Área de Estudo (EA), por código numérico e Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER).	89
FIGURA 14 - Apresentação gráfica da proporção entre fragmentos (ha) em diferentes graus de Vulnerabilidade Ecológica Relativa, nas Unidades de Gerenciamento.	120
Figura 15 – Carta síntese dos riscos e impactos ambientais que ocorrem na Área de Estudo.....	125
FIGURA 16 - Esquema simplificado do gradiente de complexidade ambiental.	131
FIGURA 17 - Proposta de Zoneamento para a Área de Estudo (AE).	135
FIGURA 18 - Representação gráfica da alteração de uso do solo frente ao zoneamento proposto.	140

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Terminologia adotada para análise de riscos de deterioração da qualidade de águas superficiais. Usos do solo e tipos de risco sobre os sistemas aquáticos.	27
TABELA 2 - Pesos relativos utilizados para cálculo da diversidade das UGs.....	28
TABELA 3 - Critérios determinados para avaliação do grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER).	30
TABELA 4 - Usos do solo (fontes de risco) e principais riscos sobre fragmentos.....	31
TABELA 5 - Área das Unidades de Gerenciamento em hectares e percentuais.	42
TABELA 6 - Principais córregos que definem as Unidades de Gerenciamento.....	43
TABELA 7 - Uso do Solo identificados na Área de Estudo (AE) (Município de Luiz Antonio - SP).....	45
Tabela 8 - Atividades desenvolvidas na Área de Estudo e impactos e riscos ambientais associados.	48
TABELA 9 - Classes de declividade, em área (ha) e porcentagem relativa.....	56
TABELA 10 - Tipos de solos (Pedologia), suas áreas e respectivas percentagens em relação à AE.	61
TABELA 11 - Quadro síntese dos resultados da análise de desperenização de córregos na área de estudo.....	82
TABELA 12 - Quadro síntese da análise de riscos de degradação da qualidade da água na AE. Descrição dos riscos e comprimento de trechos de córregos por risco verificado.....	83
TABELA 13 - Conversão de áreas naturais para usos antrópicos por UG.....	87
TABELA 14 - Forma de fragmentos e possíveis implicações ambientais.	100
TABELA 15 - Número de fragmentos segundo seu Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa determinados para AE.	101
TABELA 16 - Abordagens de manejo para manutenção da biodiversidade de fragmentos de áreas naturais (FORMAM & GODRON, 1986; KAPOS, 1989; SAUNDERS et al., 1993; VIANA et al., 1992 e 1995; FORMAM, 1993; e MEFFE & CARROLL, 1994).	103
TABELA 17 - Área (ha) dos fragmentos ou parcelas dos mesmos, encontrados em cada UG, segundo a Vulnerabilidade Ecológica Relativa.	121
TABELA 18 - Alteração dos usos do solo frente ao zoneamento proposto.....	139

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTO 1 - Detalhe de deslizamento de encosta na Zona de Instabilidade.....	68
FOTO 2 - Vista panorâmica da Zona de Instabilidade.	68
FOTO 3 - Área de banhado “recuperada para a agricultura”.	74
FOTO 4 - Entrada lateral de sólidos em área de banhados (vista aérea).....	80
FOTO 5 - Aplicação aérea de agrotóxicos, prática agrícola comum na Área de Estudo.....	80
FOTO 6 - Utilização de fogo antes da retirada da safra de cana-de-açúcar.....	81
FOTO 7 a - Aspecto de fragmentos do tipo “ilha” encontrados na Área de Estudo.	106
FOTO 7 b - Aspecto de fragmento do tipo “corredor” encontrado na AE.....	106
FOTO 8 - Aviões agrícolas em abastecimento para aplicação de agrotóxicos.	108
FOTO 9 - Deriva de agrotóxicos após aspersão aérea - ao fundo “névoa”de agrotóxicos atingindo a mata ripária do rio Mogi-Guaçu.....	109
FOTO 10 a – Área de vegetação natural atingida pelo fogo.	111
FOTO 10 b – Detalhe do dano em vegetação atingida pelo fogo.	112
FOTO 11 - Fogo em vegetação plantada (silvicultura).....	113
FOTO 12 - Vista de estrada-aceiro. Estes aceiros não são de tamanho suficiente para evitar a passagem do fogo entre a cultura de cana e os fragmentos de vegetação.....	113
FOTO 13 - Vista do depósito de resíduos sólidos da Cidade de Luiz Antônio.....	122
FOTO 14 - Formação de “espuma” em local a jusante da ETE da Cidade de Luiz Antônio (1 km), denunciando a entrada excessiva de produtos químicos no córrego.....	123
FOTO 15 - Vista da erosão por voçorocamento - (a) detalhe da profundidade;	123
FOTO 15 b- Vista aérea da erosão por voçorocamento - detalhe da extensão.....	124
FOTO 15 c - Vista da erosão por voçorocamento - Vista terrestre.	124

Observação: Com exceção da FOTO 5, todo o material fotográfico utilizado para ilustrar este trabalho foi obtido entre maio e novembro de 1995, sendo de responsabilidade do autor.

RESUMO

Os recursos naturais situados nas áreas rurais brasileiras têm sido, via de regra, utilizados de forma inadequada considerando os aspectos ecológicos envolvendo sustentabilidade do uso e manutenção da biodiversidade dos ecossistemas. Esta situação é produto tanto de condicionantes de mercado como da falta de consciência dos tomadores de decisão a cerca dos riscos e impactos futuros, derivados da degradação dos componentes ambientais, cujas funções dão suporte as atividades produtivas humanas. Este trabalho, mostra por meio de metodologias conceituais relativamente simples aplicadas no Município de Luiz Antonio (SP), que a análise ambiental pode ser de grande utilidade na classificação dos elementos da paisagem, permitindo que possam ser aplicadas no processo de zoneamento e planejamento de áreas rurais. A partir da formulação de metodologias de análise, utilizando-se de dados secundários e com o auxílio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG-IDRISI), foram analisados os componentes ambientais solos, água e biodiversidade (fragmentos de área natural) dentro de oito Micro-Bacias Hidrográficas, consideradas como Unidades de Gerenciamento. Este processo de análise permitiu verificar e relacionar usos do solo e as ameaças de degradação ambiental decorrentes dos mesmo dentro de cada Unidade de Gerenciamento. A partir da síntese destas análises foi possível propor medidas de controle ambiental e proteção da biodiversidade em níveis local e regional. Embora exista a necessidade de adequação metodológica a partir de estudos envolvendo equipes multidisciplinares e coleta de dados primários, este trabalho mostra a importância de analisar as condicionantes ambientais de desenvolvimento no meio rural, assegurando assim que os recursos naturais sejam utilizados de forma sustentável.

ABSTRACT

The natural resources of Brazilian rural areas has been utilized does not involved ecological aspects of use sustainability and ecosystems biodiversity. This situation is a result of the market conditions like a decision makers conscientiousness about future risks and impact deriving from environmental degradation. Through conceptual approach applied to Luiz Antonio (SP) municipal district, this work shows that Environmental Analysis can be a excellent tool for landscape elements classification concerned to rural zoning and planning proposals. In the study area has been delineated 08 functional landscapes units related to 08 different watersheds and analysed the environmental components (soil, water and biodiversity) through secondary sources of data combined with the use of the GIS-IDRISI. This work shows the essential role of the environmental conditions analysis for rural areas development to accomplish natural resources sustainability utilization. It was considered the need of a multidisciplinary team and an ideal data inventory based in field investigations.

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que contribuíram para que este trabalho fosse executado. Algumas envolveram-se diretamente no assunto e colaboraram com sugestões, leituras e discussões, ou empenho nas tarefas de campo e laboratório. Outras, não menos importantes, facilitaram seu desenvolvimento por meio de concessões, compreensão e paciência. A todas devo minha gratidão, pois sem elas não poderia tê-lo realizado. Cito nominalmente especial agradecimento:

ao Prof. Dr. José Eduardo dos Santos, por ter proporcionado a oportunidade e dividido seu espaço, além de seu empenho na orientação de todas as fases deste trabalho, estímulo, confiança, paciência e pela honra da amizade;

à Profa. Dra. Maria Victória Ramos Ballester pelos ensinamentos nos primeiros passos do SIG-IDRISI;

ao Prof. Dr. Felisberto Cavalheiro, pela prontidão em atender às dúvidas e sugestões e críticas construtivas;

aos componentes da Banca Examinadora pela participação na análise deste documento;

ao Biólogo Carlos Henk-Oliveira, que colocou seus conhecimentos computacionais à disposição e pelas discussões na reta final deste trabalho; e aos demais colegas de laboratório pela convivência harmoniosa;

aos Professores do Departamento de Hidrobiologia da UFSCar, cujo espírito de coleguismo contribuiu para o desenvolvimento desta tese neste último ano, em especial ao Prof. Dr. Nivaldo Nordi por assumir integralmente as responsabilidades que dividimos;

à MSc. Iara M. Félix e ao pessoal da Imagem Sensoriamento Remoto (São José dos Campos) pelas informações e apoio na correção da imagem Landsat; e a Profa. Dra. Evlyn Novo do INPE, pela troca de idéias e crítica da interpretação da mesma;

ao Prof. Dr. Marcos A. Marins pelo apoio e companheirismo junto ao Centro de Pós-Graduação da Universidade de Sorocaba,

ao Prefeito Municipal de Luiz Antonio, Dr. Isaías Leão, e a todo pessoal da Prefeitura e da Casa da Agricultura, pelo atendimento cortez e informações prestadas;

aos Técnicos da Estação Ecológica de Jataí, em especial ao Sr. Horácio e ao Tião pela prontidão em receber, auxiliar e pela conversa amigável e atenciosa; ao Sr. Benedito Masseti - Ditão, técnico do DHB (Foto 15), pelo ânimo, paciência e habilidades no trato pessoal e contorno das adversidades de campo e ao pessoal atencioso da Secretaria do PPG-ERN, Graça, Rosely, João, Dú e Renata pela compreensão e auxílio;

ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, pela oportunidade, e ao CNPq pela bolsa de estudos;

à Profa. Anésia Palandri, por insistir na educação e por ensinar a pensar; e aos meus filhos e Membros das Famílias PIRES, CATOJO, MORENO, e demais amigos, pela paciência na ausência e pelo inestimável apoio nestes últimos anos;

à Adriana Maria, pelo desdobramento de todos estes anos, assumindo responsabilidades profissionais e familiares, sem a qual não teria tempo e tranquilidade para executar esta tarefa; e pelas sugestões, leituras, correções e editoração de mapas e textos.

Para

**Adriana, Adriana Helena e Rodolfo.
À primeira pelo carinho, companheirismo,
paciência e apoio a tudo que foram os
últimos 15 anos.
Aos segundos, por existirem.**

**“Se planejas para um ano, plante arroz,
Se planejas para dez anos, plante árvores,
Se planejas para uma centena de anos , eduque os Homens”.**

KUAN - TZU

1 - INTRODUÇÃO

A sobrevivência e o bem estar da sociedade humana são totalmente dependentes da biosfera, uma fina camada de ar, água e solo que rodeia o globo terrestre e na qual a vida está concentrada. Esta camada não tem mais que 20 km de espessura, representando não mais que 0,3 % do diâmetro do planeta, e providencia satisfação para todas as necessidades fisiológicas para a vida, incluindo: oxigênio, água, alimento e várias formas de energia e materiais. Ao mesmo tempo que atende as nossas necessidades básicas de alimentação, água, vestimenta, moradia e lazer através do fornecimento de recursos naturais, a biosfera providencia muitos serviços essenciais que são indispensáveis para o homem, como a manutenção da qualidade da atmosfera, o equilíbrio climático, regulação do ciclo hidrológico, assimilação de resíduos, reciclagem de nutrientes, gênese de solos, polinização de plantas, manutenção de vasta quantidade e qualidade de material genético, e muitos outros processos que suportam a vida (DE GROOT, 1992).

As “funções ambientais” que fornecem bens e serviços ao homem podem ser categorizadas como funções de regulação, de suporte, de produção e de informação (DE GROOT, 1986; 1992). As funções de regulação relacionam-se à capacidade dos ecossistemas em regular os processos ecológicos essenciais e os sistemas de suporte de vida, que por sua vez contribuem para a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos ambientais como o ar, a água, e o solo. As funções de suporte dizem respeito ao espaço físico oferecido pelos sistemas naturais e semi-naturais para as atividades humanas como habitação, cultivo, recreação e circulação. Funções de produção são providenciadas pelos recursos naturais relacionados à estrutura do ecossistema como água, alimento, solos, minérios, clima, fontes de energia e materiais genéticos, utilizados para a produção humana. As funções de informação dos ecossistemas são as que contribuem para a manutenção da

José Salatiel Rodrigues Pires

saúde mental do homem, providenciando oportunidades de reflexão, enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo e experiência estética.

A disponibilidade destes bens e serviços é controlada e sustentada por processos ecológicos que estão operando em ecossistemas naturais ou semi-naturais como florestas, pastagens, lagos, oceanos, campos cultivados, desertos, geleiras, e muitos outros ecossistemas que compõem a biosfera. O tamanho destes sistemas pode variar de centenas de quilômetros quadrados, como florestas tropicais ou geleiras, até pequenas áreas isoladas de poucos metros quadrados. Independente do tamanho, têm seu papel na regulação e manutenção do equilíbrio ecológico do planeta. Apesar de sua vital importância para a sobrevivência e bem estar do Homem, muito pouco é conhecido sobre o funcionamento dos sistemas naturais, bem como detalhes de sua operação, manutenção, adaptação e evolução (DE GROOT, 1992).

A falta de conhecimento sobre a importância dos ecossistemas naturais faz também com que, tanto as grandes como as pequenas áreas naturais, isoladas em meio de sistemas antrópicos, e mesmo áreas semi-naturais, sejam desprezadas e modificadas para providenciar ganhos econômicos de curto e médio prazos. Nesse sentido, muitas das decisões sobre o uso do solo não levam em consideração o papel das áreas naturais ou semi-naturais e seu efeito significativo sobre a capacidade dos sistemas ecológicos em providenciar as funções anteriormente descritas, tanto em nível local como global.

Quando verificadas em nível local, estas decisões aparentemente independentes, envolvendo mudanças nos usos do solo e realizadas por indivíduos ou pequenos grupos, podem ter como resultado grande alteração na qualidade ambiental, o que ODUM (1982) chamou de "a tirania das pequenas decisões". Trata-se de alterações no uso dos recursos ambientais que na maioria das vezes não são acompanhadas pelas esferas governamentais responsáveis pelo gerenciamento dos recursos naturais e meio ambiente, e que

José Salatiel Rodrigues Pires

somadas mostram provocar impactos cumulativos e grandes níveis de degradação ambiental.

Nesse sentido, para assegurar a integridade da biosfera e a sobrevivência e o bem estar das gerações atuais e futuras, torna-se essencial agir em todos os níveis de interação governo-cidadão, não somente no que se refere às esferas global/nacional e estadual mas também imprimir maior esforço de ação em nível local. Este procedimento deve objetivar o aumento do conhecimento sobre a importância destes sistemas e conscientizar o homem sobre suas funções, além da fundamental tarefa de incorporar informações ecológicas no processo de planejamento e tomada de decisão.

Recentemente os princípios firmados na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Cúpula da Terra - Rio de Janeiro, 1992), refletiram a interdependência entre progresso econômico a longo prazo e a proteção ambiental, mostrando a preocupação com a atual marcha de degradação ambiental e a capacidade de manter as funções dos sistemas ecológicos, além da necessidade de gerenciar estes processos (progresso/ desenvolvimento e proteção ambiental).

A frase "é preciso pensar planetariamente e agir localmente" citada por AB'SABER (SÃO PAULO, 1992), parece ser a "senha" que resume a necessidade de alcançar um objetivo: "o melhor gerenciamento dos recursos naturais e conservação dos sistemas ecológicos em nível local, e com a soma de localidades, atingir a esfera global".

Entretanto, do ponto de vista prático, atingir este objetivo será uma tarefa difícil.

No plano político e legal existe uma série de instrumentos e diretrizes voltados a orientar, caracterizar e delimitar a responsabilidade dos governos (federal, estadual e municipal) e da sociedade em relação à questão

José Salatiel Rodrigues Pires

ambiental; entretanto, do ponto de vista do desenvolvimento sustentado muito pouco tem sido realizado para efetivamente prevenir os impactos negativos do uso inadequado dos recursos ambientais.

Com relação ao planejamento ambiental em nível local, verifica-se que a maioria dos municípios ainda carece de um sistema de gestão voltado a agilizar as mais simples tarefas da administração pública e planejamento municipal; poucos possuem planos coerentes que direcionem o desenvolvimento (plano diretor), e raros possuem o entendimento da necessidade de incorporar parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e de planejamento da ocupação e utilização dos recursos ambientais (espaço, materiais e processos).

Somado a isto, o espaço rural, cujos recursos naturais são a base de sustentação de todas as atividades que envolvem o desenvolvimento das áreas urbanas, raramente é objeto de regulamentação e permanece suscetível a todas as formas de apropriação e degradação. Talvez isto seja conseqüência da falta de informações, pois em se tratando do governo local, nem sempre existe a consciência sobre a sua responsabilidade em relação à manutenção da qualidade ambiental.

O governo municipal é o responsável por tomar medidas administrativas para evitar os efeitos negativos das atividades que ocorrem em seu território e as omissões levam-no a ter que reparar e ressarcir os danos causados por estas atividades. Portanto, cabe à administração municipal regular sobre os usos mais adequados do solo, tanto na área urbana como na área rural. Entretanto, é impossível efetivar o processo de gerenciamento e planejamento ambiental, sem um nível adequado de informação sobre as capacidades e limitações ambientais em seu território, mesmo tendo o conhecimento sobre as estratégias políticas existentes para efetivar a gestão ambiental.

A Gestão Ambiental consiste na administração do uso dos recursos naturais por meio de ações que visem manter ou recuperar a qualidade

do meio ambiente, assegurando a produtividade dos recursos e o desenvolvimento social ao longo do tempo.

Para efetivar a Gestão Ambiental existem basicamente quatro abordagens nas políticas ambientais do Brasil, que vêm superpondo-se num processo cumulativo desde o primeiro quarto deste século (MONOSOWSKI, 1989).

Em ordem cronológica, a primeira abordagem adotada foi a administração dos recursos naturais. Esta estratégia envolve a preocupação em racionalizar o uso e a exploração dos recursos naturais e regulamentar as atividades extrativistas, além de definir as áreas de preservação permanente. Dentre os principais instrumentos legais envolvidos destacam-se: o Código das Águas; o Código Florestal; o Código de Mineração; o Código de Pesca; o Estatuto da Terra. Entre os órgãos que foram criados em nível federal para implementar esta estratégia, encontram-se os extintos IBDF e SUDEPE, hoje incorporados ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, ao DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica) e ao DNPM (Departamento Nacional de Prospecção Mineral).

A segunda abordagem foi a definição de medidas de prevenção e controle da poluição industrial, motivada pelo rápido desenvolvimento urbano-industrial das regiões metropolitanas. Como órgão catalisador desta estratégia foi criada a Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA, hoje incorporada pelo IBAMA. Foram definidas como áreas críticas de poluição as regiões metropolitanas (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Salvador e Porto Alegre), as regiões industriais de Cubatão e Volta Redonda e várias bacias hidrográficas (Tietê -SP, Paraíba do Sul -SP-RJ, Jacuí -RS, e Capibaribe -PE), e o estuário de Guaíba (RS), e foram fixados legalmente padrões de controle de emissão de poluentes do ar e da água, que devem ser observados pela indústria.

José Salatiel Rodrigues Pires

A terceira estratégia envolve a adoção de critérios ambientais para a definição e a delimitação de áreas industriais. Exemplos desta abordagem são as leis de zoneamento industrial e de proteção dos mananciais.

A última abordagem foi consolidada com a criação do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, incluindo o conjunto de instituições em nível federal, estadual e municipal responsáveis pela aplicação da Política Nacional de Meio Ambiente. Esta política, que incorpora assuntos tratados nas políticas anteriores, visa garantir a utilização racional e a disponibilidade permanente dos recursos naturais através da sua preservação e recuperação, além de obrigar que os poluidores e predadores reparem ou indenizem as degradações provocadas, e fazer com que o usuário contribua para a utilização econômica dos recursos naturais. Os principais instrumentos utilizados nesta estratégia, que em síntese envolve o Planejamento Ambiental, são o Zoneamento Ambiental e a Avaliação de Impactos Ambientais - AIA. O primeiro, decorrente do processo de Planejamento, envolve a definição, em termos globais, de diretrizes de uso e ocupação do território e as formas de apropriação dos recursos naturais. O segundo relaciona-se com um procedimento de caráter obrigatório, desenvolvido para auxiliar na tomada de decisão, e envolve a avaliação de impactos ambientais de empreendimentos que possam provocar consequências significativas ou desconhecidas no ambiente.

Cada uma destas abordagens estratégicas implantadas para consolidar a gestão ambiental no Brasil, possui falhas e acertos que foram discutidos por MONOSOWSKI (1989). Entre os principais fatores limitantes incluem-se a falta de coordenação entre os diversos órgãos de governo para implementação destas estratégias e a excessiva sobreposição de competências, e como maior problema, o fato de que algumas estratégias foram concebidas de forma a resolver os efeitos da degradação ambiental e não suas causas, mesmo porque a política ambiental é consequência do modelo de desenvolvimento adotado pelo país.

Em síntese, existem dois tipos de abordagens voltadas a administração ambiental: a **Abordagem Corretiva** - que implica na adoção de ações voltadas a recuperar a qualidade ambiental de recursos ou áreas degradadas, áreas onde os problemas ambientais precisam ser corrigidos, que compreendem: os investimentos em pesquisa, equipamentos, obras e trabalhos de recuperação; os incentivos econômicos à iniciativa privada para a aquisição de equipamentos; os planos de recuperação de sistemas ambientais; e o controle ambiental através da orientação, fiscalização e acompanhamento das atividades potencialmente degradadoras e/ou poluidoras do meio ambiente por parte da administração pública; e a **Abordagem Preventiva** - que adota ações voltadas a evitar a degradação ambiental e má utilização de recursos naturais, que compreende o planejamento ambiental e ferramentas a ele ligadas como o zoneamento ambiental, a AIA e o licenciamento ambiental das atividades potencialmente degradadoras.

Diversos autores têm enfatizado a abordagem preventiva como a mais importante para a ordenação do uso dos recursos naturais, objetivando o melhor aproveitamento com os menores impactos sobre o ambiente (McHARG, 1969; NORTON & WALKER, 1982; ODUM, 1985). Entre eles, vários têm envolvido a teoria ecológica na abordagem metodológica utilizada para análise ambiental e planejamento do uso do solo, seja enfatizando atributos ecológicos como nicho, habitat, organização trófica (DUTRIEUX & GUÉLORGET, 1988), capacidade suporte (U.S. FISH and WILDLIFE SERVICE, 1980; 1981; FRISSEL et al., 1980; GILLILAND & CLARK, 1981) e outros, ou envolvendo a abordagem de sistemas ecológicos (PATTEN, 1966; ODUM, 1969; DALE, 1970; DE GROOT, 1992).

O principal objetivo do planejamento ambiental é decidir, entre alternativas, o melhor uso possível dos recursos ambientais de uma região. O planejamento ambiental deve resolver a questão sobre qual é a melhor combinação de usos de uma área, para satisfazer a necessidade de um maior número de pessoas de forma sustentada (hoje e no futuro). Desta forma, o

José Salatiel Rodrigues Pires

planejamento ambiental deve estar atrelado ao conceito de "desenvolvimento sustentado", cuja definição mais aceita e difundida é: "desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de satisfazer as suas necessidades" (CMMAD, 1988).

A premissa básica utilizada tanto por planejadores como por legisladores, para o controle do uso do solo, é que as atividades desenvolvidas em uma parcela de solo podem trazer riscos, gerar danos ou inconvenientes para as propriedades vizinhas (como erosão do solo, poluição sonora, aérea ou aquática). Para tanto, a metodologia de análise ambiental que subsidia o planejamento ambiental, deve permitir o conhecimento e mapeamento da estrutura (materiais e recursos - geologia, pedologia, geomorfologia, vegetação, fauna, minerais, possibilidades energéticas, etc), assim como o conhecimento dos processos que operam em uma região (ou em ecossistemas dentro de uma região), como o clima, erosão/sedimentação, ciclos biogeoquímicos, regime hidrológico, etc, das funções dos diversos compartimentos ambientais encontrados e dos riscos a que estão submetidos, devido aos usos dos recursos naturais, para poder auxiliar na tomada de decisão sobre as melhores formas de uso da área sob planejamento, fundamentada em conceitos de sustentabilidade ambiental.

Entretanto, para que o processo de planejamento ambiental possa ser desenvolvido em nível local, existe a necessidade de que uma série de requisitos sejam preenchidos.

O maior desafio dos governos municipais para fazer com que a gestão ambiental seja efetivada está na implementação e criação da capacidade de crítica sobre a situação ambiental local. Esta capacitação implica não somente na contratação e/ou treinamento de técnicos, na aquisição ou melhoria de equipamentos básicos e veículos e na destinação de verbas suficientes para sua manutenção, mas também na adoção de políticas e estratégias de gestão coerentes, negociadas com todos os atores sociais envolvidos na utilização de

José Salatiel Rodrigues Pires

recursos naturais, visando atingir um padrão aceitável de qualidade ambiental e utilização sustentada dos mesmos.

Outro problema a ser enfrentado, refere-se à dependência técnica gerada entre os governos federal e estadual e a localidade. Atualmente, os técnicos e o cidadão local dependem em muito das diretrizes e políticas emanadas das esferas superiores de governo, e o gerenciamento de seus recursos naturais e do ambiente local é realizado, via de regra, por órgãos estaduais e/ou federais. Entretanto, a deterioração dos serviços prestados por agências federais e estaduais envolvidas na administração ambiental e a sobreposição de competências na área têm contribuído para gerar confusão e desorientação gerencial. Para que os habitantes possam efetivamente participar livremente e negociar adequadamente o seu próprio desenvolvimento, de forma sustentada, devem possuir um conhecimento razoável sobre seu ambiente, suas potencialidades e fragilidades. Somente com a eliminação progressiva desta dependência, os cidadãos poderão influenciar na escolha do seu próprio estilo de desenvolvimento e definir a qualidade de vida que deverão herdar as próximas gerações. O próprio governo Estadual (SÃO PAULO, 1992) enfatiza a necessidade dos municípios em disciplinar o uso do solo em seu território, denotando a competência "extremamente ampla" do município em utilizar este instrumento de proteção ambiental.

Ao mesmo tempo, as ações do governo estadual e federal são setorizadas (agricultura, indústria, comércio, transportes, saúde, educação, meio ambiente, lazer, etc) e não englobam a abordagem integrada necessária para cuidar da questão ambiental. Além disto, na maioria das vezes as ações ambientais são de caráter intervencionista e temporal, para resolver problemas imediatos - ações corretivas (poluição da água, mortandade de peixes, ruído). Quando ocorrem ações preventivas, estas estão materializadas através da demanda de uso de recursos naturais que geram necessidade de avaliação de impactos ambientais. Laudos de inspeção para emitir licenças ambientais e/ou o procedimento AIA, neste caso, estão voltados à análise dos efeitos ambientais de

José Salatiel Rodrigues Pires

um único projeto e raramente verificam a ação de impactos cumulativos regionais ou mesmo municipais.

Embora exista, em níveis federal e estadual, um bom ferramental jurídico e uma relativa capacitação de técnicos para gerenciamento ambiental, o número de técnicos capacitados e a remuneração dos mesmos está aquém do necessário, para que os mesmos possam cumprir com eficiência as tarefas de planejamento e controle ambiental.

Em nível local, os técnicos que deveriam ter a responsabilidade de gerenciar o meio ambiente (qualidade ambiental e recursos naturais), enfrentam uma série de problemas, entre eles:

1º - O enfoque multidisciplinar envolvendo o tema, limita a atuação dos técnicos. A maioria dos profissionais são treinados na Universidade para atuarem em sua especialidade (engenharias, agronomia, economia, ecologia, sociologia, medicina, biologia, geologia, geografia, etc.), e não possuem uma visão abrangente relacionando diversos temas em uma escala temporal longa, como o necessário para tratar de assuntos ambientais.

2º - O enfoque setorial e compartimentalizado organizado nas prefeituras, similar a outros níveis de governo.

A maioria dos municípios conta com secretarias para tratar de assuntos específicos. Quando existe uma secretaria de meio ambiente, a mesma está voltada a resolver problemas ambientais individuais e imediatos - ações corretivas, e não aglutina o conhecimento, experiências e nem participa de questões relativas às outras secretarias. A secretaria de planejamento, quando existe, cuida invariavelmente do planejamento urbano como vias públicas, moradia, saneamento, etc., e não interfere em assuntos envolvendo a utilização de recursos na zona rural.

José Salatiel Rodrigues Pires

3º - Dificilmente os técnicos conseguem trabalhar com uma equipe multidisciplinar. Mesmo existindo diferentes profissionais no quadro da administração local, raramente estes podem ser deslocados de suas atividades específicas para atuarem em conjunto em uma só secretaria. Além disto, a coordenação de uma equipe multidisciplinar exige conhecimento e experiência que poucos técnicos possuem.

4º - Mesmo que se reúnam condições para a formação de uma equipe multidisciplinar ao nível de administração local, dificilmente ela trabalha de forma coordenada, pois a maioria dos técnicos não tem conhecimento sobre métodos e referências adequadas para se trabalhar com planejamento ambiental local (áreas urbana e rural). Outro fator complicador consiste em que a maioria dos métodos existentes tratam do desenvolvimento regional e raramente incorporam a questão ambiental como eixo de igual importância às questões social e econômica. Da mesma forma, as metodologias utilizadas para elaboração de planos diretores estão mais voltadas ao desenvolvimento da área urbana e frequentemente não incorporam a questão ambiental de forma adequada. Além disto, estas metodologias são difíceis de serem obtidas e, em geral, não incluem todas as disciplinas necessárias para integrar as áreas social, econômica e ambiental.

5º - Outro grande problema que enfrenta o técnico municipal está na falta de informações prontamente utilizáveis. Embora existam informações sobre a qualidade ambiental e os recursos naturais para diversas regiões, estas informações estão dispersas em numerosos órgãos e agências governamentais e disponíveis em diferentes escalas, níveis de detalhes, precisão, etc, além de serem baseadas em diferentes metodologias de aquisição e épocas distintas. A administração local, muitas vezes desconhece a existência destas, e dificilmente existem técnicos capacitados ou com tempo e recursos disponíveis para compilação e/ou integração das mesmas.

Além disto, o isolamento intelectual dos técnicos municipais contribui para dificultar o entendimento de assuntos básicos relacionados ao

José Salatiel Rodrigues Pires

planejamento. Nesse sentido, não é difícil verificar a existência de certa confusão na utilização de terminologia definida para qualificar a fase ou nível de detalhe de um estudo (levantamento/inventário, avaliação, análise, diagnóstico, prognóstico, plano, programa, projeto, etc.), ou mesmo o estágio atual de desenvolvimento de um sistema de gestão ambiental.

Nesse sentido, existe a necessidade de auxiliar o quadro técnico do governo local em sua capacitação, propondo metodologias analíticas que possam ser utilizadas para subsidiar com informações, a tomada de decisão sobre o uso dos recursos ambientais no seu território, com menores impactos e riscos ao meio ambiente. A melhor compreensão da questão ambiental deve inclusive auxiliar os técnicos locais “na cobrança” dos responsáveis pelo gerenciamento ambiental em níveis estadual e federal.

A primeira etapa num processo de gestão ambiental consiste em conhecer e entender o ambiente. Esta fase, conhecida como análise ambiental, demanda tempo e recursos para conhecer as características dos diversos compartimentos ambientais no território sob estudo e classificá-los conforme sua capacidade para absorver diferentes usos antrópicos, considerando os riscos que cada atividade de uso do solo pode oferecer (restrições ambientais).

Este conhecimento aumenta a responsabilidade dos tomadores de decisões e dos empreendedores locais, quando da alocação de parcelas do território municipal para um uso do solo qualquer, pois certifica que a responsabilidade sobre danos ambientais recaia sobre aquele que provoca os riscos e não seja um ônus para a população. Em síntese, incorpora as externalidades das atividades individuais para que sejam atribuídas ao verdadeiro dono, derrubando a consagrada tese de “privatização dos lucros e socialização dos prejuízos” (HARDIN, 1993).

2 - OBJETIVOS

Este trabalho procurou determinar metodologias genéricas de análise ambiental, partindo de premissas simplificadas, com o objetivo de facilitar o entendimento dos técnicos municipais a respeito da necessidade de análise ambiental para gerenciamento do ambiente rural municipal. Ele pressupõe que o responsável pelo gerenciamento ambiental municipal deve iniciar a análise dos recursos naturais em seu âmbito de atuação e verificar os possíveis impactos e riscos das diversas atividades humanas de forma progressiva, ou seja, inicialmente utilizando metodologia simplificada e genérica que possibilite visualizar áreas ambientalmente críticas e, a seguir, avançar passo a passo para metodologias mais robustas visando quantificar e entender os processos e fatores ambientais e antropogênicos que interferem no problema (visando sua correção). A análise genérica não impede entretanto, que sejam consideradas medidas de mitigação de impactos e riscos ambientais. Uma das premissas é que a análise ambiental deve permitir a identificação e o conhecimento dos riscos das atividades desenvolvidas no município e permitir que sejam discutidas alternativas para sua minimização ou eliminação. As autoridades devem fazer com que, quem provoca os riscos seja responsável por eliminá-los ou minimizá-los.

Seus principais objetivos são:

- 1- Sugerir ferramentas metodológicas simplificadas que possam ser úteis no processo inicial de entendimento (análise) ambiental em um município, enfocando principalmente o papel das comunidades biológicas (áreas naturais) na manutenção da qualidade ambiental do município e visando sua conservação e manejo.
- 2- Verificar a possibilidade de incorporação de parâmetros ambientais no processo de gerenciamento e planejamento da área rural municipal, a partir da utilização de um roteiro metodológico-analítico conceitual passível de ser utilizado

José Salatiel Rodrigues Pires

por técnicos envolvidos na administração municipal, através do emprego de informações disponíveis.

3- Contribuir para a análise dos riscos ambientais derivados dos usos do solo na área de estudo sobre os compartimentos solos, água e biota (biodiversidade), propondo metodologia de identificação e mapeamento dos mesmos.

4- Contribuir para a identificação dos impactos e riscos ambientais ocorrendo sobre a área de entorno da Estação Ecológica de Jataí, visando a elaboração de medidas de minimização dos mesmos.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Área de Estudo

Este trabalho teve como âmbito geográfico todo o território do Município de Luiz Antônio (L.A.), situado entre as coordenadas 21°20' e 21°55' de latitude Sul e 47°35' e 47°55' de longitude Oeste. Trata-se de um município de aproximadamente 60.000 ha de área, localizado na região nordeste do estado de São Paulo, distante 300 km da capital (Figura 1). Este município pertence à Região de Governo de Ribeirão Preto e possui 5.837 habitantes (SEADE, 1992). Segundo a Classificação da CETESB (1990), a área de estudo pertence a 7ª Zona Hidrográfica, bacia 73.

A principal atividade econômica do município está ligada ao setor primário, com uma agricultura altamente tecnificada, ligada a complexos industriais. Destacam-se as culturas de cana-de-açúcar, reflorestamentos para produção de *Eucalyptus* e *Pinus*, pastagens e citricultura. O setor secundário é bastante fraco existindo apenas pequenas instalações de comércio e os serviços essenciais de saúde. Com relação ao setor terciário destacam-se duas indústrias: Celulose e Papel Votorantin (CELPV) e a Usina de Álcool e Açúcar Moreno; entretanto, outras agroindústrias influenciam o uso do solo no município, em especial as Usinas de Álcool e Açúcar localizadas nos municípios vizinhos, Pradópolis e Santa Rita do Passa Quatro.

A região objeto de estudo está situada em uma zona de transição climática que possui duas estações bem definidas, uma estação quente e chuvosa compreendendo o período de outubro a março (verão) e uma estação fria e relativamente seca, entre abril e setembro (inverno).

José Salatiel Rodrigues Pires

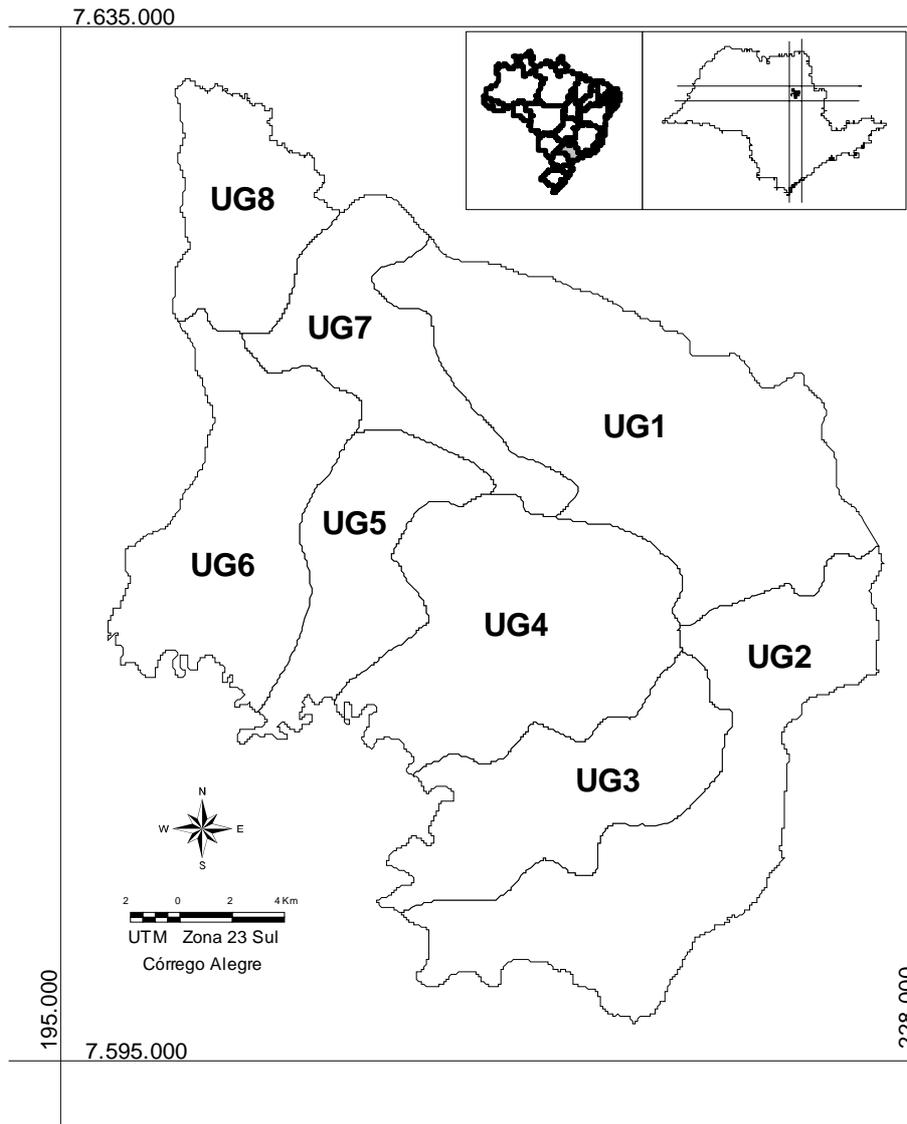


FIGURA 1 – Localização da Área de Estudo (AE) – Município de Luiz Antônio, SP.
UG – Unidades de Gerenciamento (Micro-Bacias Hidrográficas).

José Salatiel Rodrigues Pires

Isto se deve ao controle climático efetuado pelos sistemas atmosféricos equatoriais e polares, e por sistemas equatoriais e tropicais. No período chuvoso a área fica controlada na maior parte do tempo pelo Sistema Tropical Continental e Tropical Atlântico, com elevada pluviosidade condicionada ao choque destes sistemas com a entrada de frentes polares do Sistema Frontal Atlântico. Com a aproximação do período de inverno, as frentes polares vão se estabelecendo com propagações cada vez mais freqüentes fazendo com que os sistemas tropicais recuem, conferindo condições mais estáveis. Nesse período ocorre a diminuição do índice pluviométrico e da temperatura. A pluviometria média total anual em um período de 28 anos (1943 a 1971), dados do INMET (7º Distrito de Meteorologia - Estação de São Simão), foi de 1.433 mm, oscilando entre 145 a 275 mm de pluviosidade mensal no período de verão, e abaixo de 20 mm, em média, para o período de inverno. O balanço hídrico climático anual (Thorntwaite & Mater, 1945) para a área de estudo demonstra haver um excedente de 368 mm no período chuvoso, contrastando com um déficit de 56 mm no período seco. Os ventos predominantes são de origem S-SE-E em 50% da freqüência anual, seguidos de ventos dos quadrantes N-NO com 25% de freqüência. A freqüência de calmarias é da ordem de 14% em média, registradas principalmente nos meses de inverno. A temperatura média anual é de 21,7 °C, com uma média das máximas de 28,6 °C e média das mínimas de 16,4 °C (CELPV, 1991).

Segundo SETZER (1966) o clima na área de estudo pode ser classificado como Aw conforme o esquema de classificação de Koppen, ou Tropical do Brasil Central, conforme classificação de NIMER (1977).

Geologicamente, o município de Luiz Antônio está situado na borda leste da Bacia Sedimentar do Paraná. Parte da área está composta por rochas arenito-basálticas da Formação Serra Geral, formando cuestas basálticas que compõem a Serra do Jataí, que se sobrepõe às camadas areníticas da Formação Botucatu e Pirambóia. Em áreas por onde passa o Rio Mogi-Guaçu existem sedimentos aluvionares. (IPT, 1981)

José Salatiel Rodrigues Pires

3.2. A análise ambiental da Área de Estudo.

A análise ambiental da área de estudo consistiu em:

I- determinar as unidades de gerenciamento ambiental dentro da área de estudo;

II- caracterizar a área de estudo e suas unidades conforme seus compartimentos ambientais: solos, hidrologia, biodiversidade ao nível de paisagem e uso e ocupação do solo; e

III- identificar riscos ambientais que poderão comprometer os usos futuros e sustentáveis dos recursos naturais. Os riscos são conceituados como quaisquer ameaças de degradação que um componente ambiental possa sofrer frente a um uso ou atividade realizada sobre o mesmo, ou em outro componente ambiental interligado. O intuito é aplicar o conceito de prevenção, isto é, um risco vislumbrado pode ser identificado e manejado. Os riscos são avaliados qualitativamente e em alguns casos são adimensionais.

I - Escolha das Unidades de Gerenciamento.

A área de estudo (AE) foi dividida em 8 Unidades de Gerenciamento - UGs, correspondendo às áreas das principais bacias hidrográficas dentro do território. A escolha da bacia hidrográfica como unidade (FIGURA 1) foi baseada nos estudos de BORMANN & LIKENS (1967), O'SULLIVAN (1979), ODUM (1985), POLLETE (1993) e LIMA (1994). As UGs foram delimitadas manualmente a partir das Cartas Topográficas referentes à área de estudo (AE) utilizando as folhas IBGE (1991) - escala 1:50.000 referentes às quadrículas de Bonfim Paulista, Cravinhos, Porto Pulador e Luiz Antônio, conforme os divisores principais de águas.

II - Caracterização ambiental da área de estudo e das UGs.

Para caracterização dos componentes ambientais na AE e dentro das UGs foram analisados os seguintes fatores ambientais:

1. Pedologia.

A carta de pedologia (solos) foi elaborada a partir das Folhas do Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo - escala 1:100.000 - Quadrícula Descalvado - SF - 23 - V - C - IV e Ribeirão Preto - SF - 23 - V - C - I, elaborado por OLIVEIRA et al. (1982; 1983).

2. Altimetria (Hipsometria) e Hidrografia.

Estes temas foram retirados das Cartas Topográficas do IBGE em escala 1:50.000 referentes a Bonfim Paulista - Folha SF - 23 - V - C - I - 3, Cravinhos - SF - 23 - V - C - I - 4 , Porto Pulador - SF - 23 - V - C - IV - 1 e Luiz Antônio - SF - 23 - V - C - IV - 2.

3. Declividade.

A partir do mapa digitalizado de hipsometria foi elaborado um modelo digital de elevação (DEM), através do qual foi elaborado o mapa clinográfico, via Sistema de Informações Geográficas - IDRISI (MANUAL IDRISI, 1994).

Os mapas temáticos descritivos de pedologia, altimetria e hidrografia foram digitalizados e procedeu-se a uma análise morfométrica por meio do Sistema de Informações Geográficas - IDRISI.

José Salatiel Rodrigues Pires

4. Uso e cobertura do solo.

Para a identificação dos usos atuais do solo foi efetuada a análise digital de uma imagem de satélite LandSat TM5, Bandas 3, 4 e 5 datada de 20/09/1994 (WRS 220 - 75X). Foi utilizado o programa IDRISI para tratamento da imagem, elaboração do mapa de uso do solo e para retirada dos dados estatísticos.

Para a avaliação da verdade terrestre foram percorridos, aproximadamente, 450 km em estradas e trilhas dentro da área de estudo e, utilizando-se um GPS marca Garmin modelo GPS40, foram cheçadas as dúvidas verificadas na análise da imagem digital. Para a checagem final e registro das características da área de estudo foi realizado um sobrevôo a uma altitude de 1800 metros e tiradas fotos aéreas verticais e oblíquas com uma câmera fotográfica de 35mm.

III - Avaliação dos riscos ambientais.

Embora do ponto de vista ecológico os compartimentos ambientais sejam inseparáveis, devido a intrincada rede de relações e retroalimentação entre a biota e o ambiente físico, para efeito desta análise foi necessário separá-los, estudar e entender suas funções ambientais e vulnerabilidades frente aos diferentes usos do solo. A análise ambiental da área de estudo objetivou o entendimento dos componentes solos, água e biodiversidade conforme procedimentos descritos a seguir.

III. 1. Componente Solos

Após a confecção dos mapas digitais de pedologia, hipsometria e clinografia foi elaborado um banco de dados, contendo informações morfométricas sobre estes temas, com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas - IDRISI.

Para a análise do risco ambiental referente à Erosão dos Solos, a área de estudo foi classificada conforme sua declividade, utilizando as classes definidas em EMBRAPA (1979). Os graus de risco de erosão definidos e utilizados foram:

Risco 1 - Risco baixo de erosão: terras próprias para a agricultura, desde que mantidas práticas simples de controle de erosão; Declividade entre 0 e 3%.

Risco 2- Risco médio de erosão: terras adequadas às práticas agrícolas extensivas e intensivas desde que sejam utilizadas medidas adequadas para controle de erosão; Declividade entre 3 e 8%.

Risco 3- Risco alto de erosão: estas terras não devem ser utilizadas continuamente para cultivos anuais; devem ser manejadas de forma a evitar ao

José Salatiel Rodrigues Pires

máximo a perda de solos, através da plantação de espécies perenes e/ou do uso de tecnologias e práticas adequadas de controle de erosão; Declividade entre 8 e 12%.

Risco 4- Risco muito alto de erosão: estas terras devem ser manejadas de forma a manter e/ou restabelecer a cobertura vegetal nativa. Quando utilizadas para o cultivo, devem ser empregadas práticas mais sofisticadas de controle de erosão; Declividade acima de 12%. Solos com declividade superior a 47% não devem ser utilizados para agricultura e pecuária.

Como produto desta análise foi elaborado um mapa de zoneamento, onde estão plotadas cartograficamente as zonas da área de estudo, conforme o risco de erosão dos solos.

Para a análise do risco ambiental referente ao deslizamento de encostas, a área de estudo foi classificada quanto à suscetibilidade de ocorrência destes eventos, conforme o esquema metodológico modificado de Repoblaciones Forestales (ESPAÑA, 1989). O método consiste em verificar a existência de circunstâncias e fatores que intervêm no processo de instabilidade, determinando desta forma a suscetibilidade da área ao deslizamento de encostas.

Como produto desta análise foi elaborado um mapa de zoneamento, onde estão plotadas cartograficamente as zonas da área de estudo, conforme a suscetibilidade do terreno aos deslizamentos de encostas (instabilidade de massas).

A suscetibilidade ao movimento de massas - riscos de deslizamento - foi determinada por meio da análise do fator chave declividade, constatada pelo SIG. Desta forma, a Área de Estudo foi classificada quanto aos riscos de deslizamentos conforme descrito a seguir:

José Salatiel Rodrigues Pires

- 1- zonas estáveis - áreas onde não existem riscos de deslizamento de encostas; ausência de declividade acentuada, áreas com declividade menor que 15%.
- 2- zonas suscetíveis - áreas onde existem condições da ocorrência de movimentos de massa, mas que podem ser facilmente manejadas para evitar o impacto; declividade acima de 15%.
- 3- zonas muito suscetíveis - áreas onde existem condições da ocorrência de movimentos de massa e que devem ser manejadas corretamente para evitar o impacto; declividade acentuada - maior que 30%.
- 4- zonas instáveis - áreas de ocorrência ou de eminência de deslizamentos; as zonas onde são evidenciados movimentos de massa ou existem indícios de sua ocorrência foram classificadas como instáveis.

Após a determinação e localização geográfica das zonas 1, 2 e 3 por meio do SIG-IDRISI, foi realizada uma inspeção de campo para identificação da presença de movimentos de massa, determinando a existência da zona 4. Anteriormente a esta inspeção foram detectadas por meio do SIG, através dos mapas digitais de hipsometria e clinografia, morfologias que denunciavam possíveis áreas de deslizamentos, como por exemplo, a presença de taludes com alta declividade. Foram utilizadas também fotografias aéreas para destacar características de instabilidade, como escarpas na superfície do solo, depressões pobremente drenadas na área abaixo de ladeiras ou encostas; aparecimento de tonalidades de coloração clara, indicando fissuras no topo de afloramentos rochosos ou escarpas, constatadas pelo SIG; e descontinuidade na cobertura vegetal, entre outras. Estes locais foram mapeados e anotadas suas coordenadas geográficas (UTM). A inspeção de campo consistiu em deslocamento até os locais selecionados, com auxílio de um GPS e verificação da ocorrência de deslizamentos na área.

José Salatiel Rodrigues Pires

III.2. Componente Água.

Após a confecção do mapa digital de hidrografia foi elaborado um banco de dados, contendo informações georeferenciadas,, com o auxílio do Sistema de Informações Geográficas - IDRISI.

Devido à falta de dados limnológicos dos principais corpos d'água da área de estudo, optou-se por realizar uma análise qualitativa dos riscos relacionados às atividades antrópicas sobre estes sistemas. Desta forma, a análise ambiental consistiu em avaliar:

1- Modificações nos padrões de descarga hídrica - desperenização. Esta análise visou identificar que bacias hidrográficas tiveram seus recursos hídricos (lóticos) impactados por desperenização e avaliar os riscos futuros relacionados a este problema.

Em geral, a mudança de uso do solo com alteração da cobertura vegetal original tende a diminuir a quantidade e qualidade das águas superficiais. Esta análise visou verificar se os córregos presentes na área de estudo sofreram um processo de desperenização devido às modificações da qualidade ambiental da área. Para avaliar o grau de ocorrência deste processo foi verificada a situação dos córregos (perenização) acerca de 30 anos atrás para compará-la com a atual, conforme o seguinte procedimento:

a) Para a elaboração do mapa da situação anterior (1962) foi interpretado um mosaico de fotografias aéreas com escala aproximada 1:25.000, datadas de 1962 e medidos e anotados os comprimentos dos córregos. Os resultados foram confrontados com a situação dos córregos, em termos de comprimento, nas cartas IBGE (1:50.000) baseadas em fotografias aéreas de 1965, cuja restituição foi realizada em 1970. Partiu-se do princípio que as cartas IBGE estão corretas com relação a identificação dos córregos perenes na época. Para subsidiar a

José Salatiel Rodrigues Pires

análise com informações, foram consultados antigos habitantes locais ligados ao hábito da pesca por lazer ou para suplementar a alimentação familiar. Esse procedimento consistiu em mostrar mapas e/ou fotografias aéreas contendo os corpos hídricos e, quando possível, conduzir o entrevistado até os locais onde o(s) córrego(s) era(m) utilizado(s), para constatar a situação atual e restituir a situação do passado.

b) Os relatos foram confrontados com as cartas IBGE 1:50.000 (1970) e transformados em mapas da situação anterior (1962).

c) O mapa da situação atual foi digitalizado a partir das cartas IBGE (1970), e confrontado com informações obtidas pela interpretação da imagem de satélite. Quando ocorreram dúvidas, foram anotadas as coordenadas geográficas (UTM) e procedeu-se a verificação em campo com auxílio de um GPS. Estas visitas de campo foram realizadas durante a época de estiagem (agosto/setembro de 1995).

d) Através do sistema de informações geográficas foram determinados os comprimentos dos córregos nas situações anterior (1962-65) e atual (1994) e verificado o grau de desperenização dos córregos na área de estudo.

José Salatiel Rodrigues Pires

Análise do risco de deterioração da qualidade da água.

Para a verificação dos riscos sobre a qualidade da água devido a atividades antrópicas realizadas nas unidades de gerenciamento, foram cruzadas as informações do mapeamento hidrológico e os usos do solo, segundo o procedimento descrito a seguir:

Risco A - Foram identificadas as áreas de risco de poluição por sólidos, nutrientes e risco de assoreamento por meio de mapeamento de áreas contendo usos do solo que propiciem o aumento da carga de sólidos e nutrientes em corpos d'água (monocultura de cana-de-açúcar, outras culturas, plantação de café, pastagens). A partir do mapa digital de uso dos solos foi elaborada uma imagem (Manual SIG-IDRISI) separando as áreas que possuem usos do solo cujas atividades podem comprometer a qualidade da água por estes motivos, identificadas com valor um (1), das áreas que não possuem estas características, identificadas com valor zero (0).

Risco B - Foram identificadas as áreas de risco de contaminação de corpos d'água devido ao uso de agrotóxicos na agricultura (cana-de-açúcar, outras culturas). A partir do mapa digital de uso dos solos foi elaborada uma imagem contendo as áreas agrícolas que utilizam o manejo de pragas agrícolas por meio de aplicação periódica de pesticidas, identificadas com valor três (3) e áreas que não possuem estas características, identificadas com valor zero (0).

Risco C - Foram identificadas áreas de risco de contaminação/ deterioração da qualidade da água por matéria orgânica em excesso, e produtos tóxicos, por meio de mapeamento de áreas industriais, e ainda áreas de tratamento de resíduos sólidos e líquidos e estradas utilizadas para transporte de produtos tóxicos (risco de acidentes). A partir do mapa digital de uso dos solos foi elaborada uma imagem (Manual SIG-IDRISI), separando as áreas que possuem atividades que podem comprometer a qualidade da água, identificadas com valor nove (9), das áreas que não possuem estas características, identificadas com valor zero (0).

José Salatiel Rodrigues Pires

As áreas identificadas nos mapas (imagens) A, B e C foram ampliadas em 150 metros nas suas bordas para se sobreporem. Estas áreas, identificando os riscos A, B e C, foram somadas A+B+C (overlay - Add - Manual IDRISI), e a imagem criada foi multiplicada pelo mapa digital de hidrografia, resultando no mapa final de riscos. A análise de riscos e das áreas críticas onde são encontrados a soma de riscos (ABC) de deterioração da qualidade das águas superficiais, foi realizada obedecendo a terminologia descrita na Tabela 1.

As áreas cujos riscos se sobrepõem constituem áreas críticas que devem ser monitoradas a fim de avaliar os impactos do uso dos solos sobre os sistemas hídricos e determinar medidas de ação curativa e preventiva.

TABELA 1 - Terminologia adotada para análise de riscos de deterioração da qualidade de águas superficiais. Usos do solo e tipos de risco sobre os sistemas aquáticos.

Risco	Uso do solo / Fonte de risco	Tipologia de riscos
0	- vegetação natural (faixa mínima de 150 metros)	Ausência de riscos locais.
1	- monocultura de cana - outras culturas	Riscos de deterioração por entrada de sólidos e nutrientes, e riscos de assoreamento dos córregos.
3	- monocultura de cana - outras culturas - citricultura	Riscos de contaminação das águas por agrotóxicos; em geral acompanha áreas de risco 1.
9	- tanques de resíduos (industriais e urbanos) - estradas (possibilidade de acidentes com cargas tóxicas)	Riscos de degradação das águas por entrada excessiva de matéria orgânica (M.O.) e produtos tóxicos.
4	sobreposição de fontes	riscos 1 e 3 agindo conjuntamente;
10	sobreposição de fontes	riscos 1 e 9 agindo conjuntamente;
12	sobreposição de fontes	riscos 3 e 9 agindo conjuntamente;
13	sobreposição de fontes	riscos 1, 3 e 9 agindo conjuntamente.

José Salatiel Rodrigues Pires

III. 3 - Componente Biota / Biodiversidade / Áreas naturais - semi-naturais.

A análise da situação do componente biota (diversidade atual de habitats) foi realizada com a utilização do mapa atual de uso e cobertura do solo. Foram verificados dois aspectos ligados a biodiversidade: a diversidade de paisagens naturais e culturais (vegetação nativa e artificial) e análise da vulnerabilidade ecológica dos remanescentes (fragmentos) de vegetação natural.

Para a análise da diversidade de paisagens foram atribuídos pesos arbitrários para realçar a diversidade dos sistemas naturais, conforme consta na Tabela 2.

TABELA 2 - Pesos relativos utilizados para cálculo da diversidade das UGs.

Uso do solo	Peso (relativo a biodiversidade)
vegetação de cerrado	10
vegetação riparia	09
vegetação de banhado	08
vegetação de encosta	07
lagoas marginais	07
áreas úmidas ligadas a lagoas	05
represas e açudes	03
reflorestamento	04
plantação de abacate	03
pastagens	02
plantações de café	02
citricultura	02
outras culturas	01
monocultura de cana-de-açúcar	01

As áreas naturais, devido a maior biodiversidade intrínseca, foram multiplicadas por pesos que variaram entre 05 e 10, enquanto que as áreas antrópicas, que possuem menor diversidade de espécies, foram multiplicadas por pesos entre 01 e 04. O índice de diversidade utilizado foi o proposto por TURNER (1989), modificado para este trabalho.

José Salatiel Rodrigues Pires

$$\text{Diversidade } H = - \sum_{k=1}^s p_k \cdot \ln (p_k / P)$$

onde:

p_k = proporção da área total de estudo coberta pelo uso do solo k ,
 P = peso relativo (tabela 2),
 s = número total de diferentes tipos de uso do solo (22).

Para a análise da Vulnerabilidade Ecológica dos fragmentos aos riscos de degradação da biodiversidade, foi adotado o seguinte procedimento:

Análise da fragmentação e perda de habitat.

Para a análise da fragmentação e perda de habitats foram comparadas a situação da vegetação natural existente no estágio anterior à ocupação humana e a situação atual, e verificadas as áreas que sofreram maior fragmentação e perda de vegetação natural.

Para esta análise assumiu-se que a área total de estudo possuía vegetação natural (cenário primitivo). A fragmentação sofrida foi verificada comparando-se o cenário primitivo e o cenário atual (real), obtido a partir da interpretação da imagem de satélite LANDSAT (mapa de uso do solo). A perda de habitats naturais foi verificada a partir da subtração dos mesmos. A análise do tipo de atividade antrópica que substituiu a vegetação natural anteriormente existente, permitiu indicar as atividades que mais têm contribuído para a perda e fragmentação de habitats.

Para a análise dos fragmentos de vegetação natural foi estabelecida uma classificação, conforme o grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa dos mesmos, tendo por base as condicionantes de tamanho (intrínsecas) e ameaças externas (riscos).

José Salatiel Rodrigues Pires

Os critérios para a determinação do grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa constam da Tabela 3.

TABELA 3 - Critérios determinados para avaliação do grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER).

Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa		Características		Forma do Fragmento
		ÍnB	I / B	
1	Fragmentos menos vulneráveis	qualquer	maior que 1	qualquer
2	Fragmentos com média vulnerabilidade	menor que 2	entre 0 e 1	“ilha”
3		maior ou igual a 2	entre 0 e 1	“corredor”
4	Fragmentos com alta vulnerabilidade	menor que 2	igual a zero	“ilha”
5		maior ou igual a 2	igual a zero	“corredor”

Onde:

ÍnB = índice de Borda

I / B = relação Interior / Borda

Para cada fragmento de vegetação natural foi dado um identificador (**ID**) e determinados através do SIG a sua área total, área de borda e interior, perímetro, índice de borda (**ÍnB**) e relação Interior / Borda (**I/B**), (**ANEXO I**). Para a determinação da relação interior/borda foi adotado 150 metros do início para o interior de cada fragmento, como a área de borda.

O grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa indica o quanto um fragmento é vulnerável a perda de biodiversidade, em relação aos fragmentos estudados, devido a fatores intrínsecos e externos. O grau 5 indica máxima vulnerabilidade.

Análise dos riscos a que cada fragmento está submetido.

Para esta análise, foram elaborados mapas contendo os principais riscos referentes às atividades desenvolvidas na área de estudo, conforme a Tabela 4:

TABELA 4 - Usos do solo (fontes de risco) e principais riscos sobre fragmentos.

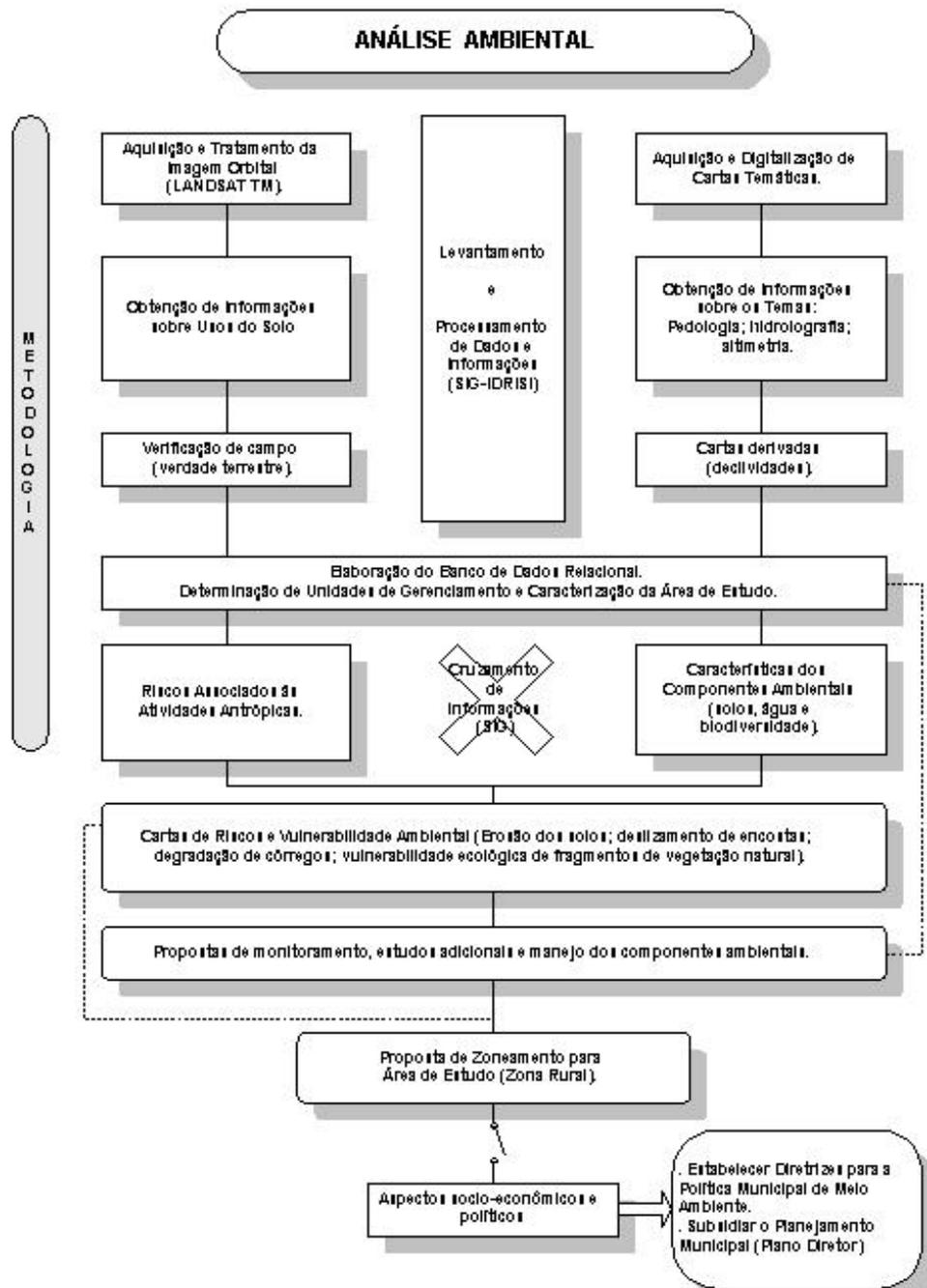
Usos do solo / fontes de risco	Riscos sobre fragmentos de área natural
monocultura de cana-de-açúcar	- fogo, - agrotóxicos
citricultura	- agrotóxicos
outras culturas	- agrotóxicos
silvicultura	- fogo
pastos	- fogo
estradas	- fogo, coleta e caça
zona urbana	- fogo, coleta e caça

Os riscos de incêndio (fogo), contaminação e eliminação biológica por agrotóxicos e eliminação biológica por caça e coleta a que cada fragmento está submetido, foram verificados conforme a proximidade do mesmo às fontes de riscos. Foram elaborados mapas distintos (risco de fogo, agrotóxicos e caça e coleta) acrescidos de 150 metros, para haver sobreposição na área de borda de cada fragmento. Os mapas de riscos foram sobrepostos e o mapa resultante “multiplicado” pelo mapa de fragmentos, para avaliar as áreas mais ameaçadas nos mesmos. O procedimento foi semelhante ao utilizado para análise de riscos sobre o componente água.

Para cada fragmento foram determinadas as áreas expostas aos riscos por agrotóxicos, fogo e caça e coleta (**ANEXO II**).

José Salatiel Rodrigues Pires

O fluxograma abaixo descreve sinteticamente os passos envolvidos na metodologia utilizada para a execução do presente trabalho e seus possíveis desdobramentos.



4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento ambiental visa, em síntese, formular programas e projetos que possam ser executados de forma eficiente e resolver problemas que envolvem a satisfação do ser humano, o uso correto dos recursos naturais e a manutenção da qualidade ambiental.

A formulação destes planos requer a habilidade de fazer projeções confiáveis sobre o futuro, com base nas tendências atuais de uso dos recursos, demografia, qualidade ambiental, e outros fatores. Segundo MEADOWS et al. (1982) a partir do momento em que um problema é óbvio a todos, é tarde demais para solucioná-lo. Embora muitos não compartilhem desta idéia, a verdade é que a partir do momento em que o problema é óbvio a todos, a dificuldade em resolvê-lo é sem dúvida muito maior. Portanto, o termo projeções sobre o futuro, significa antecipar problemas enquanto estes ainda são controláveis, embora muitas pessoas ainda não entendam a situação como um problema. Neste sentido a dificuldade no controle antecipado está na ausência de dados e informações científicas prontamente utilizáveis, o que acarreta em um atraso na conscientização dos tomadores de decisão sobre a real ameaça ambiental, que muitas vezes é percebida por técnicos ambientais. Isto é, até que se estabeleçam relações causa-efeito que não possam ser contra-argumentadas, muitas vezes o problema atingiu proporções incontroláveis. Isto decorre da dificuldade em fazer com que os indivíduos aceitem os sacrifícios de seu conforto ou lucro de hoje, baseados na promessa de evitar problemas e catástrofes ambientais no futuro, pois existe para os mesmos a dificuldade inclusive em admitir a existência destas ameaças.

Além disto, muitos problemas serão evitados quando verificados a tempo e tomadas as soluções adequadas antes da ocorrência, e o seu não aparecimento é visto como ausência da ameaça. O próprio processo de planejamento sofre deste descrédito. Quando não existem planos e/ou quando um plano é mal formulado, os problemas ocorrem e o processo é criticado; por

José Salatiel Rodrigues Pires

outro lado quando um plano é eficaz, ele não aparece pois os problemas previstos foram evitados.

A capacidade de antecipar problemas ou fazer previsões envolve uma série de etapas, entre elas a identificação das tendências a longo prazo (mudanças ambientais, perda da biodiversidade, uso e degradação dos recursos ambientais, aumento demográfico), a análise destas tendências (interação tempo e espaço) e a determinação dos riscos e impactos caso estas tendências se perpetuem.

GRANT (1988) define previsão como o meio mais eficaz de trazer a melhor informação aos processos de formulações de decisões, unindo as análises às decisões e obtendo a melhor descrição possível das implicações acarretadas pelas mesmas. O mesmo autor ainda discute que previsão não é sinônimo de predição, e não deve estar submetida a modelos matemáticos ou computadorizados, Embora estes possam ser usados quando houverem dados suficientes e confiáveis disponíveis. PETERSON (1988) indica ainda que “técnicas de previsão” deveriam fazer parte dos cursos e programas escolares em todos os níveis de ensino, visto que as tendências atuais do uso dos recursos deverão afetar diretamente cada área da atividade humana no futuro.

Para tornar possível aos planejadores fazer previsões e, a partir delas, estabelecer planos e estratégias para contornar os problemas futuros e atingir os objetivos e metas de planejamento, é necessário que estes tenham ferramentas de análise que facilitem o entendimento dos ecossistemas e compartimentos ambientais existentes na área sob planejamento e dos processos ocorrendo dentro dos mesmos. A partir desta análise os planejadores estarão aptos a prognosticar e elaborar cenários sobre a situação futura e definir as estratégias de ação e controle para prevenir problemas. Entretanto, cabe aos tomadores de decisão, nos diversos níveis públicos e privados, sejam eles políticos, empresários, proprietários de terra ou cidadãos comuns, a vontade de por em prática e/ou acatar as recomendações emanadas das análises executadas

pelos planejadores (previsões que definirão prevenções que serão materializadas em diretrizes, normas e leis).

Quando são analisadas as atividades exercidas no ambiente rural, verifica-se que todas tem por objetivo o sustento e a melhoria da qualidade de vida do homem. Os ambientes urbanos e industriais apropriam-se e utilizam-se dos recursos naturais do ambiente rural seja para alimentação, fornecimento de água, minérios, vestimentas, lazer e reciclagem de materiais. Com isto o ambiente rural, que via de regra tem sido manejado inadequadamente, tende a sofrer degradações relacionadas a estas atividades, que a longo prazo serão também afetadas. Este fato decorre da atual abordagem de manejo dos recursos ambientais alocados na área rural, que tem sido apoiada no conceito tradicional de propriedade privada, no qual os recursos são utilizados apenas para o benefício de um indivíduo ou grupo de indivíduos, satisfazendo as condições de mercado. Esta abordagem de utilização tem sido cada vez mais questionada nos meios científicos (ODUM, 1982; PIRES & SANTOS, 1995).

Do ponto de vista do planejamento ambiental, baseado em princípios ecológicos, os recursos do solo, do ar e da água devem ser entendidos como bens públicos e manejados de forma a proporcionar o maior benefício possível para a sociedade, com o menor impacto sobre os ecossistemas. O processo de tomada de decisão frente a utilização dos recursos ambientais deveria considerar o princípio de VERNADSKY (1945), que considera o homem como parte do sistema ecológico e sujeito às leis naturais e forças geológicas, e portanto reconhecer que o impacto de suas decisões sobre o meio ambiente pode ameaçar o próprio desenvolvimento humano.

Atualmente este princípio pode ser observado no plano legal. A Constituição Federal de 1988 prevê em seu Artigo número 225 que: “Todos têm direito ao meio ambiente **ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida**, impondo-se ao Poder Público o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”

José Salatiel Rodrigues Pires

(BRASIL, 1988). O parágrafo 1º deste mesmo Artigo em seu inciso I resume a forma de assegurar sua efetividade, incumbindo ao Poder Público “preservar e restaurar os processos ecológicos e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas”. Não seriam necessários os demais incisos pois o termo “manejo ecológico das espécies e ecossistemas” implica em planejar a utilização sustentada de todos os ecossistemas: terrestres, aquáticos, urbano-industriais e agrícolas ou agroecossistemas. Entretanto, os demais incisos e parágrafos do artigo 225 enfatizam e reforçam a necessidade da preservação e conservação ambiental e determinam as ferramentas que podem ser utilizadas para atingir este objetivo. Entre estas, a necessidade de definir áreas para implantação de Unidades de Conservação, a exigência de EIA/RIMA para a instalação de obras potencialmente poluidoras, o controle do risco ambiental, a proteção da fauna e da flora, a recuperação de áreas degradadas, as sanções penais e administrativas aos crimes contra o meio ambiente, e a necessidade de promoção da educação ambiental em todos os níveis de ensino público.

Particularizando o assunto sobre agroecossistemas, ODUM (1993) conceitua o termo como sistemas "domesticados" muitas vezes intermediários entre ecossistemas naturais, como as pastagens naturais e florestas, e ecossistemas fabricados, como os sistemas urbano-industriais. Assim como os sistemas naturais, os “fabricados” possuem o sol como fonte de energia principal, porém diferem de várias formas dos anteriores por apresentarem, entre outras características, fontes auxiliares de energia para realçar a produtividade (fontes de trabalho humano e animal), diversidade reduzida pelo manejo humano visando maximizar a produção de alimento e outros produtos agrícolas, espécies animais e vegetais dominantes, selecionadas artificialmente e não naturalmente, e controle externo e orientado por metas de produção, ao invés do controle de autoalimentação interno (feedback) como nos sistemas naturais.

Os agroecossistemas lembram ainda os sistemas urbano-industriais, devido a sua necessidade de grandes entradas e saídas de materiais e energia. Diferem entretanto destes últimos por se caracterizarem muito mais

como autotróficos do que heterotróficos. A taxa de fluxo de energia por unidade de área utilizada em agroecossistemas varia muito, desde taxas muito próximas às verificadas em sistemas naturais, como nos agroecossistemas tradicionais, até taxas dez vezes maiores praticadas na agricultura industrializada, que necessita de subsídios energéticos e químicos em grande quantidade. Neste último caso, o impacto deste tipo de agroecossistema devido aos poluentes químicos, às modificações da estrutura do solo (erosão e/ou compactação do solo), à modificação em quantidade e qualidade da água superficial e subterrânea, e à qualidade da atmosfera, além da alteração e deterioração de outros sistemas de suporte da vida (áreas naturais), podem não diferir em muito do impacto de áreas industriais e urbanas. (ODUM, 1993).

Os riscos e impactos ambientais ligados aos agroecossistemas (atividades agrícolas, pecuárias, silviculturais, etc) podem e devem ser evitados e/ou manejados. Eles estão ligados, intrinsecamente, a fatores ambientais (locacionais/estruturais) e tecnológicos (manejo tecnológico-ambiental), e atuam sobre os componentes que suportam a vida (o ar, a água, e os solos).

Existe atualmente uma grande dificuldade em lidar com os problemas ambientais decorrentes da agricultura, devido ao custo relativo das metodologias de análise, avaliação e valoração dos riscos e impactos atribuídos à esta atividade. Esta dificuldade está relacionada ao problema de como medir as fontes não estacionárias (difusas) de poluição e em como controlá-las, quando muitas vezes alguns de seus impactos mais importantes, como contaminação de cadeias tróficas por produtos tóxicos, são cumulativos e sendo apenas percebidos quando o impacto pode ser irreversível. Ao mesmo tempo, embora existam modelos que tentam avaliar estes impactos usando toda a bacia hidrográfica (YOUNG et al. 1989), estes exigem o monitoramento de uma série de parâmetros ambientais, e o conhecimento de fontes difusas existentes na bacia, o que implica em um trabalhoso e custoso empreendimento. CANTER (1986) lista alguns dos modelos usados nos EUA, que poderiam ser aplicados, com algumas

José Salatiel Rodrigues Pires

adequações, às condições tropicais, desde que houvessem dados e informações disponíveis a respeito desta questão.

Enquanto a poluição por fontes estacionárias, como indústrias, são relativamente fáceis de medir, avaliar e buscar soluções de controle, o mesmo não ocorre com relação às fontes difusas. Desta forma, existe dificuldade em atribuir responsabilidade aos agentes poluidores visto que em uma mesma bacia hidrográfica existem vários proprietários usando o solo de forma e manejo diversos, e os impactos muitas vezes são decorrentes da multiplicação destes usos. Nestes casos o princípio da prevenção, consagrado na Agenda 21 (princípio 15) é o mais aconselhado e deveria ser aplicado em todos os níveis de governo: “onde houver ameaças de danos sérios e irreversíveis, a falta de conhecimento científico não serve de razão para retardar medidas adequadas para evitar a degradação ambiental”.

Um primeiro passo para prevenir os problemas ambientais decorrentes do uso do solo rural está em criar instrumentos de análise ambiental voltados a determinar geograficamente os possíveis riscos destas atividades sobre os componentes ambientais. A análise destes riscos envolve a identificação das possíveis causas e os componentes a serem afetados em um contexto geográfico. A identificação dos riscos e das áreas críticas ambientais permite às autoridades a implementação de programas de monitoramento e manejo dos mesmos, diminuindo a possibilidade de impactos sobre os componentes ambientais e danos ambientais e econômicos decorrentes dos mesmos. Neste trabalho, o conceito de riscos ambientais é utilizado em um sentido amplo, como adotado por BORDEST (1992). Os riscos das atividades antrópicas sobre os componentes ambientais são vistos como possibilidade de degradação do componente (desestruturação, contaminação), são qualitativos e na maioria das vezes adimensionais em termos de probabilidade de ocorrência e magnitude de impacto. Para estudos mais aprofundados e análises mais completas de riscos devem ser utilizadas as metodologias descritas por KATES (1978), WHYTE & BURTON (1980), BURTON et al. (1978) e UNEP (1992).

Unidade de Gerenciamento - Bacia Hidrográfica.

A escolha da Bacia Hidrográfica como unidade gerencial foi baseada nos estudos de BORMANN & LIKENS (1967); O'SULLIVAN (1979); ODUM (1985); POLLETE (1993) e LIMA (1994). A utilização da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento não é recente; há muito tempo os hidrólogos têm reconhecido as ligações entre as características físicas de uma bacia hidrográfica e a quantidade de água que chega aos corpos hídricos. Por outro lado, os limnólogos têm considerado que as características do corpo d'água refletem as características de sua bacia de drenagem.

As abordagens de planejamento e gerenciamento utilizando a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante, desde que as mesmas apresentam características biogeofísicas que denotam sistemas ecológicos e hidrológicos relativamente coesos (DASMANN et al. 1973). No início, o processo de gerenciamento e planejamento de bacias hidrográficas visava basicamente a solução de problemas relacionados à água, priorizando o controle de inundações, ou a irrigação, ou a navegação e ou o abastecimento público e industrial (FORBES & HODGE, 1971). Com o aumento da demanda sobre os recursos hídricos e da experiência dos técnicos envolvidos em sua administração, foi verificada a necessidade de incorporar aspectos relacionados aos usos múltiplos da água na abordagem inicial, visando atender uma estrutura do tipo multi-usuário que na maioria das vezes competem pelo mesmo recurso. Esta abordagem buscou solucionar conflitos entre os usuários e dimensionar a qualidade e a quantidade do recurso que cabe a cada um e as suas responsabilidades sobre o mesmo. Entretanto, o enfoque principal desta estratégia permaneceu por muito tempo sobre o recurso hídrico, sem atentar para o uso de outros recursos ambientais da bacia hidrográfica que também influenciam quantitativa e qualitativamente no ciclo hidrológico. A Figura 2 demonstra de maneira simples os principais usos do solo e suas possíveis interferências no ciclo hidrológico; a partir da mesma pode ser observado que qualquer uso do solo na bacia de drenagem interfere no ciclo, não importando o

José Salatiel Rodrigues Pires

grau com que o mesmo utiliza ou depende diretamente da água. Pode ser verificado por exemplo que, embora a agricultura sem irrigação não retire a água de qualquer manancial superficial, a sua presença interfere de forma indireta, com o aumento do escoamento superficial, da erosão e conseqüente assoreamento de corpos d'água, da menor taxa de infiltração de água no solo, diminuição do lençol freático, alteração no padrão de vazão de córregos, etc, pois o uso do recurso solo interfere no recurso água (PIRES & SANTOS, 1995).

O planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas deve portanto incorporar todos os recursos ambientais da área de drenagem e não apenas o recurso hídrico. Nesse sentido a análise ambiental adotando a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, deve procurar o entendimento das potencialidades e riscos ambientais ocorrendo na mesma, em relação ao diversos usos antrópicos existentes.

A análise ambiental deve oferecer uma orientação ecológica ao planejamento de uma área, organizando as funções e usos do espaço de acordo com o potencial natural existente. Esta organização envolve ordenar o uso múltiplo do espaço, de forma a interferir ou não, o mínimo possível, nas funções (produtividade, capacidade suporte, capacidade de informação e de auto-regulação) dos sistemas naturais, evitando sobrecargas que possam causar danos aos mesmos e aos usos do solo atuais e futuros (FARIA, 1983).

Neste sentido a análise deve auxiliar o planejamento do território ao oferecer elementos para a tomada de decisão, com relação à

José Salatiel Rodrigues Pires

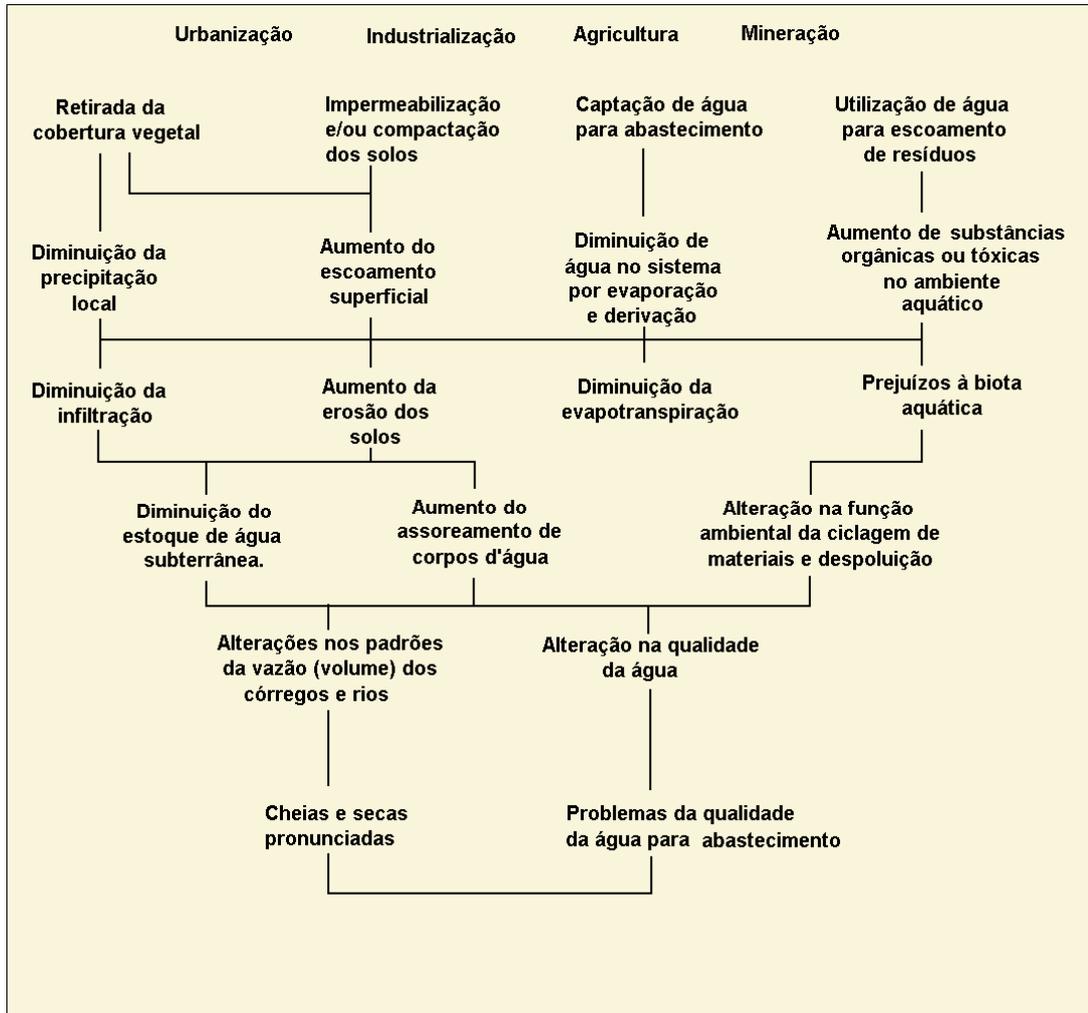


FIGURA 2 - Principais usos do solo e suas possíveis interferências no ciclo hidrológico .

José Salatiel Rodrigues Pires

alocação ou intensificação dos diferentes usos do solo, à redistribuição de usos existentes e/ou a resolução de conflitos gerados por disputas entre usuários de um ou mais recursos ambientais. As autoridades ambientais devem estar munidas de informações suficientes para poder coordenar e estabelecer junto aos usuários das terras de uma bacia hidrográfica, os usos mais apropriados das mesmas, mediando conflitos e diminuindo os riscos sobre bens ambientais de uso comum ou de especial interesse para a comunidade, do ponto de vista do desenvolvimento sustentado. Para tanto, é necessário uma boa caracterização da área, ampliando o conhecimento geográfico sobre a mesma e identificando os riscos ambientais existentes e as atividades responsáveis pelos mesmos.

Assim, a área de estudo (AE) foi dividida em 8 Unidades de Gerenciamento (UG), representando oito bacias hidrográficas, numeradas de 1 a 8 (Figura 1). A Tabela 5 mostra a área em hectares (ha) das mesmas e as suas percentagens em relação à AE.

TABELA 5 - Área das Unidades de Gerenciamento em hectares e percentuais.

UGs	Área (ha)	Perctual da Área total do município (%)
UG 1	12.819,64	21,50
UG 2	10.278,08	17,25
UG 3	6.077,14	10,19
UG 4	9.345,83	15,68
UG 5	4.563,25	7,66
UG 6	7.468,10	12,53
UG 7	4.950,20	8,30
UG 8	4.111,37	6,89
A E	59.613,63	100

As UGs 1, 7 e 8 estão localizadas na região norte da AE, as 1 e 7 estão orientadas no sentido leste-oeste, enquanto que a 8 orienta-se basicamente no sentido sul-norte. As UGs 2, 3, 4, 5 e 6 são paralelas e estão

localizadas na região sul da AE; suas bacias hidrográficas estão orientadas no sentido Norte-Sul, desembocando suas águas diretamente no rio Mogi-Guaçu. Os principais córregos que definem as 8 bacias hidrográficas estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - Principais córregos que definem as Unidades de Gerenciamento.

Unidade de Gerenciamento	Córrego / Ribeirão	Tributário do
UG 1	Rib. da Onça	Mogi-Guaçu *
UG 2	Rib. Vassununga	Mogi-Guaçu
UG 3	Cór. Cafundó (ou Manoel Rodrigues)	Mogi-Guaçu
UG 4	Cór. Beija-Flor (ou Jataí)	Mogi-Guaçu
UG 5	Cór. Boa Sorte	Mogi-Guaçu
UG 6	Cór. dos Veados	Mogi-Guaçu
UG 7	Cór. Volta Grande	Rib. Onça / Mogi-Guaçu
UG 8	Cor. Lageadinho	Rib. Onça / Mogi-Guaçu

* O ribeirão da Onça encontra o rio Mogi-Guaçu fora da área de estudo.

As Unidades de Gerenciamento número 2, 6, 7 e 8 possuem parte de suas bacias hidrográficas em territórios de municípios vizinhos.

Caracterização da AE conforme os Usos do Solo.

Com relação ao Uso do Solo, a interpretação da imagem orbital (LANDSAT TM 5) permitiu verificar 22 tipos principais de uso do solo (Figura 3). As características dos mesmos, suas áreas (ha) e percentagens relativas a AE são apresentadas na Tabela 7.

José Salatiel Rodrigues Pires

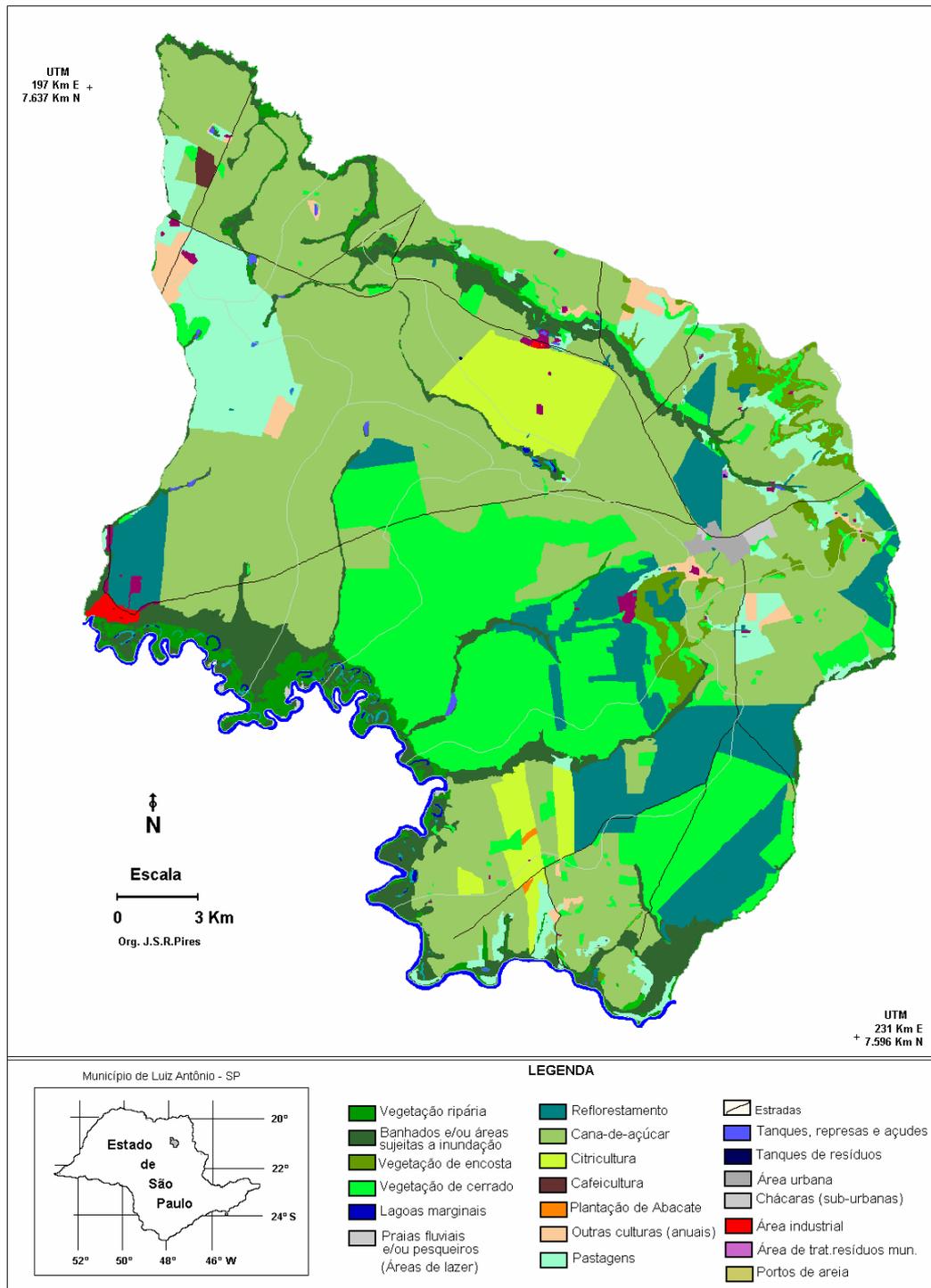


FIGURA 3 - Carta de Uso e Ocupação do Solo na Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

TABELA 7 - Uso do Solo identificados na Área de Estudo (AE) (Município de Luiz Antonio - SP).

Uso do Solo	Cód.	Característica	Área (%)	Área (ha)
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripária (ciliar)	18	Mata natural e/ou semi-natural, em diversos estados de conservação.	2,60	1.548,78
1.2. Banhados e áreas de alagamento	49	Vegetação natural e/ou semi-natural localizada em regiões de planície, em diversos graus de umidade (úmida a seca) em variáveis estados de conservação. Estas áreas muitas vezes são utilizadas como pastagens naturais.	7,75	4.618,11
1.3. Áreas úmidas	22	Áreas com vegetação natural e/ou semi-natural, em vários estados de conservação localizadas ao lado de lagoas, tanques ou represas.	0,17	103,23
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	90	Área com vegetação natural e/ou semi-natural, em diversos estados de conservação, muitas vezes utilizadas como pastagens.	2,16	1.287,27
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	25	Áreas naturais e áreas em recuperação natural, em diversos estágios de sucessão e conservação, incluindo cerrados, cerradões e campos cerrados, além de fragmentos de áreas de cerrado.	18,92	11.278,68
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	20	Áreas contendo plantação de espécies vegetais comerciais, principalmente pinus e eucalipto, utilizadas principalmente para extração de madeira.	9,95	5.931,28
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	134	Áreas de monocultura de cana, incluindo infra-estrutura de transporte para manejo das safras	44,27	26.393,57
3.2. Áreas de citricultura	175	Áreas de monocultura de laranja	4,39	2.618,26
3.3. Áreas de plantação de Abacate	231	Plantações de Abacate	0,04	24,06
3.4. Áreas de plantação de café	79	Plantações comerciais de Café	0,14	84,89
3.5. Áreas contendo outras culturas	200	Plantações de culturas anuais: milho, sorgo, soja, feijão, arroz ou outras	1,24	738,10
3.6. Áreas contendo infra-estrutura rural	110	Casas, escritórios, paiól, abrigos p/ trator, etc.	0,41	242,79
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	142	Áreas de pastagem para gado e/ou animais de tração (equinos)	6,93	4.130,35
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	222	Lagoas marginais localizadas na área de inundação do rio Mogi-Guaçu.	0,11	64,75
5.2. Tanques, represas e açudes	249	Tanques, represas e açudes localizados na zona rural	0,11	68,61
5.3. Tanques de resíduos	221	Tanque do sistema de tratamento de esgotos da cidade de L.A. e tanque de distribuição de vinhoto da Destilaria Moreno	0,01	5,85
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas		Área da cidade de Luiz Antonio	0,30	177,06
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)		Área adjacente a cidade de L.A. contendo chácaras de moradia e lazer	0,13	76,52
Área industrial				
7.1. Área industrial	180	Áreas ocupadas pela indústria, pátios, etc.	0,21	125,62
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	160	Área adjacente ao sistema de tratamento de esgotos	0,007	4,58
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	170	Portos de areia localizados às margens do Rio Mogi-Guaçu	0,003	1,80
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	171	Área contendo praias fluviais naturais e áreas de pesca e lazer (pesqueiros)	0,06	36,60
10. Usos Não Definidos				
		Áreas contendo usos não definidos	0,09	52,87
TOTAL			100%	59.613,63

José Salatiel Rodrigues Pires

De um modo geral estes usos podem ser agrupados em Áreas Naturais (AN - Tabela 7, itens 1.1 a 1.5 e 5.1), Agroecossistemas (AG - Tabela 7, itens 2.1, 3.2 a 3.6 e 4.1), Áreas Urbanas (AU - Tabela 7, itens 6.1 e 6.2), Áreas Industriais (AI - Tabela 7, 7.1) e outras áreas incluindo tanques de tratamento de resíduos urbanos e industriais (itens 7.2 e 5.3), represas (item 5.2), áreas de mineração de areia (item 8.1), praias fluviais (item 9.1) e áreas de uso não identificado (item 10), com tamanhos menos expressivos em termos de uso do solo.

A maior parte da área de estudo está ocupada por Agroecossistemas (AG) incluindo monocultura de cana-de-açúcar, reflorestamento, citricultura, pecuária e outras culturas, com 40.163,30 ha ou 67,37 % da área total, seguido de Áreas Naturais (AN), itens 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 e 1.5, que somadas as lagoas marginais (item 5.1), constituem 18.900,82 ha ou 31,71 % da área.

Os dois principais tipos de uso do solo em termos de área ocupada são a monocultura de cana-de-açúcar (26.393,57 ha), principal tipo de Agroecossistema perfazendo 44,27% da área de estudo, seguido do Cerrado (11.278,68 ha) em suas diversas formas, com 18,92% da área, dos quais a Estação Ecológica de Jataí contribui com parcela significativa. A seguir podem ser destacadas as áreas de reflorestamento com 9,95% (5.931,28 ha), áreas de banhados e alagamento com 7,75 % (4.618,11 ha), áreas de pastos plantados com 6,93% (4.130,35 ha), áreas de citricultura com 4,39% (2.618,26 ha), áreas de vegetação ripária com 2,60% (1.548,78 ha), vegetação de encostas com 2,16% (1.287,27 ha) e áreas contendo culturas anuais com 1,24% (738,10 ha). Todos os demais usos representam 1,79% do total e estão abaixo de 0,5% em área de ocupação.

O uso e ocupação do solo por Unidade de Gerenciamento e respectivas percentagens está representado no **ANEXO III**.

José Salatiel Rodrigues Pires

Para análise dos riscos de degradação a que estão submetidos os componentes solos, água e biodiversidade, foram verificados os riscos ambientais das principais atividades desenvolvidas na área rural. A Tabela 8 apresenta os riscos associados aos principais usos do solo.

Em síntese, os riscos de degradação por erosão de solos, sólidos em suspensão em corpos d'água e assoreamento de córregos foram associados às atividades desenvolvidas pela monocultura de cana-de-açúcar e outras culturas; os riscos de contaminação e eliminação biológica dos corpos d'água e fragmentos de áreas naturais foram relacionados à deriva de agrotóxicos devido às atividades praticadas pela monocultura de cana-de-açúcar, citricultura e outras culturas; os riscos de degradação e eliminação biológica por queimadas devido às práticas de uso do fogo ou fogo acidental ou criminoso, foram relacionados às atividades de monocultura de cana-de-açúcar, pastagens, silvicultura e presença de estradas; os riscos de degradação e eliminação biológica devido à caça e coleta foram relacionados à presença de estradas e área urbana; os riscos de contaminação da água por matéria orgânica em excesso e materiais tóxicos foram relacionados à presença de tanques de tratamento de efluentes industriais e urbanos e estradas, devido à possibilidade de desastres envolvendo cargas perigosas. Riscos de deslizamento de encostas foram atribuídos às condições naturais de terreno (declividade).

Tabela 8 - Atividades desenvolvidas na Área de Estudo e impactos e riscos ambientais associados.

Atividade	Atividade /manejo	Riscos / Impactos	
Monocultura de cana de açúcar	Desmatamento	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de ecossistemas naturais - Fragmentação de habitats - Extinção local de espécies - Retirada de vegetação multiestratificada - Desequilíbrio dos sistemas hidrológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de biodiversidade - desequilíbrios biológicos (aumento de espécies de estratégia r - pragas potenciais) - eliminação de espécies predadoras (controladores de pragas). - desperenização de córregos nas épocas de estiagem prolongada; - aumento da carga de sólidos nos sistemas hídricos; - aumento do potencial de erosão dos solos - assoreamento de corpos d'água; - perda de biodiversidade aquática;
	Substituição de lavouras de alimento ou pastos	- diminuição da diversidade da paisagem	
	Práticas de queimadas	<ul style="list-style-type: none"> - degradação de fragmentos isolados de vegetação; - desestruturação física dos solos; - poluição do ar; 	<ul style="list-style-type: none"> - perda adicional de espécies; - maior desequilíbrio biológico; - aumento do potencial de erosão; - Degradação da qualidade do ambiente aquático; - aumento de problemas respiratórios população;
	Uso de pesticidas	<ul style="list-style-type: none"> - deriva de pesticidas para ecossistemas vizinhos; - contaminação dos solos - contaminação do lençol freático; 	<ul style="list-style-type: none"> - eliminação biológica de espécies não alvo; - Degradação de fragmentos isolados de vegetação; - Degradação da qualidade do ambiente aquático;
	Uso de fertilizantes artificiais	<ul style="list-style-type: none"> - contaminação do lençol freático; - contaminação de águas superficiais 	- Degradação da qualidade do ambiente aquático;
	Uso de fertirrigação	<ul style="list-style-type: none"> - contaminação do lençol freático (nitratos) - contaminação de corpos d'água superficiais; 	<ul style="list-style-type: none"> - perda de manancial futuro de água; - degradação de corpos d'água superficiais;
	cultivo em áreas extensas	- Isolamento entre fragmentos de vegetação natural e/ou semi-natural;	- aumento do potencial de perdas de espécies por motivos estocásticos;
	cultivo contínuo com maquinário agrícola	- Compactação dos solos;	<ul style="list-style-type: none"> - desestruturação física dos solos; - Aumento do potencial de erosão.
	Necessidade de rede intrincada de estradas para manejo (colheita e transporte de insumos, preparo da terra)	- compactação dos solos;	- Aumento do potencial de erosão;

José Salatiel Rodrigues Pires

Tabela 8 - Atividades desenvolvidas na Área de Estudo e impactos e riscos ambientais associados. (continuação)

Reflorestamento	Desmatamento	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de ecossistemas naturais - Fragmentação de habitats - Extinção local de espécies - Retirada de vegetação multiestratificada - Desequilíbrio os sistemas hidrológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Perda de biodiversidade - desequilíbrios biológicos (aumento de espécies de estratégia r - pragas potenciais) - eliminação de espécies predadoras (controladores de pragas).; - desperenização de córregos nas épocas de estiagem prolongada; - aumento da carga de sólidos nos sistemas hídricos; - aumento do potencial de erosão dos solo - assoreamento de corpos d'água; - perda de biodiversidade aquática;
	Plantio em grande extensões de terra	Desequilíbrios nos sistemas hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> - diminuição da vazão ou desperenização de córregos; - desequilíbrios biológicos;
	Uso de inseticidas	- eliminação biológica	- desequilíbrios biológicos;
Pastagens	- introdução de espécies exóticas altamente agressivas	- competição e eliminação de espécies nativas;	<ul style="list-style-type: none"> - perda de biodiversidade; - desequilíbrios biológicos;
	- manejo com uso de queimadas;	<ul style="list-style-type: none"> - degradação de fragmentos isolados de vegetação; - desestruturação física dos solos; - poluição do ar; 	<ul style="list-style-type: none"> - perda adicional de espécies; - maior desequilíbrio biológico; - aumento do potencial de erosão; - Degradação da qualidade do ambiente aquático; - aumento de problemas respiratórios população;
		- erosão de solos em áreas suscetíveis	
Citricultura	Uso de agrotóxicos	<ul style="list-style-type: none"> - deriva de pesticidas para ecossistemas vizinhos; - contaminação dos solos - contaminação do lençol freático 	<ul style="list-style-type: none"> - eliminação biológica de espécies não alvo; - Degradação de fragmentos isolados de vegetação; - Degradação da qualidade do ambiente aquático;
	Uso de maquinário agrícola	- Compactação dos solos;	<ul style="list-style-type: none"> - desestruturação física dos solos; - Aumento do potencial de erosão.

Caracterização e riscos sobre o componente Solos.

Os solos podem ser considerados o terceiro maior componente de suporte da vida na biosfera (ODUM, 1993). São o produto da alteração física e química da crosta terrestre (rocha matriz) e da atividade de vários organismos, especialmente vegetais e microorganismos. Os riscos das atividades humanas sobre este componente ambiental variam conforme a suscetibilidade ambiental natural dos solos e o tipo de tecnologia empregada pela atividade. De forma geral, os impactos sobre este componente podem ser classificados em físicos (perda de solo, desestabilização da estrutura do solo, lixo, deslizamento de encostas) e químicos (contaminação, lixiviação).

Dentre os riscos ambientais a que o componente solos está submetido, a erosão pode ser considerada uma das maiores ameaças. Todos os países dão atenção em maior ou menor grau a este problema, devido aos impactos adversos relacionados a este fenômeno. Entre os vinte maiores riscos ambientais registrados em um levantamento realizado em 63 países em desenvolvimento, a degradação do solo, incluindo perda por erosão e de fertilidade, foi reportado pela maioria como sendo um dos mais preocupantes (WHYTE & BURTON, 1980).

A erosão do solo causada pela água e pelo vento ocorre natural e continuamente a baixas taxas. Em áreas onde o solo é perdido a taxas mais rápidas do que sua gênese, o novo solo formado geralmente possui produtividade reduzida e outros impedimentos ao pleno crescimento vegetal. Similarmente a muitos outros processos naturais, o homem tende a acelerar a erosão do solo trazendo efeitos negativos à qualidade ambiental e às suas atividades produtivas. A erosão do solo diminui a produtividade devido: a perda de capacidade de estoque de água disponível aos vegetais, a perda de nutrientes e a degradação da estrutura do solo. Por outro lado, as áreas que recebem solos perdidos também podem ser impactadas negativamente devido a siltação e colmatação de

José Salatíel Rodrigues Pires

sistemas naturais ou artificiais. Os sedimentos derivados da erosão dos solos diminuem a capacidade de estoque de água dos ecossistemas aquáticos e alagáveis naturais e artificiais, causando deterioração destes habitats e da qualidade de sua água. Além disto, os nutrientes e produtos químicos carregados junto ao solo perdido, comprometem a qualidade da água e provocam danos na biota aquática. Ao mesmo tempo, a degradação de solo obriga o uso de terras anteriormente consideradas marginais no ciclo de produção agrícola para compensar as perdas, convertendo e diminuindo desta maneira as áreas naturais e semi-naturais existentes.

Qualquer conversão do uso do solo, da manutenção da vegetação natural para outro uso, pode afetar de várias formas as suas condições de estabilidade, seja por compactação, devido ao uso de maquinário agrícola pesado e/ou constante, seja por erosão, vossorocamento e outras formas de perda de solo, ou por diminuição de fertilidade. Usos para deposição de resíduos sólidos ou líquidos, seguidos do uso urbano e industrial, causam maiores impactos devido a impermeabilização e contaminação dos solos; entretanto, o uso agrícola também pode impactar o solo de forma irreversível se não forem tomadas medidas de prevenção e manejo adequadas.

Algumas características e qualidades edáficas e ambientais que indicam o potencial de erosão de um solo, podem ser usadas como critérios para determinar o grau de manejo adequado a cada tipo de solo, ou pelo menos auxiliar o tomador de decisão a respeito dos riscos da utilização inadequada dos mesmos. Entre estas estão a textura, a estrutura, o teor de matéria orgânica, o teor de carbonatos, a pedregosidade, a porosidade e a profundidade, e derivado destas, a resistência à dispersão, a permeabilidade, a capacidade de retenção de água, capacidade de infiltração e estabilidade natural. Evidentemente, nem sempre existe a disponibilidade destas informações e nem sempre é possível um levantamento destas características no campo, sem um custo relativamente alto. Entretanto, alguns critérios, como regra geral, podem auxiliar a determinar o grau de suscetibilidade à erosão, entre eles:

José Salatiel Rodrigues Pires

- a) Solos mais profundos são menos suscetíveis à erosão que solos rasos;
- b) A capacidade de infiltração é inversamente proporcional à suscetibilidade à erosão;
- c) A estabilidade estrutural (ou resistência do solo à desagregação em condições de umidade) depende do tipo e quantidade de argila presente, da quantidade de matéria orgânica ou outro agente cimentante qualquer. Ou seja, solos com maiores teores de argila ou M.O. são mais estáveis e menos propensos à erosão;
- d) Quanto maior a proteção dos solos pela cobertura vegetal, menor sua suscetibilidade à erosão;
- e) Quanto maior a declividade do terreno, maior a força de arraste de partículas pela água e maior a suscetibilidade à erosão.

Em síntese, a água de escoamento superficial (runoff) ao fluir pela superfície do solo tende a arrastar as partículas do mesmo. Quanto mais facilmente desagregáveis estas partículas (menor a estabilidade estrutural), maior a erosão. Ao mesmo tempo, quanto maior a quantidade de água que escorre pela superfície (efeito climático: zonas de alta pluviosidade possuem maior risco de erosão dos solos), maior a proporção de partículas a serem arrastadas. Nesse sentido, a quantidade de escoamento é diretamente controlada pela permeabilidade do solo e, conseqüentemente, os solos mais permeáveis e menos desagregáveis deverão ser aqueles com menor suscetibilidade à erosão. O grau de proteção dado ao solo pela vegetação, também é importante e diminui sua erosão potencial. Esta relação é conhecida há muito tempo. Quanto maior a porcentagem de solo coberto pela vegetação e dependendo do tipo e forma da cobertura vegetal, maior a proteção do mesmo à erosão. O estrato arbóreo, em geral, oferece o maior grau de proteção, seguido do arbustivo e finalmente do herbáceo (FAO, 1970).

Além destes, a declividade é outro importante elemento natural diretamente relacionado à erosão. A declividade ou pente determina o potencial de arraste da água de escoamento superficial. Quanto maior o ângulo e comprimento da pente, maior será a energia potencial que a água de escoamento irá adquirir e maior o seu potencial de desagregação e arraste de partículas.

Naturalmente, estes critérios devem ser usados em senso amplo, e nunca para julgar projetos individuais que necessariamente deverão ser embasados em levantamentos de campo. A elaboração de um índice de risco de erosão e de um mapa de zoneamento de risco, objetivam auxiliar o tomador de decisão com relação a escolha do tipo de uso de solo mais adequado para uma determinada área em nível macro, de forma a perder o mínimo de solo possível. Desta forma, o índice de risco utilizado procurou ser o mais genérico possível. A determinação de um índice mais próximo da realidade deve envolver diversos especialistas na área. Seria recomendável inclusive utilizar a Equação Universal de Perda de Solos (WISCHMEIER & SMITH, 1978). Neste caso seria necessário possuir informações suficientes para sua utilização.

A geomorfologia da área implica de antemão na existência de áreas mais e menos propensas a riscos de erosão. De maneira geral, a forma de relevo da área de estudo é representada por duas grandes unidades, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental (IPT, 1981). As principais formas estruturais encontradas na área são:

- 1- Áreas com relevo de agradação. Constituídas de planícies aluviais com terrenos baixos e mais ou menos planos, junto às margens dos córregos e do rio Mogi-Guaçu, sujeitos à inundações periódicas;
- 2- Relevo de morros de encostas suavizadas onde predominam baixas declividades - até 12% e amplitudes locais de 100 a 300 metros. Morros amplos

José Salatiel Rodrigues Pires

constituindo interflúvios arredondados, com área superior a 15 Km², topos arredondados a achatados, vertentes com perfís retilíneos a convexos; drenagem de padrão dendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas (maior parte da área);

3- Relevos de degradação em planaltos dissecados - relevo colinoso - colinas amplas onde predominam interflúvios com área superior a 4 Km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfís retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, vales abertos, planícies interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. (Área da Serra do Jataí e seguindo em direção nordeste até o ponto mais alto da área de estudo).

Uma representação gráfico-perspectiva apresentando as formas de relevo da AE é mostrada na Figura 4.

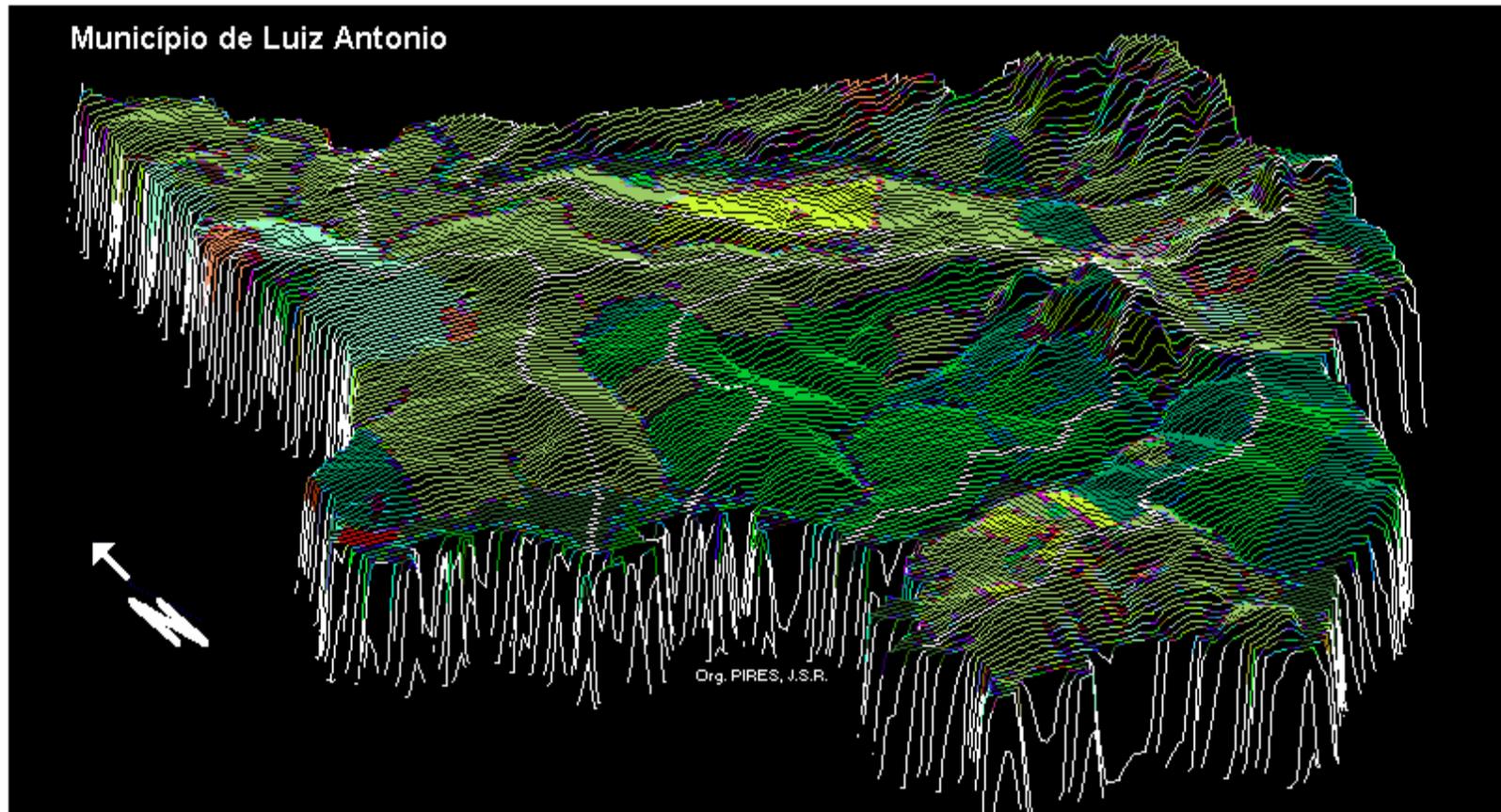


Figura 4 - Bloco-diagrama representativo das formas de relevo da Área de Estudo.

A área de estudo varia entre 500 e 900 metros de altitude em relação ao nível do mar. Cerca de 85% da área são constituídos de relevo plano a suavemente ondulado, com declividades entre 0 e 3% em 45,26% dos casos (26.983 ha) e entre 3 e 8% representando 39,46% da área (23.528 ha). Áreas de relevo ondulado (classe de declividades entre 8 e 12%) correspondem a apenas 8,61% da área de estudo (5.134 ha), e declividades mais acentuadas, entre 12 e 18% (fortemente onduladas), e acima de 18% (montanhosas), apresentaram percentuais baixos, de 3,65% e 3,02% respectivamente. As cartas hipsométrica e clinográfica da área de estudo estão representadas nas Figuras 5 e 6. A Tabela 9 mostra as classes de declividade, suas áreas e percentagens relativas.

TABELA 9 - Classes de declividade, em área (ha) e porcentagem relativa.

Classes de Declividade	Área (ha)	Percentual em relação a AE (%)
Classe 1 (0 - 3%)	26.983,39	45,26
Classe 2 (3 - 8 %)	23.528,73	39,46
Classe 3 (8 - 12 %)	5.134,63	8,61
Classe 4 (12 - 18 %)	2.178,16	3,65
Classe 5 (acima de 18 %)	1.790,05	3,02
Total	59.613,63	100,00

José Salatiel Rodrigues Pires

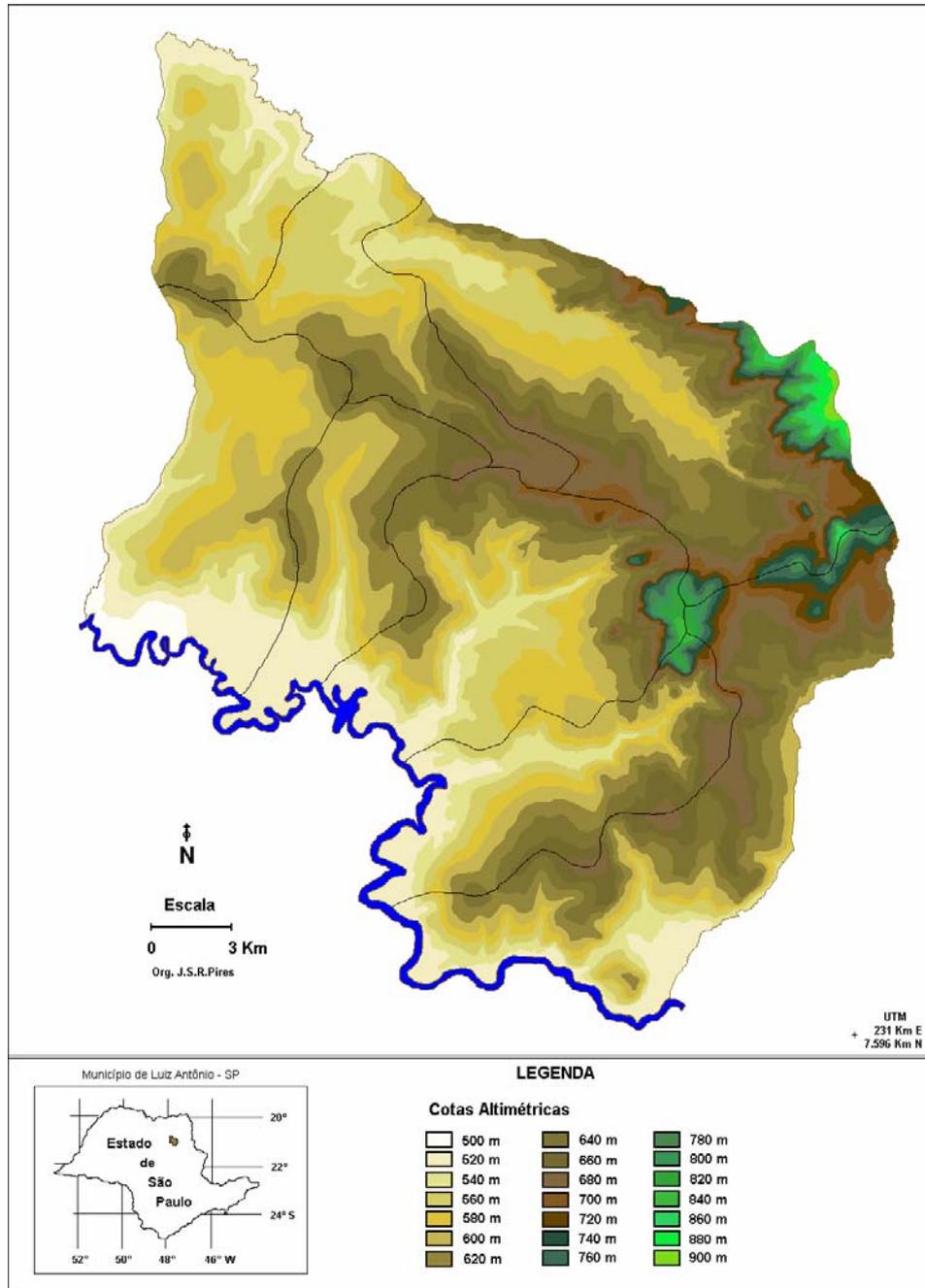


FIGURA 5 - Carta Hipsométrica da Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

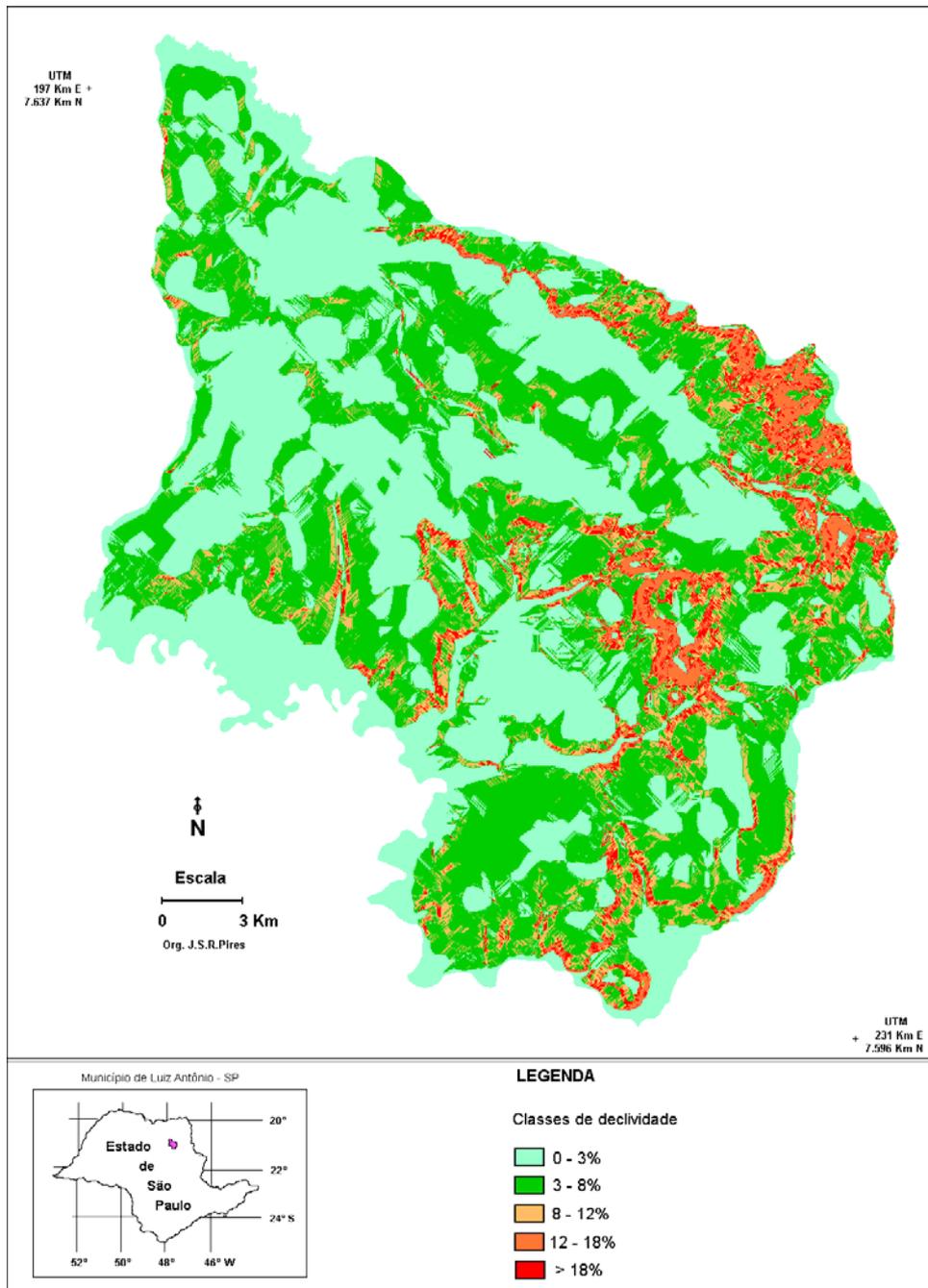


FIGURA 6 - Carta Clinográfica (Declividades) da Área de Estudo (AE).

Conforme estas classes de declividade foram definidas as 4 zonas de risco de erosão (Figura 7) compreendendo :

1- Zona de risco baixo ou nulo de erosão contendo 26.983 ha ou 45,26% da área, sobre a qual, do ponto de vista do risco de perda do solo, existem terras próprias para a agricultura desde que mantidas práticas mínimas de controle de erosão quando necessário; a declividade nesta área está entre 0 e 3%.

2- Zona de risco médio de erosão com 23.528 ha (39,46% da AE), com terras adequadas às práticas agrícolas extensivas e intensivas desde que sejam utilizadas práticas para evitar a erosão; a declividade nesta zona encontra-se entre 3 e 8%.

3- Zona de risco alto de erosão com 5.134 ha (8,61% da AE). Quando possível estas terras não devem ser utilizadas continuamente para culturas anuais; devem ser manejadas de forma a evitar ao máximo a perda de solos, através da plantação de espécies perenes e/ou do uso de tecnologias e práticas adequadas de controle de erosão; declividade entre 8 e 12%.

4- Zona de risco muito alto de erosão com área de 3.968 ha (6,67%). Inclui terras que devem ser manejadas de forma a manter e/ou restabelecer o máximo da cobertura vegetal nativa, e, quando utilizadas para cultivo, devem ser aplicadas práticas sofisticadas de controle de erosão; declividade acima de 12%. Solos com declividade superior a 47% não devem ser utilizados para agricultura e pecuária.

José Salatiel Rodrigues Pires

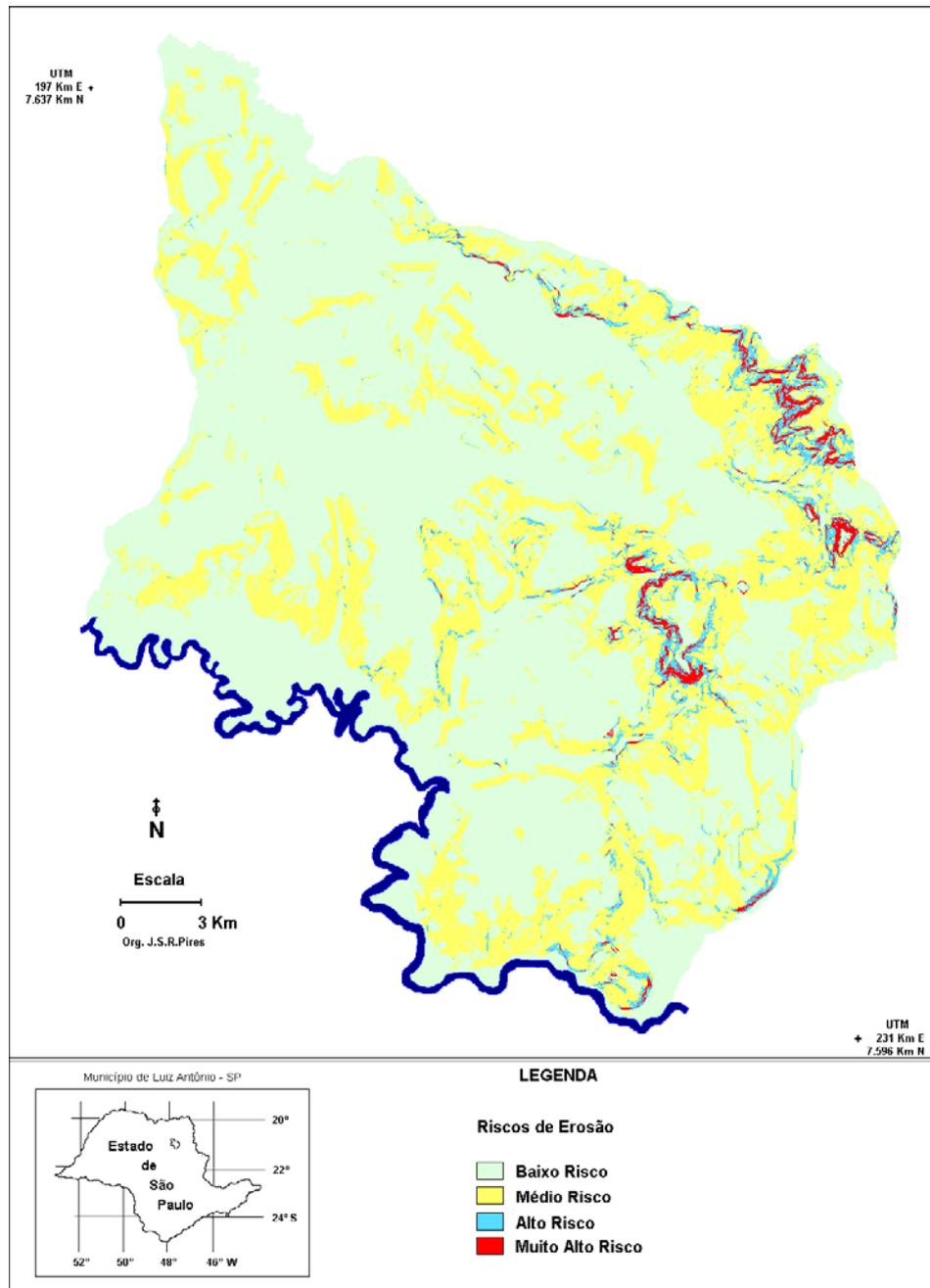


FIGURA 7 - Carta de Riscos de Erosão de Solos da Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

Com relação aos tipos de solos (pedologia) a área de estudo apresenta sete grandes classes de solos (Figura 8), representados pelos Latossolos (Latosolo Roxo - LR, Latossolo Vermelho-Escuro - LE, Latossolo Vermelho-Amarelo - LV), Areias Quartzosas - AQ, Solos Hidromórficos - Hi, Solos Litólicos - Li e Terra Roxa Estruturada - TE. A Tabela 10 apresenta os tipos de solos, suas áreas e respectivas percentagens em relação à AE.

TABELA 10 - Tipos de solos (Pedologia), suas áreas e respectivas percentagens em relação à AE.

Tipo de solo	Área (ha)	Área (%)
Solos Litólicos Li	1.054,10	1,77
Solos Hidromorfos Hi	5.189,13	8,71
Areias Quartzosas AQ	7.542,74	12,65
Latosolo Vermelho- Amarelo LV	1.260,47	2,11
Latosolo Vermelho- Escuro LE	19.342,36	32,45
Latosolo Roxo LR	24.866,45	41,71
Terra Roxa Estruturada TE	358,35	0,60
Total	59.613,63	100,00

A maioria dos solos da área são do tipo Latossolo (76,27%) sendo o Latossolo Roxo (LR) o que apresenta a maior percentagem, com 41,71% ou 24.866,45 hectares. Este tipo de solo (LR) é de textura argilosa e possui origem em rochas eruptivas básicas, apresentando-se em relevo plano (39,14%) a suavemente ondulado (44,18%), com declives longos em 83,32% dos casos (20.719 ha).

José Salatiel Rodrigues Pires

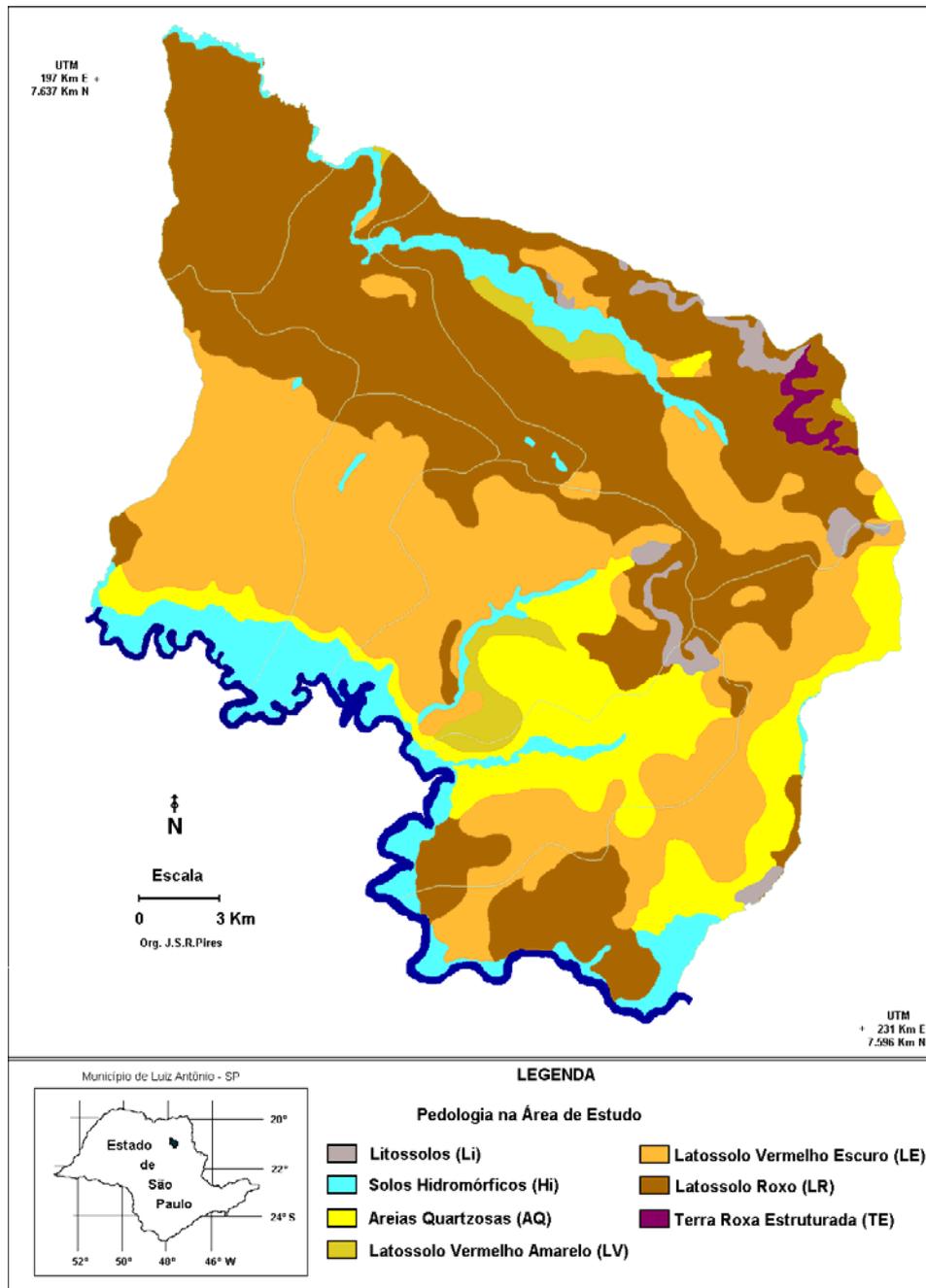


FIGURA 8 - Carta de Solos (Pedologia) da Área de Estudo (AE).

Do ponto de vista agrícola, este solo possui poucas restrições à mecanização, porém o fator limitante refere-se à fertilidade relativamente baixa com que ocorre na região de estudo. Em geral, quando estão associados à áreas com relevo plano, suavemente ondulado e ondulado, não apresentam graves problemas de erosão.

O Latossolo Vermelho Escuro (LE) apresenta-se em 32,45% da área ou 19.342,36 ha. Constitui-se de um solo escuro, vermelho, profundo, argiloso, originado de folhelhos, varvitos e argilitos. Na área de estudo ocorre em fase arenosa. Em cerca de 87% dos casos este solo ocorre em terrenos planos e suave ondulado (41,47 plano e 45,56% suave ondulado). Em 9,13% da área apresenta-se sobre relevo ondulado, em 2,92% como forte ondulado e 0,90% em terreno montanhoso. É um solo regular para a agricultura, pois apresenta problemas com relação à mecanização e erosão.

Com menor representação está o Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) com 2,11% de área (1.260,47 ha). Este solo varia de regular a marginal para a agricultura, pois apresenta problemas de fertilidade. Também apresenta maior perigo de erosão e restrições à mecanização em relevo fortemente ondulado (6,56% da área). Em geral, não apresenta problemas para o uso com pastagens e reflorestamento. Em sua fase arenosa com relevo suavemente ondulado apresenta-se regular à agricultura, porém devido a sua baixa fertilidade necessita de aplicação adequada de corretivos (calcário) e fertilizantes, em maiores quantidades que os anteriores. Na área de estudo este solo apresenta-se em 96% dos casos (1.209 ha) em relevos plano e suave ondulado (0-8%).

Entre os solos menos propícios à agricultura estão as Areias Quartzosas com 12,65% da área (7.542,74 ha). Constituem-se de solos profundos, acentuadamente drenados, com textura arenosa em todo o perfil. Não são muito adequados à agricultura. Apresentam graves problemas de fertilidade, baixa retenção de água e são facilmente erodíveis, principalmente em relevo mais

José Salatiel Rodrigues Pires

acentuado. Na área de estudo apresentam-se, principalmente, em relevos plano e suave ondulado (85,32% ou 6.436 ha). Em relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso representam 9,74%, 3,27% e 1,63% da área, respectivamente. São solos mais apropriados ao reflorestamento e à conservação da vegetação natural.

Os solos hidromórficos representam 8,71% da AE (5.189,13 ha). São solos minerais de várzeas, caracterizados pela grande influência do lençol freático, estando condicionados principalmente pelo relevo plano (97,7%), resultando em acumulação de matéria orgânica no horizonte superficial e fenômenos de redução nos horizontes subjacentes. Apresentam-se como um solo regular à agricultura, com grave problema de drenagem (excesso de água) e restrições quanto à fertilidade e ao uso de máquinas agrícolas. Em relevo suave ondulado representam 1,48% da área.

Os Solos Litólicos constituem 1,77% da área de estudo (1.054,10 ha). Apresentam-se como solos rasos não adequados à agricultura, adaptando-se melhor à conservação da vegetação natural. Estes solos possuem pequena espessura e ocorrem em locais de relevo acentuado (56,83% relevo montanhoso), favorecendo a sua erosão. Na área de estudo ocorrem, em 74,93% dos casos, em relevos fortemente ondulado e montanhoso.

Finalmente a Terra Roxa Estruturada, com a menor representatividade, foi verificada em 0,60% da área de estudo (358,35 ha). Este solo apresenta-se com textura argilosa nos horizontes A e B. Possui abundância de minerais pesados que se depositam nos leitos de drenagem superficial, com aspecto de limalhas de ferro. O material de origem são as rochas eruptivas básicas (basalto e diabásio) e sua saturação de bases é alta. Em geral, este solo é bom para a agricultura, sem apresentar maiores problemas. Entretanto, na região de estudo ocorre somente em pequena parcela, associado a solos litólicos, em regiões de declividade acentuada (89,05% em relevo forte ondulado e montanhoso).

O **ANEXO III** apresenta os tipos de solo, área (ha) e percentagens relativas para cada Unidade de Gerenciamento.

Risco de deslizamento de encostas.

O desencadeamento do processo de deslizamento de encostas é determinado por uma série de fatores incluindo a declividade, as condições geodafológicas e as condições de drenagem.

A declividade foi o fator considerado mais importante entre as condições que motivam os movimentos de massa. Segundo ESPANHA (1989) a declividade pode ser considerada como um critério suficiente para determinar a instabilidade de uma área. Quanto maior o ângulo da declividade, maior magnitude alcançará a força de arraste, e maior será o risco de movimento de massa. Entretanto, para cada tipo de material existe uma inclinação crítica, denominada ângulo de repouso, acima da qual é quase certa a ocorrência de movimentos de massa. Como regra geral estima-se que a suscetibilidade é nula, quando a declividade é inferior a 15%.

As condições geodafológicas do substrato também contribuem para a instabilidade de certas áreas. De acordo com as características dos materiais que compõem o substrato, o mesmo opõe resistência ao movimento. Estas características dizem respeito às condições de fricção e de coesão do solo. O grau de coesão do solo pode ser aumentado pela presença de espécies vegetais que possuem enraizamento profundo. A existência, na área de estudo, de algumas das condições relacionadas a seguir, pode auxiliar o mapeamento de áreas com tendência a movimentos de massa: - solos argilosos, coesos e saturados de água; solos soltos, com estrutura particular e baixa coesão entre partículas; solos de colúvio; rochas sedimentares alternadas em estratos paralelos a pendente das áreas escarpadas; rochas metamórficas e com planos de esfoliação paralelos a pendente das áreas escarpadas; rochas ígneas ou

José Salatiel Rodrigues Pires

metamórficas muito alteradas ou decompostas; materiais intercalados, ou alternantes, de diferentes resistências ou permeabilidades; existência de falhas ou fraturas paralelas, ou interceptando pendentes. A dificuldade em avaliar a existência destas condições na área de estudo está ligada à falta de informações disponíveis. Mesmo de posse destas informações seria necessária a existência de pessoal especializado (pedólogos e geólogos) para a interpretação de dados.

Outro fator importante diz respeito a hidrogeologia. A água tende a encher os espaços existentes entre as partículas do solo e as fissuras das rochas, exercendo uma pressão ao redor do material que diminui a fricção e facilita o deslizamento do mesmo. Outro efeito provocado pela concentração de água é o aumento do peso do material existente em áreas de alta declividade, aumentando em muito a magnitude de forças que produzem o movimento. Embora a concentração de água não possa ser considerada como causa única de instabilidade, ela consiste em um fator agravante do risco de instabilidade em zonas que devido as condições de declividade e geodafológicas são susceptíveis a movimentos de massa. A presença deste fator de incremento de risco pode ser detectada, entre outras, através das características como escoamento de água ao longo de pendentes íngremes, afloramento natural de água nos taludes, e alternância rápida do nível do lençol freático.

Os riscos e impactos relativos à instabilidade de encostas são de maior significância, quando relacionados à áreas de grande concentração humana. Do ponto de vista sócio-econômico, a ocorrência de movimentos de massa nas áreas rurais, além de pôr em risco a vida de trabalhadores rurais, pode provocar impactos econômicos devido a destruição da infra-estrutura rural e de culturas agrícolas. Do ponto de vista ecológico, a acomodação natural do relevo abre novos habitats e faz parte da evolução geomorfológica natural. Entretanto, quando provocada pelas atividades antrópicas, pode desestabilizar áreas naturais e diminuir a diversidade biológica.

José Salatiel Rodrigues Pires

O mapa de risco de deslizamento de encostas (Figura 9) apresenta as 4 zonas de risco classificadas conforme o critério declividade. A zona estável possui uma área de 56.878,02 ha, ou seja, 95,41% da AE não são suscetíveis a deslizamentos. Isto decorre da geomorfologia relativamente plana, suavemente ondulada ou ondulada da área. A zona suscetível ocorre em áreas onde existe possibilidade de movimentos de massa, desde que sejam reunidas condições favoráveis à esta ocorrência, mas que podem ser facilmente manejadas para evitar o impacto. Foram definidas como áreas onde a declividade atinge no máximo 30%. Cerca de 3,52% da área apresentam tal característica englobando 2.098,13 ha. A zona de risco 3 inclui áreas muito suscetíveis, onde existem condições da ocorrência de movimentos de massa e que devem ser manejadas corretamente para evitar este impacto. Nestas condições foram determinadas 632,71 ha ou 1,06% da área. Como zona instável foram verificados 4,75 ha (0,01%), onde existem deslizamentos em 3 locais muito próximos (Fotos 1 e 2) e a ocorrência de novos movimentos de massa pode ser eminente.

José Salatiel Rodrigues Pires

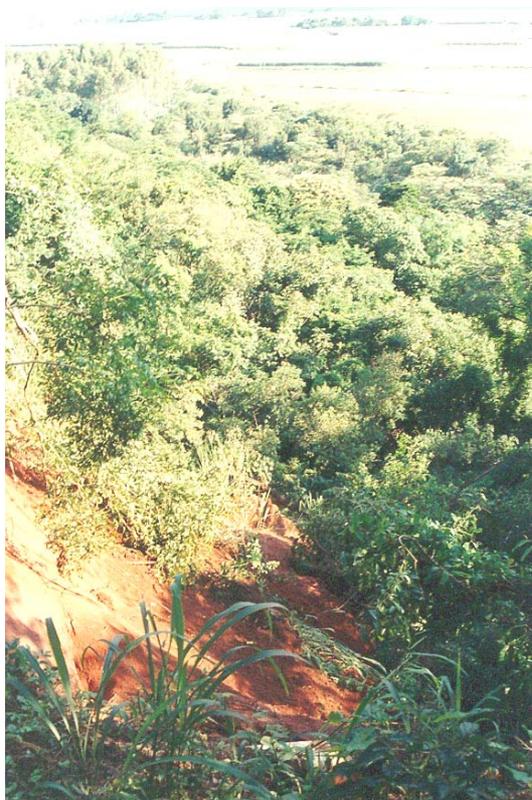


FOTO 1 - Detalhe de deslizamento de encosta na Zona de Instabilidade.



FOTO 2 - Vista panorâmica da Zona de Instabilidade.

José Salatiel Rodrigues Pires

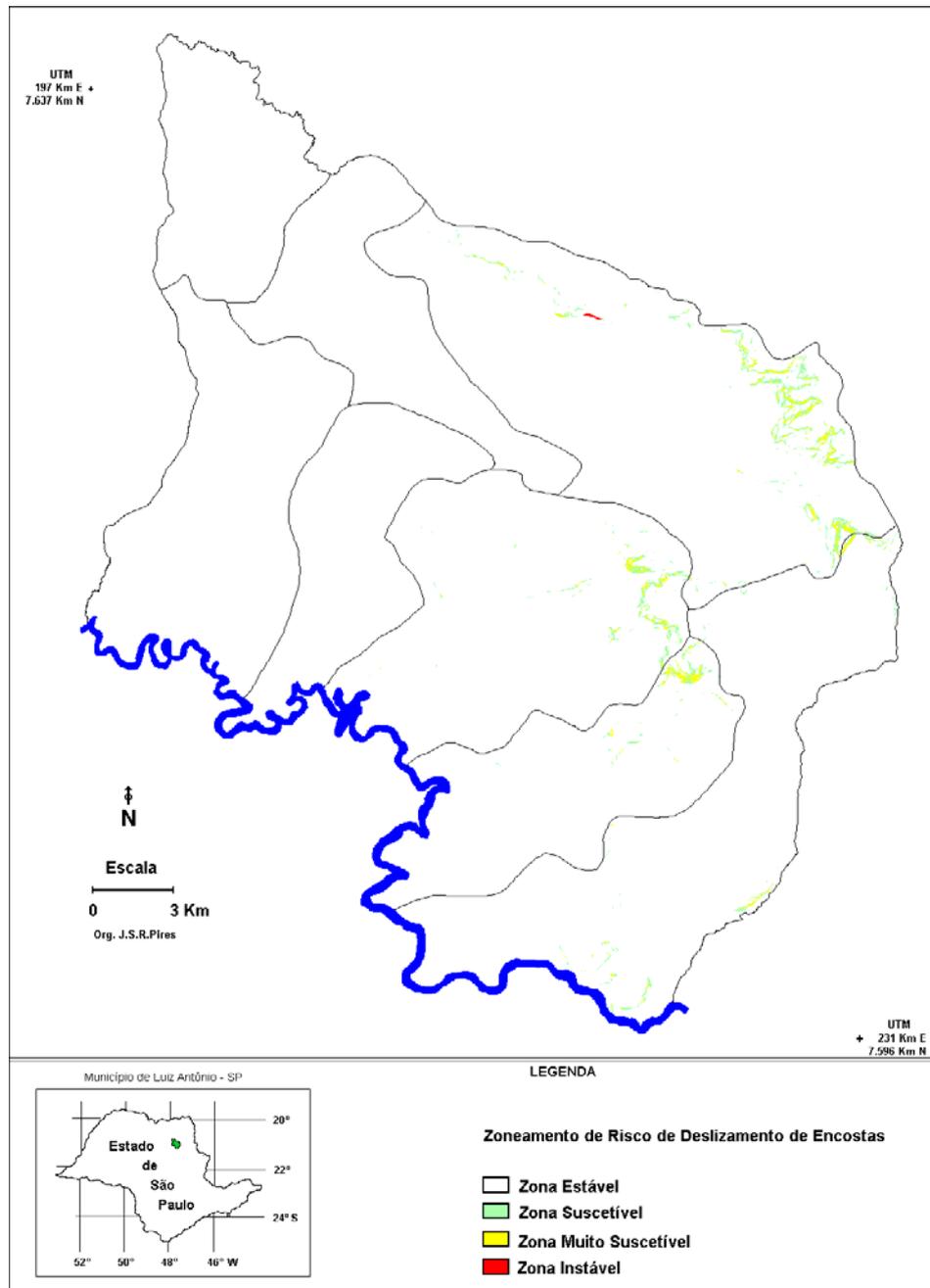


FIGURA 9 - Carta de Riscos de Deslizamento de Encostas na Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

Caracterização e riscos sobre o componente Água.

Caracterização Hidrológica.

Do ponto de vista hidrológico a drenagem da AE está caracterizada por córregos cujas nascentes encontram-se, geralmente dentro da própria área (Figura 10). A densidade hídrica atual é de 4,16 metros de córregos por hectare (m/ha). A somatória do comprimento de todos os córregos equivale a aproximadamente 247 quilômetros. O limite sul-sudoeste da área é banhado pelo rio Mogi-Guaçu que percorre aproximadamente 54,75 km de extensão, divisando o município de Luiz Antônio com os municípios de Rincão, São Carlos e Descalvado (SP). Nesta mesma região são encontradas 30 lagoas marginais, correspondendo a uma área de 64,75 hectares. Os tanques, açudes e represas totalizam ainda 68,61 hectares na área de estudo.

Riscos relativos ao componente água.

Uma série de fatores influenciam a qualidade e quantidade da água presente em uma bacia hidrográfica. Os solos, geologia, vegetação e os usos humanos do solo contribuem de forma efetiva para a qualidade física, química e biológica de um corpo d'água.

Entre as causas da degradação da qualidade da água e diminuição de volume podem ser destacados: a retirada da cobertura vegetal original (desmatamentos) da bacia de drenagem em extensas áreas, a retirada e/ou degradação da mata ripária e de áreas de alagamento (banhados, brejos), e a introdução de produtos em qualidade ou quantidade incompatível com a capacidade de autodepuração dos sistemas hídricos.

José Salatiel Rodrigues Pires

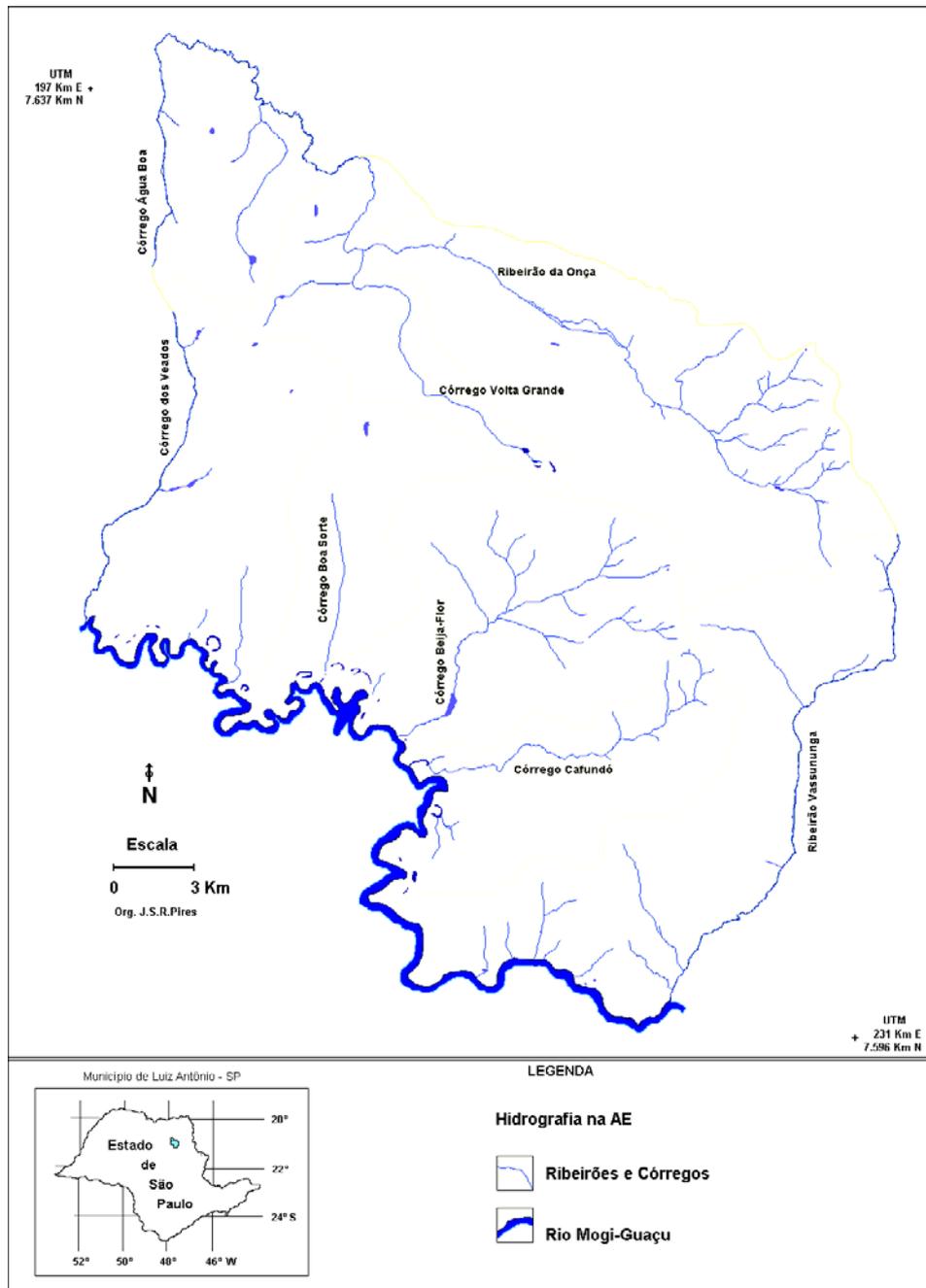


FIGURA 10 - Carta hidrográfica da Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

O tipo e percentagem de cobertura vegetal existente na bacia de drenagem tem um efeito marcante sobre a água que chega aos córregos e rios. Sua remoção ou alteração provoca efeitos em volume e qualidade. Como consequência previsível da redução da cobertura vegetal natural de uma bacia hidrográfica, há um aumento no volume de água de escoamento superficial em épocas de maiores precipitações e uma diminuição hídrica em períodos mais secos. Isto pode ser explicado pela menor infiltração de água devido a ausência da vegetação, e maior escoamento superficial com consequente redução dos estoques de água subterrânea, que são responsáveis por liberar água lentamente para os corpos hídricos.

A relação entre a quantidade e qualidade da cobertura vegetal e do ciclo hidrológico em uma bacia hidrográfica é conhecida há algum tempo (Lull & Reinhart, 1967; Corbett & Spencer, 1975; Fredriksen & Harr, 1979, Chiossi, 1982; DeBano et al., 1984; Hess, 1984; Borba & Silva, 1984; Dieringer, 1984; Casseti, 1989, in LIMA, 1994; LIKENS & BORMANN, 1974).

A redução e/ou degradação da mata ripária também provoca impactos na qualidade dos recursos hídricos. Esta vegetação existente no entorno de lagos e ao longo de córregos e rios auxilia na "purificação" e filtragem da água que adentra a estes corpos d'água (LOWRANCE, 1984), além de estabilizar os "barrancos" (HUPP, 1992), fornecer alimento aos organismos aquáticos e servir de habitat a diversas espécies que dependem desta zona de transição para sua sobrevivência (espécies semi-aquáticas). Estas matas também podem fornecer um corredor para a passagem de espécies naturais, promovendo intercâmbio genético entre áreas relativamente distantes (NOSS, 1991).

As áreas alagáveis, como banhados e brejos, também possuem um papel fundamental dentro de uma bacia hidrográfica. Além de abrigarem inúmeras espécies de animais silvestres, funcionam como área de alimentação, abrigo, procriação e berçário de organismos aquáticos jovens e adultos. Do ponto de vista hidrológico, servem para acomodar um grande volume de água nas

épocas chuvosas (picos de cheia), que é liberado gradativamente para o sistema hídrico. Devido a estes "picos" de cheia, estes ambientes se mantêm em um estágio jovem de sucessão, com alta produtividade primária que é utilizada pelas cadeias tróficas aquáticas e terrestres. Além disto, alguns sistemas alagáveis funcionam como áreas de sedimentação e purificação da água por filtrarem sólidos carreados na água dos córregos e rios que passam através dos mesmos, e ainda decompor e/ou "seqüestrar" os produtos tóxicos associados (HOWARD-WILLIAMS & THOMPSON, 1985). A função da ciclagem de nutrientes tem sido bem estudada com relação ao ciclo do nitrogênio, bem como utilizada para a decomposição de resíduos orgânicos urbanos e industriais, com a construção de sistemas alagáveis artificiais (lagoas de estabilização). A redução e/ou degradação destas áreas podem comprometer estas "funções ambientais" na bacia hidrográfica e causar riscos como enchentes inesperadas e aumento de produtos tóxicos, devido a diminuição da capacidade de depuração dos sistemas hídricos. As áreas alagáveis da AE (banhados e áreas úmidas) vêm sendo degradadas pelo avanço da agricultura (Foto 3); os riscos desta destruição e impactos decorrentes da materialização dos mesmos, podem ser evidenciados pela diminuição da pesca e da qualidade da água.

A Figura 11, baseada em observações realizadas na AE, apresenta genericamente uma cronoseqüência da alteração da paisagem em áreas próximas aos córregos, antes e após a implantação da agricultura de monocultivo. A situação anterior a implantação da monocultura (Figura 11A) foi elaborada com base em áreas não alteradas observadas na Estação Ecológica de Jataí. A maioria dos locais visitados na área de entorno da EEJ, encontram-se em condições fisionômicas representadas na Figura 11B e 11C; foram encontradas também áreas em condições representadas por 11D e 11E.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 3 - Área de banhado “recuperada para a agricultura”.

Verifica-se em A que, partindo do córrego para o sistema terrestre, a mata ripária é bem desenvolvida e forma uma zona de transição entre o ecossistema aquático e alagável e os cerrados. Nesta condição, observa-se uma situação de extrema diversidade biológica, tanto nos sistemas aquáticos como nos alagáveis e terrestres. A mata ripária é multiestratificada contendo diferentes habitats disponíveis para a fauna terrestre. A cobertura vegetal permanente proporcionada pelos cerrados e pela mata ripária nas bacias hidrográficas, permite grande proteção à erosão hídrica e eólica. Nestas áreas naturais, o impacto da água da chuva é diminuído pela cobertura vegetal e a maior parte da água é absorvida pelos solos. A água infiltrada recarrega o lençol subterrâneo que por sua vez alimenta o córrego durante a época de estiagem. Desta forma a vazão dos córregos é regularizada, devido a esta função da vegetação da bacia hidrográfica, proporcionando a perenização natural dos mesmos. Mesmo em áreas onde a vegetação de cerrado é basicamente herbácea (campo cerrado), onde o processo natural de erosão é um pouco mais acentuado, a proteção proporcionada pela mata ripária e área alagável evita a entrada

excessiva de sólidos no sistema aquático e mantém a qualidade da água e as condições geomorfológicas dos córregos.

Com base em relato de moradores antigos da área de estudo foi possível uma análise da situação do passado. Esta, revela que a maioria dos córregos presentes na área de estudo possuíam uma mata ripária bem desenvolvida, que via de regra formava corredores de mata em todo seu trajeto. Em alguns locais onde existem áreas de relevo plano rente aos córregos, a área era coberta de banhados contendo comunidades de gramíneas, que persistem até hoje. Nestas áreas a mata galeria se afasta para pontos de relevo mais alto. A ocorrência de áreas com esta fisionomia verificada no presente, constata sua existência passada. Segundo entrevistas com moradores antigos da região, a maioria dos córregos, há aproximadamente 30 anos, era perene, com vazão regularizada, contendo períodos bem definidos de águas altas e baixas, nas épocas de chuva e estiagem. Todos possuíam uma fauna íctica relativamente abundante.

José Salatiel Rodrigues Pires

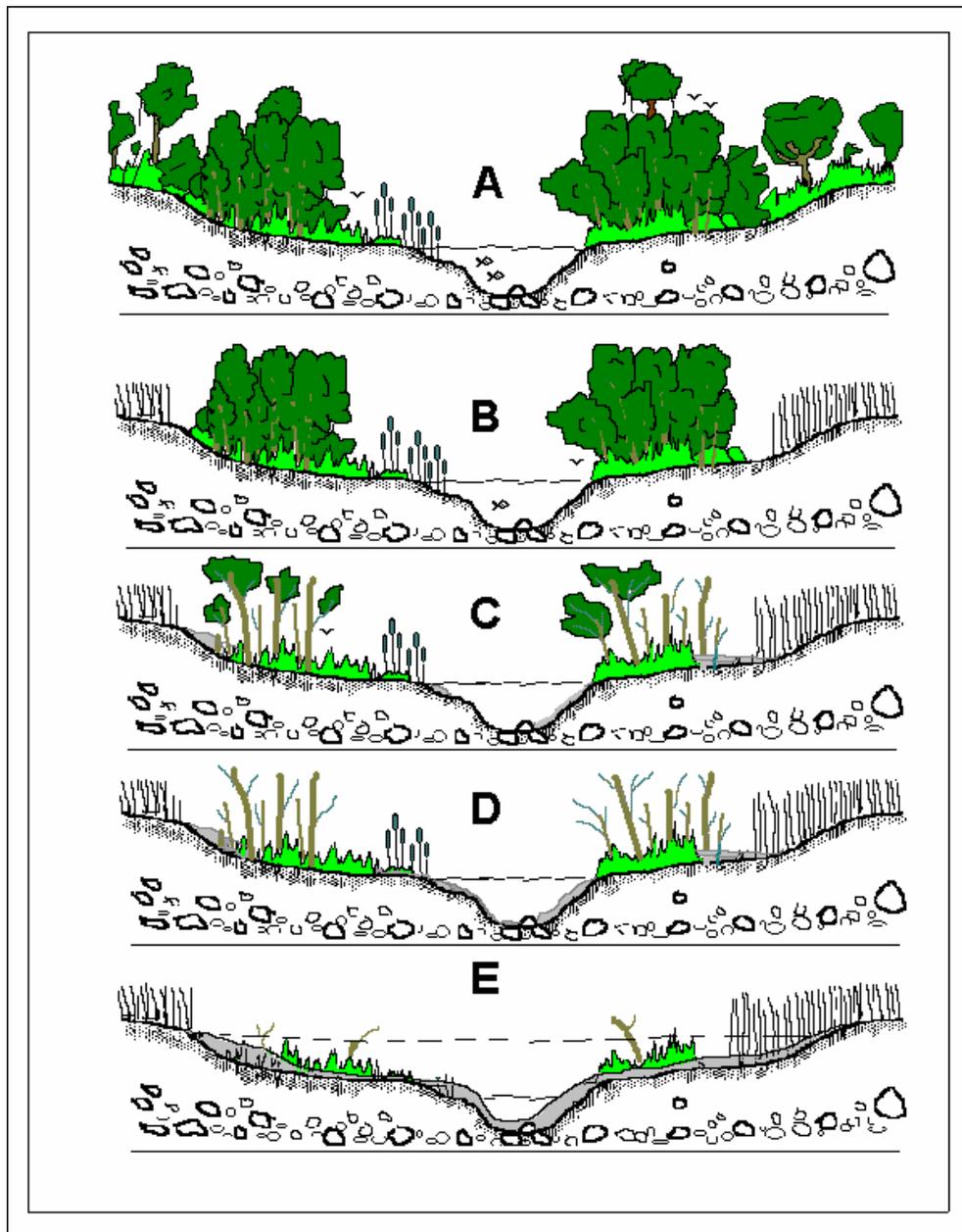


FIGURA 11 - Cronosequência da degradação da mata ripária e banhado após a implantação de cultivo próximo a um córrego (explicação no texto).

No entorno da Estação Ecológica, atualmente a situação representada em 11B e 11C é a mais comum. Em B verifica-se que a mata ripária (MR) foi bastante degradada e não contém as espécies arbóreas de maior porte, geralmente encontradas em áreas semelhantes não alteradas. Com a retirada da vegetação de cerrado e a implantação de monocultura, parte da proteção do solo das bacias hidrográficas foi perdida.

O cultivo em grandes extensões de uma única espécie (como o praticado pela monocultura de cana-de-açúcar), exige manejo constante e intensivo dos solos e uso elevado de insumos para obtenção de safras agrícolas anuais. A utilização de equipamentos pesados, a grande quantidade de insumos (fertilizantes, corretivos e agrotóxicos) e a prática do fogo para retirada das safras acarretam uma degradação da estrutura física e biológica dos solos, que passam a ser considerados como substrato agrícola (e perdem sua função ecológica). Este tipo de atividade agrícola praticamente desconsidera as funções ecológicas da biota do solo (mesofauna e microorganismos), como a ciclagem de nutrientes, o estoque de matéria orgânica e proteção contra a erosão física e lixiviação de nutrientes, agindo num caminho inverso ao da sucessão ecológica (aumento da diversidade, aumento das interações entre organismos, aumento da matéria orgânica nos componentes bióticos e abiótico (solo), aumento da estabilidade do sistema).

A compactação dos solos afeta o ciclo hídrico e a biota dos solos, diminuindo a porosidade e interferindo nas trocas gasosas na interface atmosfera-solo, elevando o escoamento superficial e erosão. Este problema, aliado à dessecação provocada pela modificação das condições microclimáticas do solo (insolação em épocas de entre-safra) e pela constante queima da vegetação consomem a matéria orgânica do solo e provocam a sua desestruturação física (BRUIJNZEEL, 1991).

Com relação ao ciclo hidrológico, em sua parte terrestre, a modificação da paisagem natural de grandes áreas, de cerrado (multiestratificado)

José Salatiel Rodrigues Pires

para monocultura (um único estrato herbáceo) e a compactação do solo fazem com que diminua parte da água que era anteriormente acumulada no lençol freático, devido a perda de água de infiltração para o escoamento superficial. Desta forma, após as chuvas a água alcança os córregos cada vez mais depressa e em maior volume, provocando cheias de proporções maiores e, ao mesmo tempo, ocorre a diminuição do estoque de água subterrânea (armazenamento). A depleção do manancial subterrâneo provoca uma diminuição na disponibilidade de água que reaparece na superfície ao longo do ano, provocando a desperenização de nascentes e/ou diminuição da vazão mínima ou desperenização de córregos em épocas de estiagem.

Além disto, com a perda das funções de proteção da vegetação natural na Bacia Hidrográfica, parte da água que entra no sistema via precipitação é perdida por escoamento superficial, aumentando a erosão das partículas do solo e carreando nutrientes e agrotóxicos. Em áreas com mata ripária e áreas alagáveis (AA) densas, estas partículas e produtos são “filtrados”, permitindo uma qualidade razoável da água do córrego. Entretanto, à medida em que aumenta o volume de material sólido e produtos tóxicos provenientes das áreas laterais, e que as MR e AA são degradadas, parte deste material acaba ultrapassando a barreira proporcionada por estas áreas, influenciando a qualidade da água dos córregos e modificando substancialmente sua geomorfologia (assoreamento).

Diversos fatores podem estar contribuindo para a degradação das matas ripárias e áreas alagáveis, entre eles podem ser enumerados:

- 1- Seu isolamento em “corredores fragmentados”. Corredores formados por córregos e vegetação lateral fragmentados por construção de aterros para estradas, permitindo apenas a passagem de água por tubulação ou pequenas pontes, ou áreas de várzea drenadas e aproveitadas para agricultura interrompendo corredores.

José Salatiel Rodrigues Pires

2- Retirada contínua de espécies (coleta de lenha e madeira mais nobre) e alteração das condições ambientais: aumento da insolação, aumento das variações térmicas, ventos, etc, dificultando o estabelecimento de espécies vegetais.

3- Diminuição da população de organismos dispersores de sementes por caça ou devido a destruição de seus habitats.

4- Entrada contínua de material sólido das áreas laterais (erosão de solos) contendo material tóxico (Foto 4).

5- Aspersão aérea de herbicidas e sua deriva para áreas não alvo, provocando eliminação biológica, principalmente de indivíduos vegetais jovens (Foto 5).

6- Utilização do fogo antes da retirada da safra nas áreas laterais, com a queima de espécies de borda, diminuindo cada vez mais o tamanho do corredor (Foto 6).

7- Entrada excessiva de sólidos nos sistemas hídricos provocando assoreamento do leito de córregos (Foto 4).

Pode-se considerar que todos estes fatores estão atuando conjuntamente para a degradação destas áreas.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 4 - Entrada lateral de sólidos em área de banhados (vista aérea).



FOTO 5 - Aplicação aérea de agrotóxicos, prática agrícola comum na Área de Estudo.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 6 - Utilização de fogo antes da retirada da safra de cana-de-açúcar

A Tabela 11 apresenta a desperenização dos córregos da área de estudo nos últimos 32 anos. Foram observados 31.140 m de córregos desperenizados durante este período, sendo que a unidade de gerenciamento que teve maior quantidade de córregos desperenizados foi a UG 1, com 17.670 m. Esta UG é a quarta em relação à conversão de áreas naturais para áreas de uso antrópico, com percentagem de conversão muito próxima das UGs 6 e 8 (3º e 2º lugares, respectivamente). A desperenização relativamente alta nesta Unidade de Gerenciamento, em relação às outras, pode ser explicada devido a grande quantidade de nascentes nesta área e a diversidade de usos do solo incluindo usos urbanos. A unidade com maior percentagem de conversão de áreas naturais, UG 7, não apresentou desperenização, em relação ao tamanho do córrego (Tabela 11). Isto pode ser explicado, em parte, devido ao fato de a nascente do único córrego desta UG estar situada em uma lagoa que regula a vazão do mesmo. Entretanto, este indicador de degradação (desperenização) deve ser analisado com cautela, pois implica em aceitar os mapas mentais das pessoas entrevistadas como corretos, o que nem sempre ocorre. Ao mesmo tempo, alguns córregos podem ser perenizados artificialmente por meio da construção de pequenas barragens. O procedimento correto para a análise de riscos de desperenização deveria ser a utilização de medidas da vazão dos

José Salatiel Rodrigues Pires

córregos ao longo do tempo. Contudo, estas não existem para a área de estudo. De qualquer forma, a diminuição da densidade hídrica (Dif2, Tabela 11) em locais que sofrem déficit hidrológico, demonstram um risco futuro de falta de água que deve ser evitado.

TABELA 11 - Quadro síntese dos resultados da análise de desperenização de córregos na área de estudo.

UG	Área	CP62	DH62	CP94	DH94	Dif 1	Dif 2
1	12.819	72.660	5,67	54.990	4,29	17.670	-1,38
2	10.278	49.380	4,80	47.910	4,66	1.470	-0,14
3	6.077	26.700	4,39	23.130	3,81	3.570	-0,58
4	9.345	40.830	4,37	38.880	4,16	1.950	-0,21
5	4.563	7.100	1,55	6.570	1,43	530	-0,12
6	7.468	27.090	3,63	21.930	2,94	5.160	-0,69
7	4.950	24.030	4,85	24.000	4,84	30	-0,01
8	4.111	31.170	7,58	30.420	7,39	750	-0,19
Total	59.611	278.970	4,68	247.830	4,16	31.140	-0,52

CP62 - Córregos perenes (m) em 1962 ; **CP94**- Córregos perenes (m) em 1994; **DH62**- Densidade Hídrica (m/ha) em 1962; **DH94** - Densidade Hídrica (m/ha) em 1994; **Dif 1**- Diferença CP62 - CP94, desperenização (m); **Dif 2** - Diferença DH62 - DH94, diminuição da densidade hídrica (m/ha).

A recuperação da mata ripária tem sido pesquisada por diversos autores que propõem metodologias visando a sua recomposição (GIBB'S & LEITÃO FILHO, 1978; DURIGAN & NOGUEIRA, 1990; KAGEYAMA, 1986; BARBOSA et al. 1987; BERTONI & MARTINS, 1987; MANTOVANI et al. 1989).

A Tabela 12 apresenta a síntese da análise de riscos de degradação a que os córregos estão submetidos, e o comprimento dos trechos dos mesmos (Figura 12).

TABELA 12 - Quadro síntese da análise de riscos de degradação da qualidade da água na AE. Descrição dos riscos e comprimento de trechos de córregos por risco verificado.

Código do risco	Descrição dos riscos	Comprimento (m)
1	Apresentam baixo risco de deterioração em função de atividades realizadas às suas margens. Estão protegidos em relação às margens mas correm o risco de degradação por atividades realizadas a montante.	105.120
2	Apresentam risco de degradação por sólidos em suspensão e risco de assoreamento.	28.680
3	Apresentam risco de degradação por entrada de matéria orgânica em excesso e substâncias tóxicas (metais, pesticidas, etc).	2.340
4	Apresentam risco de degradação por entrada de sólidos em suspensão (risco de assoreamento) e agrotóxicos.	101.820
5	Apresentam risco de degradação por entrada de sólidos em suspensão (risco de assoreamento), matéria orgânica em excesso e substâncias tóxicas (metais, pesticidas, etc).	1.530
6	Apresentam risco de degradação por entrada de sólidos em suspensão (risco de assoreamento), agrotóxicos, matéria orgânica em excesso e substâncias tóxicas (metais, pesticidas, etc). Área crítica de risco.	7.620

Pode ser verificado que cerca de 141.990 metros de extensão de córregos dentro da AE estão sob risco de degradação, devido as atividades desenvolvidas em suas margens, contra 105.120 metros que possuem baixo risco, cercados por áreas naturais protetoras.

José Salatiel Rodrigues Pires

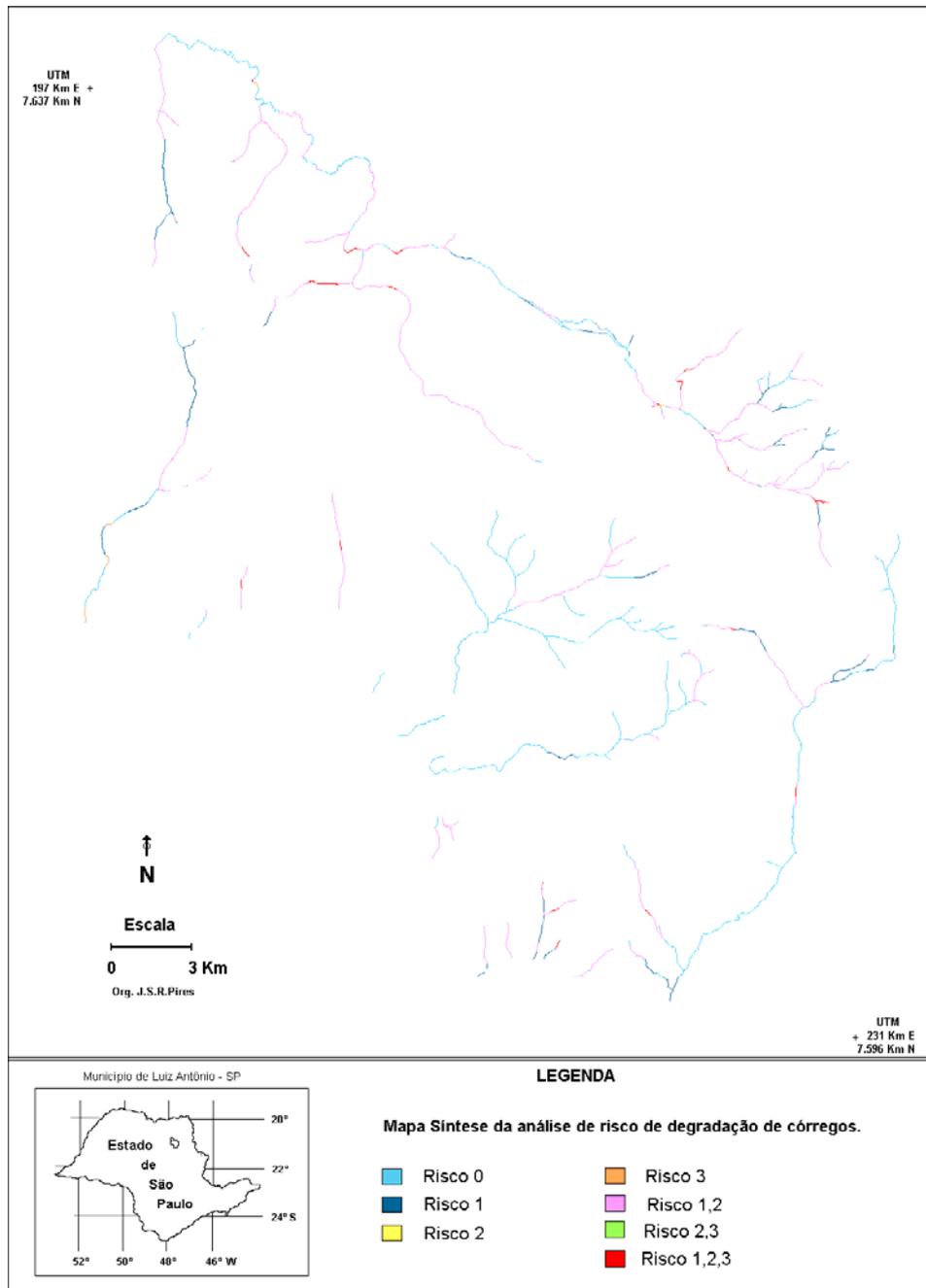


FIGURA 12 - Carta-síntese da análise de riscos de degradação dos córregos. Áreas críticas de risco, onde há uma soma de todos os riscos envolvidos, estão presentes em 7.620 metros, envolvendo 18 trechos de córregos.

A Unidade de Gerenciamento que apresentou maior trecho de córregos com baixo risco foi a UG 4, onde 30.300 metros de córregos estão dentro do código 1, contra 870 m no código 2 e 6.900 no código 4. O baixo risco de degradação em grande parte dos córregos desta unidade deve-se à proteção da área devido a Estação Ecológica de Jataí. Nenhum trecho crítico de risco foi encontrado nesta UG.

A UG 5, com apenas 900 metros, foi a unidade com menor trecho de córrego dentro do código 1, contra 5.370 m em código 4 e 360 m no código 6. Apesar desta UG possuir aproximadamente 45% de áreas naturais, isto pode ser explicado em função de parte de sua bacia hidrográfica, compreendendo toda a margem direita do córrego Boa Sorte, estar ocupada por monocultura de cana-de-açúcar. A situação dos outros córregos pode ser observada na Figura 12.

O conhecimento das áreas críticas com relação ao risco de degradação dos corpos hídricos, permite a identificação de áreas prioritárias para monitoramento limnológico e verificação dos parâmetros em desacordo com os padrões de qualidade estabelecidos pelo CONAMA (Resolução CONAMA nº 20 de 01/01/86). Desta forma, por meio da análise do mapa de áreas de risco, poderão ser estabelecidas as estações de coleta e os parâmetros de monitoramento da qualidade da água na área de estudo. Este monitoramento permitirá às autoridades ambientais discutir junto aqueles que estão provocando impactos ambientais nos corpos hídricos, as formas de minimização destes, por meio de medidas de controle, incluindo mudanças no uso dos solos.

José Salatiel Rodrigues Pires

Caracterização e riscos sobre o Componente Biota.

Caracterização

A matriz principal da área de estudo está representada por monocultura de cana-de-açúcar (44,27%). Este sistema agrícola, altamente tecnificado, constitui o pano de fundo de um mosaico de outros tipos de cultivos, pastos, atividades antrópicas e sistemas naturais e semi-naturais em diversos graus de alteração.

Ainda assim, a área de estudo é privilegiada em relação à quantidade de áreas naturais (AN), considerando a situação do Estado de São Paulo como um todo. Ela contém 31,76% (18.935,69 ha) de AN em relação ao total. A Estação Ecológica de Jataí responde por 23,93% (4.532,18 ha) deste montante, e representa 7,60% da área de estudo. Mesmo em face desta realidade, os riscos de degradação a que estão submetidas, chamam a atenção para que sejam tomadas medidas efetivas de proteção das mesmas. MEFFE & CARROLL (1994) discorrendo sobre os problemas de perda de diversidade em áreas fragmentadas, enfatizam a necessidade do desenvolvimento de estratégias efetivas de manejo e proteção das mesmas. Dentre estas estratégias, a análise da paisagem e dos padrões de fragmentação são extremamente importantes para a determinação de medidas efetivas de manejo dos remanescentes de vegetação natural. Neste trabalho, a análise ambiental relativa à biodiversidade visa determinar a vulnerabilidade ecológica destas áreas de forma a elencar áreas prioritárias para proteção e manejo.

As áreas naturais encontradas atualmente podem ser consideradas como **fragmentos** remanescentes da cobertura original da área de estudo, que era composta de matas, cerradões, cerrados, campos cerrados, vegetação de transição entre cerrados e matas, mata ripária ou ciliar, e outras formações vegetais conhecidas como banhados, brejos ou áreas alagáveis. Estes remanescentes da vegetação e fauna associada, estão hoje em diversos graus de

José Salatiel Rodrigues Pires

sucessão e recuperação de impactos da ocupação humana. A Tabela 13 mostra a conversão de áreas naturais em relação à área primitiva. Pode ser verificado que aproximadamente 70% da área foi convertida para usos antrópicos.

TABELA 13 - Conversão de áreas naturais para usos antrópicos por UG.

UG's	Área natural primitiva (ha)	Área natural atual (ha)	Conversão de áreas naturais (ha)	Conversão (%)
UG 1	12.819,64	2.367,54	10.452,10	81,53
UG 2	10.278,08	3.325,43	6.952,65	67,64
UG 3	6.077,14	2.364,48	3.712,66	61,09
UG 4	9.345,83	6.514,35	2.831,48	30,29
UG 5	4.563,25	2.026,29	2.536,96	55,59
UG 6	7.468,10	1.352,38	6.115,72	81,89
UG 7	4.950,20	478,31	4.471,89	90,33
UG 8	4.111,37	506,91	3.604,46	87,67
A E	59.613,63	18.935,69	40.677,94	68,24

UG – Unidade de Gerenciamento AE – Área de Estudo

Um fragmento de vegetação natural, ou simplesmente fragmento, foi definido neste trabalho como uma “**superfície de área contendo vegetação natural ou semi-natural (cerrados, matas, capoeira, banhados, mata de encosta, etc) de tamanho e forma variada, em diversos graus de conservação, que diferem da área de entorno (circundantes) e estão sob constante pressão impactante da mesma**”. Estes fragmentos são de grande importância ecológica, desde que podem ser considerados remanescentes de biodiversidade e “focos” de irradiação e colonização das áreas adjacentes. São também importantes por aumentar a biodiversidade da paisagem e contribuir para a saúde ambiental (equilíbrio-estabilidade) de uma bacia hidrográfica.

José Salatiel Rodrigues Pires

Foram encontrados 118 fragmentos na AE (Figura 13). Áreas menores que 1,0 ha não foram consideradas para este estudo. Em relação às classes de tamanho, a maior parte dos fragmentos corresponde à classe entre 1 a 10 ha, com 58 fragmentos, seguidos da classe de 10 a 100 ha, com 39 fragmentos. A classe entre 100 e 500 ha possui 16 fragmentos. Acima de 500 ha foram encontrados 5 fragmentos, incluindo a área da Estação Ecológica. Os **ANEXOS I e II** apresentam o tamanho, perímetro, índice de borda, relação interior/borda e riscos associados a todos os fragmentos encontrados na área de estudo, identificados por número.

Impactos sobre o componente biota.

A biodiversidade constitui um termo abrangente para a variedade natural, que inclui a diversidade de ecossistemas e o número e a frequência de espécies ou genes. A diversidade biológica pode ser definida em diversos níveis. SOULÉ (1991) define 5 níveis de classificação da hierarquia “bioespacial”, que devem ser conhecidos para a efetivação de medidas de conservação, sendo:

- I. Nível de sistemas, paisagem ou ecossistemas;
- II. Nível de assembléias, associações e comunidades;
- III. Nível de espécies;
- IV. Nível de população, e
- V. Nível de genes.

José Salatiel Rodrigues Pires

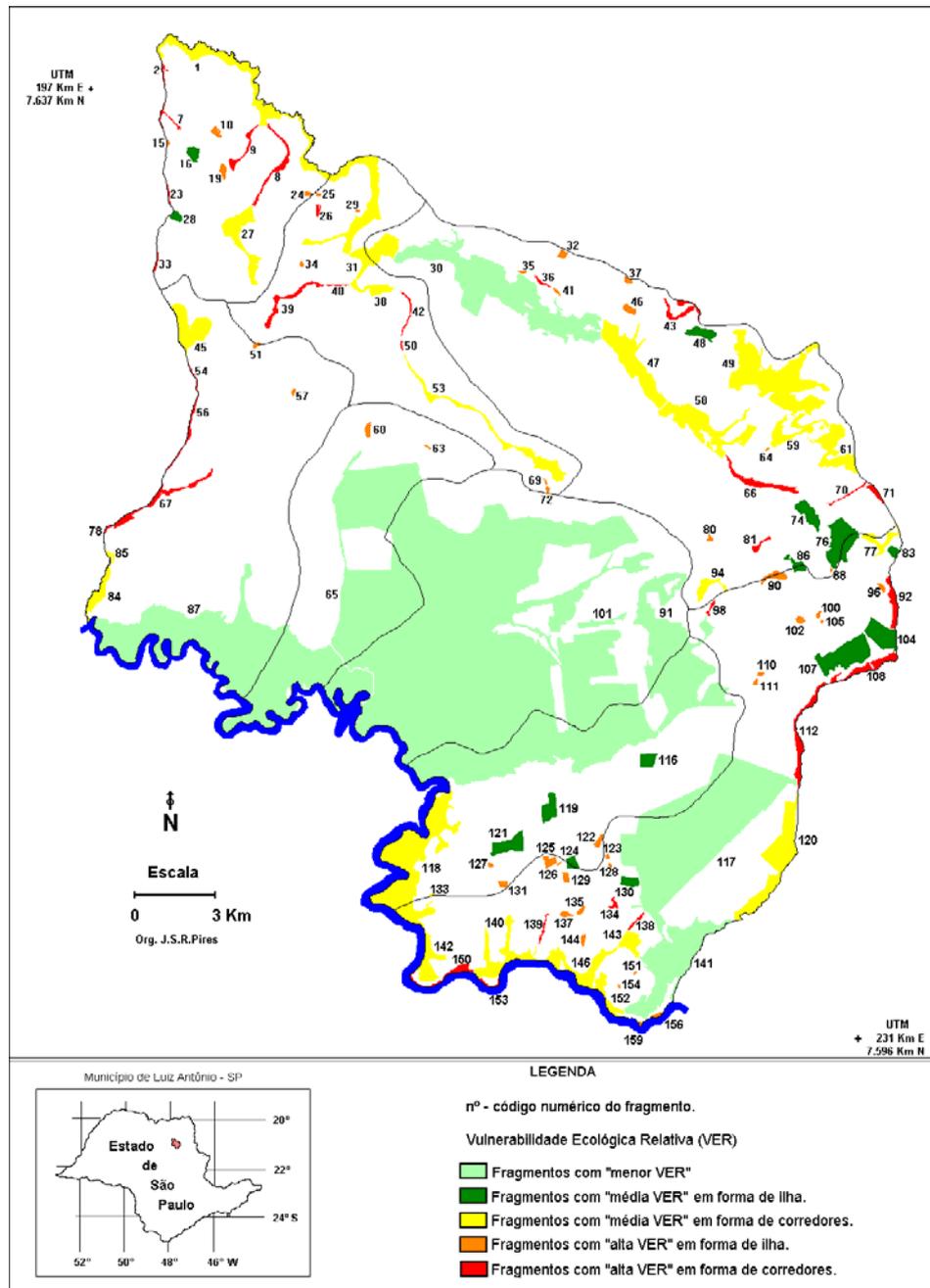


FIGURA 13 - Carta de fragmentos de vegetação natural encontrados na Área de Estudo (EA), por código numérico e Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER).

José Salatiel Rodrigues Pires

Destes, três níveis de biodiversidade são usualmente conhecidos, comentados e trabalhados com maior ênfase, ou seja, a diversidade de habitats ou de ecossistemas, a diversidade de espécies e a diversidade de genes dentro de uma população. A dificuldade em avaliar a diversidade aos níveis de espécies e genes faz com que, para a análise ambiental voltada a esta fase de planejamento, o nível mais aconselhado de estudo seja o da diversidade de habitats ou ecossistemas naturais, nível I (SOULÉ, 1991).

Além das funções ambientais vitais das áreas naturais relacionadas à manutenção de padrões climáticos, ciclagem de nutrientes, degradação de poluentes e outros destacados na introdução deste trabalho, a capacidade de recuperação que uma área qualquer possui após um evento impactante, conhecida como resiliência, (apesar de ser questão de muito debate entre ecologistas) é realçada pela diversidade biológica. Ou seja, a diversidade de espécies, que em última análise depende da diversidade de habitats, aumenta a estabilidade e a resiliência ambiental (ODUM, 1993).

Vários autores trabalharam a idéia de que a complexidade da comunidade ecológica realça a sua estabilidade (ELTON, 1958; MACARTHUR, 1957; MARGALEF, 1968; HUTCHINSON, 1959), e embora existam trabalhos que contestem esta idéia (GARDNER & ASHBY, 1970; PIMM, 1984), nada de concreto existe até hoje que possa derrubá-la, principalmente no que se refere a sistemas ecológicos tropicais. Desta forma, o conceito complexidade-estabilidade é adotado neste trabalho como válido e a meta da conservação das áreas naturais e semi-naturais é manter a complexidade para manter a estabilidade dos sistemas ecológicos, diminuindo assim a possibilidade de perda de espécies e realçando a qualidade e as funções ambientais. A estabilidade, entretanto, deve ser entendida dentro do contexto evolucionário.

Partindo deste princípio, podemos avaliar a capacidade de recuperação ambiental e a estabilidade de uma área, em nosso caso uma bacia hidrográfica, a partir da avaliação da diversidade de paisagens naturais existentes

(AN), pois, relaciona-se à diversidade de espécies presentes. Ao mesmo tempo, o conhecimento dos riscos a que estão submetidas as áreas naturais, pode auxiliar na formulação de medidas para o controle destes, assegurando a manutenção da complexidade destas áreas, permitindo assim que possam cumprir suas funções ambientais e resguardar a diversidade de espécies que poderá, em última análise, ser importante para o manejo futuro da área (recuperação e uso de espécies - biotecnologia).

O índice de diversidade aplicado para as Unidades de Gerenciamento foi modificado de TURNER (1989). Os resultados mostraram haver uma ordem decrescente de biodiversidade entre as UGs 3>4>2>5>1>6>8>7.

As UGs teoricamente mais estáveis e com maior capacidade de recuperação frente aos eventos impactantes seriam as 3, 4, 2 e 5; entre as com menor capacidade de recuperação encontram-se as 1, 6, 8 e 7. Isto demonstra a necessidade de maiores investimentos em recuperação destas áreas de forma a possibilitar um incremento na proporção de áreas naturais.

Este indicador modificado de diversidade da paisagem deve entretanto ser analisado com muita cautela. ODUM (1993) verifica que, embora a diversidade ao nível de paisagem possa ser alta, a diversidade de espécies dentro dos elementos da paisagem pode ser baixa. Isto ocorre para a área estudada quando fragmentos pequenos tendem a aumentar a diversidade a nível de paisagem mas, devido aos efeitos negativos da fragmentação, contém baixa diversidade de espécies em sua área.

Do ponto de vista da conservação da biodiversidade, o ambiente dentro dos fragmentos pode ser examinado segundo perspectivas qualitativas e quantitativas. Ambas as perspectivas contribuem para o número de indivíduos de uma espécie que podem ser encontrados em um fragmento. Para espécies terrestres, a quantidade refere-se ao número de habitats disponíveis para a

José Salatiel Rodrigues Pires

população. A quantidade de habitats ou ambientes influencia no tamanho da população e sua distribuição, incluindo em sua resposta as perturbações na qualidade ambiental (GILPIN & SOULÉ, 1986).

A qualidade ambiental de um habitat compreende qualquer coisa que determine a adaptabilidade de uma espécie em um local, incluindo a aptidão relativa a cada indivíduo. A qualidade ambiental (quantidade de recursos, ausência de perturbações, etc) juntamente com o fenótipo da população, interagem para estabelecer a densidade da população em uma área (capacidade suporte). Ela inclui o estado físico do ambiente, a abundância de recursos (alimento, nutrientes, água, abrigos, mutualistas, sítios de procriação), e os tipos e números de interações entre espécies (competidores, predadores, herbívoros e patógenos). A qualidade ambiental tem componentes dinâmicos, e inclui o padrão de variação natural de todos estes fatores. Em outras palavras, a qualidade ambiental dentro de um habitat depende mais das dinâmicas naturais de perturbação (padrão de variações), do que das condições médias (SOULÉ, 1986).

Por outro lado, a análise da vulnerabilidade das áreas naturais-fragmentos na região de estudo, com relação ao risco de extinção das populações contidas na mesma, indica que o regime de perturbações externas (da área de entorno sobre o fragmento) é tão importante quanto os aspectos relacionados às variações ambientais, existindo dentro dos limites normais de operação ocorrendo em cada fragmento. Isto porque elas estão restritas às áreas isoladas (matas residuais ou áreas protegidas), e não podem escapar para outros refúgios, quando seu ambiente é comprometido (deteriorado).

Assim sendo, áreas naturais-fragmentos que possuem pouca diversidade de habitats interiores, possuem menor chance de sustentar uma alta diversidade de espécies e populações, e a maioria das populações das espécies existentes, possivelmente não poderão sobreviver a longo termo. O próprio processo de fragmentação e diminuição das populações das espécies presentes no fragmento, coloca as mesmas em risco de extinção estocástica.

Ao mesmo tempo, estes fragmentos, sofrendo perturbações crônicas, também terão pouquíssimas chances de resguardar parte da diversidade que existia na área, pois pequenas populações são mais vulneráveis à extinção determinística, principalmente quando estão sujeitas a eventos de perturbação não naturais a intervalos regulares, não possibilitando sua recuperação.

Quanto menor uma população, maior é a sua vulnerabilidade à perturbações. Ao mesmo tempo, quanto menor o intervalo entre eventos de perturbação, mais difícil a recuperação do tamanho de uma população e seu retorno a uma população mínima segura.

Isto significa que não basta atuar no sentido de diminuir o impacto externo sobre os fragmentos de áreas naturais existentes; deve-se também assegurar o efetivo manejo dos mesmos, de forma a ampliar suas áreas e/ou conectá-los uns aos outros, para que possam ampliar as possibilidades de trocas gênicas e aumentar a disponibilidade de habitats às espécies, para satisfazer suas exigências durante seus ciclos de vida.

A formação de fragmentos foi muito bem estudada por diversos autores (DIAMOND, 1972; TERBORGH, 1974; WILLIS, 1974; SOULÉ et al., 1979; KARR, 1982; FORMAN & GODRON, 1986), principalmente aqueles formados como ilhas dentro de reservatórios. FORMAN & GODRON (1986) examinaram a dinâmica de espécies em fragmentos recém-formados. Estas observações podem auxiliar no entendimento das condições de um fragmento após uma perturbação ou ação impactante.

Inicialmente o tamanho da população das espécies varia rapidamente, usualmente elas declinam como resultado da morte e/ou dano de indivíduos causados pela perturbação. Certas espécies tornam-se extintas localmente, ou migram, desaparecendo da área. Dependendo da intensidade da

José Salatiel Rodrigues Pires

ação impactante, algumas espécies sobrevivem e permanecem em populações reduzidas ou em formas dormentes (sementes, esporos, ovos ou cistos). Como segunda resposta ao impacto, que geralmente ocorre rapidamente, há outra drástica variação no tamanho da população das espécies sobreviventes. O número de indivíduos das populações remanescentes pode crescer (*crowding effect* – LECK, 1979; LOVEJOY et al., 1986). Dependendo do tamanho do fragmento e das condições ambientais dentro do mesmo, algumas espécies, especialmente as de maior porte (k estrategistas), podem levar algum tempo antes do desaparecimento. A seguir, ocorre uma imigração com a chegada de espécies que são mais adaptadas às condições reinantes na área. Esta sequência de respostas à perturbação determina um certo equilíbrio no fragmento, entretanto a sua situação de isolamento frente às áreas adjacentes e seu estado sob permanente impacto das atividades de entorno, não permite seu retorno ao estado natural anterior à fragmentação (FORMAN & GODRON, 1986).

O tipo de perturbação sofrida pelos fragmentos estudados neste trabalho pode ser classificada como crônica, ou seja, áreas de vegetação natural sob impacto do isolamento e das atividades agrícolas circundantes.

Vários autores trabalharam em fragmentos sob impacto deste tipo (CURTIS, 1956; PETERKEN, 1974; RACKHAM, 1975; WEGNER & MERRIAN, 1979; ROBBINS, 1980; SHARPE et al., 1981; FORMAN & GODRON, 1986), observando que a extinção local de espécies nestas áreas é causada por diversos fatores atuando isolada ou simultaneamente. Ao considerar espécies raras, o próprio isolamento pode explicar a perda das mesmas, devido à degeneração genética. Além disto, outro problema importante relacionado a estas “ilhas” de vegetação natural, está no fato que a competição interespecífica nas mesmas é mais intensa, e a exclusão competitiva é mais provável de ocorrer em sistemas onde a migração e a emigração estão ausentes ou reduzidas, devido às barreiras para a entrada e saída de espécies (ODUM, 1985). Em sistemas abertos a probabilidade de coexistência é bem mais alta.

José Salatiel Rodrigues Pires

LINDBERGH (no prelo) reafirma que a fragmentação e o isolamento de áreas naturais e/ou semi-naturais devido a atividades antrópicas, aproxima estas áreas cada vez mais a uma situação de ilhas em meio a um mar contendo atividades agropecuárias, urbanização, mineração e suas consequências, que servem como barreira para as espécies que não possuem sistema de deslocamento aéreo privilegiado. Nesse sentido os pesquisadores que trabalham com biologia da conservação, desenvolveram um modelo conhecido como “biogeografia insular” ou “biogeografia de ilhas”, na qual a teoria do equilíbrio entre extinções locais e recolonizações auxilia o entendimento e resolução de alguns aspectos relacionados a conservação destes fragmentos. Detalhes sobre esta teoria e suas implicações podem ser obtidos nos trabalhos de MacARTHUR & WILSON (1967), DIAMOND (1976), LOVEJOY et al. (1986), WILCOX (1980), entre outros.

O efeito do tamanho do fragmento sobre o número, tipo e fluxo de espécies (biodiversidade) ocorrendo no mesmo, tem sido objeto de muitos estudos e controvérsias (FORMAN & GODRON, 1986). Alguns autores entretanto (FORMAN, 1995; GILBERT, 1980) discutem que fragmentos em uma paisagem terrestre não podem ser comparados diretamente com ilhas rodeadas de água, embora muitos concordem com esta similaridade. Existe uma forte correlação entre o tamanho da área e a diversidade de espécies, obtida por diversos autores (PETERKEN, 1974; MOORE & HOOPER, 1975; GALLI et al., 1976; WHITCOMB, 1977; GOTTFRIED, 1979; ROBBINS, 1980; AMBUEL & TEMPLE, 1983; LYNCH & WHIGHAM, 1984; FORMAN & GODRON, 1986; VIANA, 1992). Entretanto, cada grupo de espécies, como espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, formigas, borboletas, pássaros insetívoros ou comedores de sementes, etc, respondem diferentemente ao tamanho do fragmento (ELFSTROM, 1974; FORMAN et al., 1976; FORMAN and GODRON, 1981; FORMAN & GODRON, 1986; LOVEJOY et al., 1986). FORMAN & GODRON (1986) observaram que a diversidade de espécies em um determinado fragmento é função das características do mesmo, entre estas, a diversidade de habitats dentro do fragmento, a intensidade e tipo de perturbação ou impacto exercido

José Salatiel Rodrigues Pires

sobre ele, sua área, idade, heterogeneidade da matriz onde está situado, grau de isolamento, e tipo de fronteira entre o fragmento e a matriz.

Um fator muito importante para a análise da sustentabilidade (vulnerabilidade) de fragmentos diz respeito ao efeito de borda. Está relacionado ao efeito provocado por fatores ambientais e antrópicos atuando na zona de fronteira de uma área. Em geral, a área correspondente à borda de um fragmento sofre a influência de fatores como vento, luminosidade, entrada de nutrientes trazidos pelos ventos, agrotóxicos, fogo, e seus efeitos sobre a umidade e estabelecimento de espécies. Nesse sentido, a composição de espécies existentes na borda do fragmento, em geral, é diferente da composição existente no interior do mesmo.

Quanto maior a distância entre as extremidades (bordas) e o centro do fragmento, melhor a proteção das espécies do interior destas áreas em relação às ameaças externas.

O efeito de borda anteriormente muito difundido como uma estratégia benéfica para o aumento da diversidade (YOAKUM & DASMANN, 1971), tem sido questionado devido aos efeitos deletérios para a diversidade em habitats fragmentados (MEFFE & CARROLL, 1994).

O efeito de borda varia conforme a espécie ou parâmetro ambiental considerado. Pode variar também conforme o tipo de associação vegetal. Em matas mais fechadas pode ser mais marcante que para matas abertas ou campos naturais. Assim sendo, o efeito de borda verificado, por exemplo, sobre a diversidade de pássaros em florestas tropicais da Amazônia, implica na diminuição de indivíduos e espécies quanto mais próximos das bordas da mata, aumentando a partir de 50 metros da borda para o interior (LOVEJOY et al., 1986). Diversos autores encontraram limites diferentes de “efeito de borda”. Por exemplo, RANNEY et al. (1981) encontraram efeito de borda variando entre 10 e 30 metros, estudando vegetação intolerante a sombreamento em florestas

José Salatiel Rodrigues Pires

do Wisconsin (USA). WILLIAN-LINERA (1990), estudando estrutura da vegetação no Panamá, encontrou efeito de borda variando entre 15 e 25 metros. TABANEZ et al. (no prelo) encontraram um efeito de borda ao redor de 80-100 metros sobre a estrutura de um fragmento de floresta de planalto na região de Piracicaba (SP). TEMPLE (1986) assumiu um efeito de borda de 100 metros para fragmentos florestais em Wisconsin. CHEN et al. (1992) verificaram um efeito de borda superior a 137 metros em florestas de "Douglas fir" (*Pseudotsuga menziesii*) em regiões de Washington e Oregon (EUA). LAURANCE (1991) verificou efeito de borda de 150 metros produzindo danos no dossel da floresta, e de 500 metros sobre a estrutura da vegetação em fragmentos de floresta tropical na Austrália. HARRIS (1984), FRANKLIN & FORMAN (1987) e CHEN & FRANKLIN (1990) verificaram um efeito de borda de cerca de 200 metros ao estudar florestas de "Douglas fir" (*Pseudotsuga menziesii*). BRITTINGHAM & TEMPLE (1983) verificaram um efeito de borda de 200 metros estudando pássaros em fragmentos de áreas naturais. WILCOVE et al. (1986) observaram um efeito de borda entre 300 e 600 metros, da borda para o interior da floresta, na região leste dos Estados Unidos, ao estudar a predação de ovos de pássaros.

Neste trabalho foi assumido um limite arbitrário de 150 metros como zona de efeito de borda para todos os tipos de áreas naturais fragmentadas. A partir deste limite conceitual, os fragmentos foram analisados conforme a razão **Interior / Borda (I/B)**. Fragmentos com razão I/B próxima de zero não possuem espécies de interior e são totalmente influenciados pelo efeito de borda. Estes fragmentos são teoricamente mais vulneráveis aos impactos das áreas circundantes. Quanto maior a razão I/B, maiores os fragmentos, e teoricamente, menor a vulnerabilidade às ameaças externas.

Outro componente também verificado, relativo a forma da área, foi o **índice de borda (InB)**. Este índice possibilita verificar o quanto a forma de uma área se aproxima de uma circunferência. Uma circunferência possui borda mínima de contato entre a sua área e seu exterior, portanto áreas com forma de círculo possuem menor influência do meio externo. Vários autores utilizaram este

José Salatiel Rodrigues Pires

índice no estudo da dinâmica de populações (FORMAM & GODRON, 1986). O “índice de borda”, originalmente utilizado para verificar a circularidade de lagos, é conhecido em Limnologia como “índice de desenvolvimento de margem” (HUTCHINSON, 1957) e descrito como:

$$D = L / 2 \sqrt{\pi A}$$

onde:

D = índice de borda

L = perímetro

A = área do fragmento.

Este índice mede o quão “arredondada ou circular” ou “alongada” pode ser uma área. VIANA (1992) denominou taxa de circularidade ao referir-se a este índice. Fragmentos com índice próximo a 1 serão os mais arredondados. Quanto maior o índice, mais alongados serão os fragmentos.

A forma do fragmento determina o grau do efeito de borda que está agindo sobre o mesmo e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre sua biodiversidade. Neste sentido o índice de borda (InB) e a razão interior / borda (I/B) foram utilizados para separar os fragmentos, conforme sua vulnerabilidade ecológica frente aos fatores intrínsecos e antrópicos (Tabela 14). A classificação dos fragmentos quanto a sua vulnerabilidade auxilia na tomada de decisão sobre prioridades e formas de manejo dos mesmos.

A classificação dos fragmentos quanto a sua vulnerabilidade é relativa, porque compara os fragmentos existentes dentro da área de estudo. Ao verificar os riscos a que estão submetidos, todos os fragmentos podem ser considerados sob intensa ameaça de perda de biodiversidade, seja por causas estocásticas ou determinísticas. Entretanto, esta classificação auxilia os tomadores de decisão quanto às prioridades no manejo dos fragmentos

José Salatiel Rodrigues Pires

encontrados, elencando diferentes abordagens de manejo e/ou determinando maior esforço e alocação de recursos (humanos, financeiros), para aqueles mais vulneráveis e/ou mais importantes do ponto de vista da conservação da biodiversidade da área como um todo. Para isto entretanto, torna-se necessário melhorar o nível de informação e escolher, a partir desta análise inicial, aqueles que devem ser melhor estudados quanto aos aspectos fitossociológicos, faunísticos e ecológicos. A questão de escala (espacial e temporal) é muito importante na determinação de vulnerabilidade, pois padrões e processos ocorrendo em uma escala, podem não ser tão importantes em outra; além disto, espécies diferentes respondem de forma diferente à variação em escala temporal e espacial. Desta forma, TURNER (1989) recomenda muita cautela ao realizar extrapolações de conclusões e inferências realizadas em um nível específico, pois estas devem estar atreladas à escala de estudo e tratadas com muito cuidado, quando utilizadas em diferentes níveis de análise.

A proposição de uma classificação baseada no grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (Figura 13), permitiu agrupar os fragmentos encontrados na AE (**ANEXO I**). A Tabela 15 apresenta o número de fragmentos agrupados conforme seu Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa.

José Salatiel Rodrigues Pires

TABELA 14 - Forma de fragmentos e possíveis implicações ambientais.

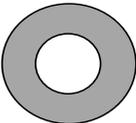
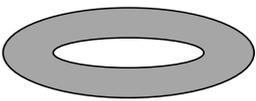
Forma do Fragmento			
			
$\ln B = 1$ $I/B \gg 1$ arredondado "ilha"	$\ln B \gg 1$ $I/B \gg 1$ alongado "corredor"	$\ln B = 1$ $I/B = 0$ arredondado "ilha"	$\ln B \gg$ $I/B = 0$ alongado "corredor"
Interação com a matriz circundante			
Baixa	Média	Alta	Alta
Grau de perturbação antrópica			
Médio	Médio	Alto	Alto
Diversidade relativa de espécies (hipoteticamente)			
+Alta	+Alta	Baixa	Baixa
Vulnerabilidade Ecológica			
Baixa	Média	Alta	Alta

TABELA 15 - Número de fragmentos segundo seu Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa determinados para AE.

Grau de Vulnerabilidade Ecológica Relativa	Características		Nº de fragmentos encontrados	Forma do fragmento	
	ÍnB	I / B			
1	Fragmentos menos vulneráveis	qualquer	maior que 1	6	qualquer
2	Fragmentos com média vulnerabilidade	menor que 2	entre 0 e 1	15	“ilha”
3		maior ou igual a 2	entre 0 e 1	20	“corredores”
4	Fragmentos com alta vulnerabilidade	menor que 2	igual a zero	45	“ilha”
5		maior ou igual a 2	igual a zero	32	“corredores”

Várias propostas de manejo para a conservação da biodiversidade em áreas fragmentadas têm sido elaboradas, para aumentar as chances de viabilidade das populações de espécies. A Tabela 16 apresenta e codifica algumas abordagens de manejo, baseadas em ou modificadas de NOSS & HARRIS (1986); FORMAM & GODRON (1986); KAPOS (1989); SAUNDERS et al., (1993); VIANA et al. (1992, 1995); FORMAN (1995), e MEFFE & CARROLL (1994), recomendadas a seguir.

Vários autores discutem que a manutenção e/ou criação de grandes fragmentos rodeados de uma alta densidade de pequenos fragmentos, ligados por “corredores”, em certa escala podem contemplar os objetivos de conservação e manutenção da estabilidade em uma paisagem (NOSS & HARRIS, 1986; FORMAM & GODRON, 1986; NOSS, 1991; MEFFE & CARROLL, 1994). A idéia de que corredores podem ser a solução para a perda de biodiversidade, principalmente quando estes são de largura muito reduzida, é ainda questão de debate entre os conservacionistas, pois não existem evidências científicas comprovadas de que eles realmente funcionem (SIMBERLOFF & COX, 1987; NOSS, 1987; SOULÉ, 1991; DEWMARK, 1993; MEFFE & CARROLL, 1994). Por outro lado, os aspectos relativos às funções ambientais proporcionadas pela

José Salatiel Rodrigues Pires

vegetação na conservação de áreas importantes, como mananciais e/ou áreas de encosta, podem ser motivo suficiente para sua manutenção. Aliado a isto, devem ser realizados estudos experimentais objetivando verificar a eficácia dos mesmos em permitir o movimento de espécies entre fragmentos.

Entre os fragmentos estudados na AE, apenas 6 podem ser classificados como “menos vulneráveis ecologicamente”. Destes, 2 possuem uma alta relação I/B. São os fragmentos com Identificador (ID) 65 e 117, com área de 8.490 ha (inclui a EEJ e EELA) e 1.627 ha, respectivamente. Estes fragmentos podem ser considerados os mais importantes para a manutenção da biodiversidade em nível regional, e embora sejam considerados menos vulneráveis em relação aos demais dentro do território estudado, necessitam ser preservados por meio da minimização dos impactos e riscos das atividades de entorno. Estes fragmentos, quando analisados em maior detalhe, o que vem ocorrendo através do Projeto Jataí desenvolvido na Estação Ecológica de mesmo nome, apresentam também grande risco de perda da biodiversidade devido ao seu isolamento. Por exemplo, segundo estimativas de TALAMONI & MOTA-JÚNIOR (comunicação pessoal) devem existir apenas 2 ou 3 casais de lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) nesta unidade de conservação. Estes estão ameaçados de extinção devido a causas estocásticas; isto é, por constituírem uma população abaixo do mínimo viável, não poderão evitar a endogamia e perda de heterozigose, diminuindo a fertilidade e a viabilidade da prole (SOULÉ & WILCOX, 1980). Desta forma, pode ser verificado que a vulnerabilidade expressa para uma espécie única, neste caso uma espécie de topo de cadeia alimentar, pode ser diferente da indicada para o fragmento como um todo.

TABELA 16 - Abordagens de manejo para manutenção da biodiversidade de fragmentos de áreas naturais (FORMAM & GODRON, 1986; KAPOS, 1989; SAUNDERS et al., 1993; VIANA et al., 1992 e 1995; FORMAM, 1993; e MEFFE & CARROLL, 1994).

Abordagem de Manejo	Código
Evitar qualquer fragmentação adicional por meio de estradas, ou desmatamento para implantação de outros usos do solo.	M1
Minimizar o efeito de borda através do estabelecimento artificial de espécies nativas ao redor do fragmento. Estas poderão ser utilizadas sustentadamente no futuro.	M2
Recuperar fragmentos por meio de abordagens silviculturais.	M3
Estabelecer corredores entre fragmentos por meio artificial (plantação) de espécies nativas. Permitir a ligação entre corredores separados e/ou entre corredores e ilhas existentes.	M4
Aumentar a “permeabilidade” de áreas entre fragmentos permitindo a passagem de espécies, por meio de mudança no uso do solo (uso de sistemas agroflorestais ou silvicultura).	M5
Proteger corredores naturais existentes, por meio de alteração do uso do solo (uso de sistemas agroflorestais ou silvicultura) em áreas consideradas críticas para migração de espécies.	M6
Enriquecer com espécies animais os fragmentos, utilizando polinizadores e dispersores de sementes principalmente. Esta abordagem é recomendada quando indicada a necessidade por estudos faunísticos.	M7
Implantar um Programa de Educação Ambiental no meio rural e urbano para minimizar práticas de fogo e caça e coleta.	M8
Elaborar e implantar legislação específica impedindo práticas agrícolas como a aspersão aérea de pesticidas e o uso do fogo em áreas ecologicamente críticas.	M9
Implantar destacamento, capacitar e/ou treinar pessoal da Guarda Florestal, do corpo de bombeiros e os voluntários da defesa civil no combate a incêndios florestais, além de estabelecer permanente vigilância nos períodos críticos de seca para a detecção de focos de incêndios.	M10
Fomentar a implantação de florestas com essências nativas por meio de incentivos fiscais e extensão rural aos proprietários de terras na região. Principalmente ao redor de fragmentos isolados e corredores. (M2)	M11

José Salatiel Rodrigues Pires

Estas espécies de grande massa corporal poderiam ser consideradas vulneráveis a extinção em todos os fragmentos, onde ainda podem ser encontradas. Entre as abordagens de manejo recomendadas para proteção estão a M1, M2, M4, M5, M8, M9 e M10 (Tabela 16). Estes grandes fragmentos, como sugerido por FORMAM & GODRON (1986), devem estar ligados por corredores aos fragmentos menores existentes na AE, permitindo a troca de material biológico e aumentando a chance de sustentabilidade dos mesmos.

Os demais fragmentos considerados “menos vulneráveis” (IDs 30, 87, 91 e 141) possuem forma de “corredores” e devem auxiliar na interligação entre fragmentos menores de “alta vulnerabilidade”. Entre as abordagens de manejo adotadas para estes, devem ser consideradas a M1, M2, M4, M5, M6, M8, M9 e M10.

A maioria dos fragmentos (77) foi classificada com “alto grau de vulnerabilidade ecológica relativa” (graus 4 e 5). Destes, 45 possuem a forma de “ilha” (grau 4), área total entre 1,08 e 21,04 ha e são altamente suscetíveis a degradação (riscos 1 e 2 principalmente), devendo ser manejados através das abordagens de manejo M2, M3, M4 ou M5, M7, M8, M9 e M10. A Foto 7 a e b apresenta a morfometria de fragmentos do tipo “ilha” (a) e “corredor” encontrados na AE. Os 32 fragmentos restantes possuem forma de “corredores” (grau 5) e são também altamente suscetíveis a degradação e perda de biodiversidade. A maioria destes faz parte da mata ripária e vegetação alagável, cuja forma de degradação foi anteriormente discutida (Figura 11). Para estes últimos, todas as abordagens de manejo são recomendadas.

Entre os fragmentos classificados com “média vulnerabilidade ecológica relativa”, 15 possuem a forma de “ilha” (grau 2), com área variando entre 12,68 ha e 153,86 ha, e 20 possuem a forma de “corredores” (grau 3) (Tabela 15). Teoricamente, estes estariam menos ameaçados de perda de diversidade que os anteriores, entretanto necessitam ser manejados de forma a diminuir o efeito de borda e resguardar sua possível função dentro das áreas

onde se encontram. Entre as abordagens de manejo recomendadas, podem ser destacadas a M1, M2, M3, M4 ou M5, M7, M8, M9 e M10.

Os fragmentos discriminados como de “menor vulnerabilidade ecológica” podem ser considerados como “áreas fonte” de material biológico (*source*), enquanto os de “alta vulnerabilidade ecológica” como fragmentos “sumidouro” (*sink*), de acordo com a teoria proposta por PULLIAM (1988).

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 7 a - Aspecto de fragmentos do tipo “ilha” encontrados na Área de Estudo.

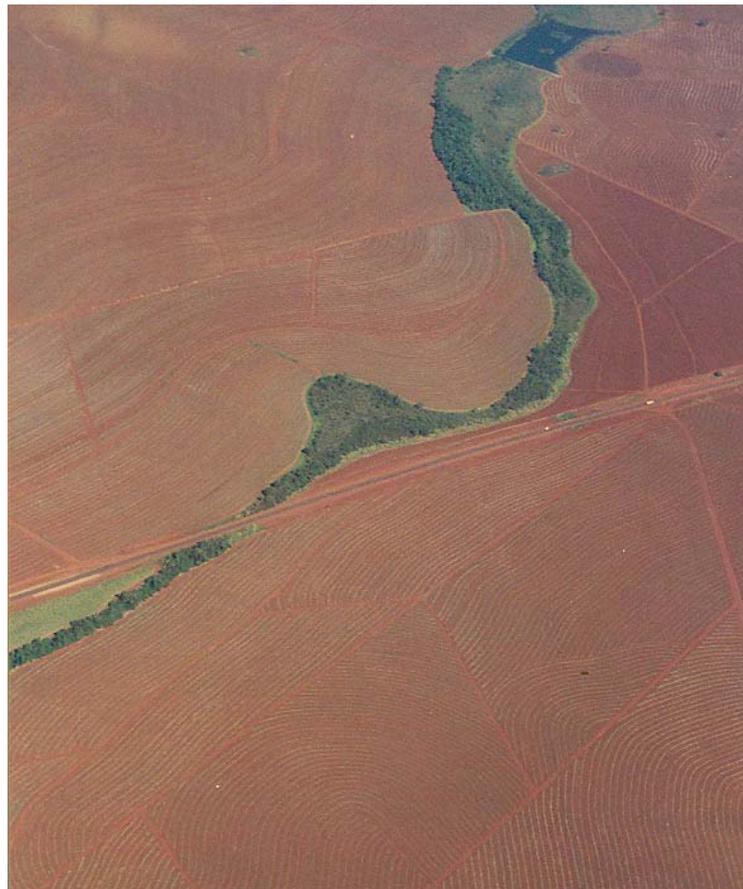


FOTO 7 b - Aspecto de fragmento do tipo “corredor” encontrado na AE.

É possível notar que existem duas porções do corredor (fragmento ao Norte e ao Sul), cortado por uma estrada, e neste caso, a estrada deverá funcionar como um “filtro” que não permitirá a passagem de algumas espécies.

Entre os riscos antrópicos a que estão submetidos estes fragmentos foram verificadas as ameaças de eliminação biológica por deriva de pesticidas, fogo e caça e coleta. O **ANEXO II** apresenta as áreas e percentagens relativas de cada fragmento em relação a estas ameaças.

JANZEN (1986) discute a necessidade de manejo adequado destas “eternas ameaças externas” derivadas das atividades humanas, incluindo além de pesticidas e fogo (ausência e frequência), a modificação climática e migração de espécies exóticas a que os fragmentos naturais estão submetidos.

A aplicação aérea de pesticidas sobre culturas agrícolas pode ser considerada fonte de risco de contaminação e eliminação biológica. A dispersão aérea de pesticidas pode criar poluentes líquidos que consistem em produtos químicos danosos, inclusive à biota não alvo (HESKETH & CROSS Jr., 1981). Danos às espécies não alvo têm sido relatados (SEIBER et al., 1980), devido a deriva aérea de pesticidas. A quantia relativa de um dado pesticida que pode afetar espécies não alvo, depende do tipo de operação de aplicação, das propriedades físicas e reatividade química do pesticida e das condições meteorológicas locais (SEIBER & WOODROW, 1981). No Brasil têm sido conduzidos poucos estudos para avaliar o impacto de aplicações aéreas de pesticidas sobre áreas naturais adjacentes à cultura alvo. A maioria dos estudos destinados a verificar os danos potenciais de pesticidas aos organismos está relacionada a danos à saúde humana, à mortalidade em vertebrados, ou danos em vegetais superiores, assumindo certos agrotóxicos como altamente seletivos. Entretanto, áreas naturais possuem uma gama muito grande de espécies de invertebrados e vegetais inferiores, que desempenham muitas vezes papel fundamental na cadeia trófica e cuja população pode ser eliminada devido ao contato com estes produtos químicos. Além disto, muitos deles possuem metais pesados e outros produtos sintéticos e/ou naturais cujos efeitos cumulativos são pouco estudados. JANZEN (1986) considera a aplicação de pesticidas próxima a áreas de conservação como matéria de proibição legal.

José Salatiel Rodrigues Pires

Pode ser constatado que a AE é constantemente sujeita à pulverização de pesticidas, incluindo principalmente herbicidas. Durante visitas de campo foram observadas verdadeiras “campanhas de pulverização” montadas para aplicações em larga escala de agrotóxicos por via área (Foto 8 e 9). Foram verificadas ainda plumas de pesticidas, que muitas vezes são direcionadas para áreas não alvo durante a aplicação (Foto 5). O mapeamento de risco de eliminação biológica por agrotóxicos indica que 77,9% dos fragmentos presentes na área de estudo estão ameaçados pela deriva aérea dos mesmos. Destes, os que apresentam os maiores riscos de contaminação e eliminação biológica por pesticidas foram os classificados com “alta vulnerabilidade ecológica relativa”.



FOTO 8 - Aviões agrícolas em abastecimento para aplicação de agrotóxicos.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 9 - Deriva de agrotóxicos após aspersão aérea - ao fundo “névoa” de agrotóxicos atingindo a mata ripária do rio Mogi-Guaçu.

Outra ameaça constante sobre a biodiversidade na área consiste na utilização do fogo em práticas agrícolas. Incêndios em vegetação natural ou florestas plantadas podem comprometer a conservação e proteção da biodiversidade, além de afetar os solos, a água, e outros aspectos que envolvem o desenvolvimento de uma região, sejam eles econômicos, sócio-culturais, paisagísticos e recreacionais. A análise de fatores intervenientes e o conhecimento das causas principais que determinam a ocorrência de incêndios na vegetação, são importantes para que possam ser elaboradas estratégias de prevenção e combate aos mesmos.

José Salatiel Rodrigues Pires

Embora seja reconhecido o papel do fogo nos processos evolutivos de alguns ecossistemas como o cerrado, onde muitas espécies têm adaptações para tolerar o fogo, dependendo da extensão e frequência de incêndios, estes podem afetar a dinâmica de regeneração desta vegetação e trazer prejuízos à sua biodiversidade. COUTINHO (1989) recomenda que sejam realizados estudos ecológicos apropriados, para avaliar a necessidade de manejo do fogo em algumas áreas de cerrado, com o objetivo de manter seu processo evolutivo sem incorrer em riscos de incêndios de grandes proporções.

Segundo SOARES (1989), as duas principais causas de incêndios na vegetação que ocorreram no Brasil, no período compreendido entre 1984 a 1987, foram respectivamente “queimadas para limpeza” e “incendiários”, e as principais formas de vegetação atingidas pelo fogo foram as florestas plantadas de eucalipto e “outros tipos de vegetação”, incluindo-se aqui as formações nativas de cerrados como as mais atingidas. De acordo com ROSA (1992), o principal tipo de vegetação natural atingido pelo fogo em 1991 foi o cerrado (desde cerrado denso a campo limpo), seguido de campos rupestres e floresta semi-decídua em transição para cerrado. Esta mesma autora, estudando as principais causas de incêndios que ocorreram em Unidades de Conservação, infere as causas dos mesmos às “queimadas para fins agrícolas” em 56,6% dos casos, seguidos de descargas elétricas (18,5%) e incendiários com 8%, e finalmente uma percentagem de 10,2% para causas indeterminadas. Entretanto, estas causas podem mudar, dependendo de características regionais como ocupação antrópica, tipo de vegetação e condições meteorológicas. BROWN & DAVIES (1973) demonstraram que os incendiários, com 26%, e as queimadas para limpeza, com 18%, seguidos pelos fumantes (15%) são, sem dúvida, os principais grupos de causas dos incêndios florestais nos Estados Unidos.

Para a área de estudo, foi constatado que este risco está relacionado principalmente às queimadas para fins agrícolas (colheita da cana-de-açúcar e para manejo de pastos). Não foram encontrados dados estatísticos a respeito de incêndios em fragmentos de vegetação natural. Segundo informações

José Salatiel Rodrigues Pires

colhidas com trabalhadores rurais, em casos onde o fogo atinge estes fragmentos, a vegetação natural danificada é retirada e o local passa a ser incorporado às áreas de produção. Foram observadas injúrias na borda de três fragmentos, devido à queimada da cana-de-açúcar em área adjacente (Foto 10 a e b). Na Estação Ecológica de Jataí também foi verificado, em 1991, o início de uma queimada, devido provavelmente à “deriva de fogo” da vizinhança, onde houve queimada de cana-de-açúcar. Este princípio de incêndio foi debelado antes que pudesse causar maiores danos.



FOTO 10 a – Área de vegetação natural atingida pelo fogo.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 10 b – Detalhe do dano em vegetação atingida pelo fogo.

Deve ser ressaltado que no período de seca, entre maio a setembro, a queda de folhas de diversas espécies, aliada à existência de árvores mortas, principalmente na área de borda de fragmentos, aumenta a massa de combustível fino e, como resultado disto, estes fragmentos se tornam facilmente inflamáveis. Este período do ano coincide com a prática de queimadas para a colheita da safra de cana-de-açúcar, que aumenta o risco de incêndio sobre fragmentos naturais e florestas plantadas (silvicultura) (Foto 11). Embora existam “aceiros” entre as áreas cultivadas e fragmentos de vegetação natural, estes nem sempre conseguem evitar que as chamas atinjam estes últimos (Foto 12). Além disto, os aceiros não possuem tamanho suficiente para evitar o calor excessivo que atinge estas áreas durante as queimadas, o que provavelmente contribui para a eliminação de espécies nestes locais. Todos os fragmentos estudados possuem áreas com risco de incêndio.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 11 - Fogo em vegetação plantada (silvicultura).



FOTO 12 - Vista de estrada-aceiro. Estes aceiros não são de tamanho suficiente para evitar a passagem do fogo entre a cultura de cana e os fragmentos de vegetação.

José Salatiel Rodrigues Pires

A análise dos riscos envolvendo caça e coleta de exemplares da fauna e flora silvestre, demonstrou existir ameaças em apenas 37 dos 118 fragmentos (**ANEXO II**). Isto se deve aos critérios adotados na metodologia, utilizando apenas as estradas principais da AE e a zona urbana como fatores chave para a existência deste risco. Entretanto, foi verificado que o número de estradas “vicinais” utilizadas para escoamento de safras anuais de cana-de-açúcar é muito grande, e a sua não inclusão entre os critérios que definiram a avaliação deste risco subdimensionaram o resultado, apresentando um número muito grande de fragmentos com ausência do risco, que possivelmente poderiam ser afetados caso estas fossem incluídas. Além disto a falta de dados e informações sobre caça e coleta na AE, impossibilita uma análise melhor sobre este risco. Sua existência é confirmada informalmente, devido a informações verbais obtidas de trabalhadores rurais (bóias-frias) e funcionários da Estação Ecológica que em várias oportunidades apreenderam armadilhas de espera deixadas por caçadores e/ou verificaram a derrubada de árvores no interior desta unidade de conservação.

Considerações sobre as condições ambientais da AE.

Segundo HARDIN (1968), recursos utilizados por mais de um usuário sem regras pré-estabelecidas, aceitas e observadas, tendem a ser super-explorados (“Tragédia dos Comuns”). Este mesmo autor discute que, mesmo em terras privadas, o uso abusivo de recursos naturais e sua degradação deverá causar problemas para toda a comunidade (HARDIN, 1993). Por exemplo, o proprietário de uma parcela de terra dentro de um município usa, em geral, os recursos naturais que “lhe pertencem”, como bem entende (Política Neoliberal). Outros proprietários / usuários dentro da mesma área, também decidem sobre o melhor uso de “seus recursos” de forma a obter o maior lucro no menor tempo possível (condicionante de mercado). Estas decisões independentes deverão ter um impacto sobre a economia e meio ambiente. (Tiranias das pequenas decisões - ODUM, 1982). Se o impacto econômico for positivo, o proprietário / usuário decidirá por continuar a atividade de uso dos recursos naturais. A forma de uso também determina os riscos e impactos sobre os solos, a água e a biodiversidade. Porém, a erosão dos solos, desperenização ou contaminação de córregos, a destruição da biodiversidade e dos aspectos funcionais dos ecossistemas são cumulativos e serão percebidos apenas com o passar do tempo. Estes indícios do mau uso ou super-exploração dos recursos poderão ser verificados com a perda de produção agrícola e/ou os custos de recuperação ambiental, que afetarão o ambiente e a economia dos municípios, cujas atividades estão baseadas no uso desordenado de seus recursos naturais. Porém, com a degradação dos recursos naturais e a decorrente inviabilidade econômica da propriedade, os proprietários / usuários se desfazem da mesma, e os impactos negativos decorrentes da perda de funções ambientais passam a cargo da comunidade.

COMUNE (1992) verifica que uma política de crescimento baseada na exploração de recursos naturais com intenso uso e rápida extinção (degradação ou exaustão de recursos), pode ser ilusória e o crescimento resultante é puramente transitório. Nesse sentido, BUARQUE (1990) esclarece

José Salatiel Rodrigues Pires

que as limitações da ciência econômica relacionadas à conceituação de valor da natureza e escala de tempo, têm sido responsáveis pela administração incorreta dos recursos naturais, a longo prazo, quando os impactos ambientais de atividades produtivas humanas se manifestam com clareza.

Nem sempre a degradação e os custos com recuperação ambiental são percebidos como causas decorrentes do uso ou manejo inadequado dos recursos naturais. A dragagem de córregos assoreados, a necessidade de captação de água em mananciais mais distantes ou tratamento sofisticado da mesma para suprimento público, a perda de recursos pesqueiros, os prejuízos relativos a cheias ou secas pronunciadas, a necessidade de reflorestamento e/ou recuperação de florestas, ou os danos relacionados aos problemas de saúde decorrentes da contaminação de alimentos e da água por agrotóxicos são, em geral, os custos referentes a estes impactos cumulativos do uso do solo e, via de regra, são distribuídos a toda a comunidade.

Isto ocorre quando existe a dificuldade em conectar causas e efeitos relacionados à degradação da qualidade ambiental. Entretanto, estudos dos efeitos cumulativos dos usos do solo sobre os componentes ambientais (LEE & GOSSELINK, 1988; GOSSELINK et al. 1990; DE GROOT, 1992) têm mostrado, cada vez mais, a necessidade de manejo adequado e conservação dos sistemas naturais, para permitir uma produtividade sustentada dos sistemas agrícolas e a minimização dos impactos sobre a economia e qualidade de vida das populações humanas. Identificar onde podem estar ocorrendo e antecipar estes impactos por meio da análise ambiental, é uma tarefa necessária para poder prevenir e/ou penalizar os responsáveis pelos mesmos, evitando que os custos destes tenham que ser assumidos pela comunidade.

Nesse sentido, limites ou fronteiras naturais permitem relacionar os riscos e impactos ambientais às atividades ou usos do solo, estabelecidos dentro de uma unidade definida. Assim sendo, o uso de bacias hidrográficas (BHs) como Unidade de Gerenciamento pode auxiliar a administração municipal

José Salatiel Rodrigues Pires

na identificação, monitoramento e avaliação dos riscos e impactos ambientais ocorrendo em seu território. Em primeiro lugar, porque a maioria das atividades potencialmente degradadoras, que podem gerar impactos nos ambientes terrestres, tendem a mostrar seus efeitos também no ambiente aquático (LIKENS & BORMAN, 1974), e desta forma é possível monitorar a qualidade ambiental de uma bacia hidrográfica por meio do monitoramento de seus corpos d'água. Em segundo, porque os limites das BHs separam as atividades e seus riscos, conforme quem as utiliza, permitindo inferir os danos e responsabilidades aos usuários. Naturalmente, o mapeamento de propriedades e acompanhamento de desmembramentos (acompanhamento da situação fundiária) seria importante para identificar usuários, atividades, e riscos e impactos. Entretanto, a AE não possui um mapa da situação fundiária relacionando os proprietários de terras, e desta forma as áreas relativas a cada bacia hidrográfica servem para ligar usuários (usos ou atividades) e seus riscos e impactos.

A realização de uma leitura das condições ambientais da AE e de cada UG identifica aquelas que podem apresentar maior comprometimento ambiental. Teoricamente, estas necessitarão da implementação de medidas efetivas de recuperação e/ou monitoramento ambiental visando a manutenção de um padrão de utilização compatível com a conservação dos componentes ambientais, permitindo assim sua sustentabilidade no tempo.

Devido às condições de relevo e solo, a AE apresenta boa disponibilidade para a agricultura. A maioria das UGs possui acima de 75% de sua área classificada com risco baixo e médio de erosão dos solos, e solos relativamente bons para a atividade agrícola. Com exceção da UG 3 onde a Areia Quartzosa predomina em 40% da área, seguida por Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro com 43%; estes últimos (os Latossolos Roxo e Vermelho-Escuro) correspondem a mais de 60%, chegando em alguns casos a 95% (UG7) da área das demais UGs. Por outro lado, a forma de apropriação dos mesmos, quando da conversão de áreas naturais em agricultura altamente tecnificada, mostra sérios riscos de super-utilização e desgaste excessivo deste recurso.

José Salatiel Rodrigues Pires

Segundo o Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solos (SÃO PAULO, 1994), no Estado de São Paulo, devido intensificação do uso do solo e a mecanização agrícola, cerca de 80% de sua área vem sofrendo processos erosivos além dos limites de tolerância, causando perdas de 194.000.000 toneladas de terra por ano, sendo que 25% destas são transportadas até os mananciais em forma de sedimentos, causando assoreamento e poluição dos mesmos. Este manual mostra que a perda média de solos devido a cultura de cana-de-açúcar é de 12,4 ton/ha/ano.

Com relação a gênese de solos, alguns autores sugerem que em solos de textura média a moderada, em áreas de lavoura com um bom manejo, as taxas de formação do horizonte A podem chegar a 1,12 t/ha/ano (BENNET et al, 1937; HALL et al, 1979). Isto se deve à mistura de partes do subsolo com o topo do solo durante a aragem, além da incorporação de fertilizantes químicos e adubos orgânicos. Com base nestas características, foram estimados limites de tolerância de perda de solos, definidos como aqueles em que a fertilidade do solo possa ser mantida por 20 a 25 anos (MORGAN, 1986). Entre estes limites, um valor médio de 11 t/ha/ano é quase sempre aceito, embora valores de 2 a 5 t/ha/ano sejam mais recomendados nos casos de solos pouco espessos e/ou muito suscetíveis à erosão (HUDSON, 1981). O serviço de Conservação dos Solos Norte Americano considera que o nível máximo tolerável de perda de solos varia entre 5 toneladas por acre por ano (1ha = 2,47 acres)(12,35 ton/ha/ano), para solos profundos, e 2 toneladas por acre (4,94 ton/ha/ano) por ano, para solos finos e pobres (ODUM, 1993).

Desta forma, GUERRA (1994) considera que o limite de 11 t/ha/ano, geralmente recomendado, é muito alto pois não pode ser sustentado acima de 25 a 50 anos de uso, mesmo em solos profundos. Observando esta recomendação, deveriam ser analisadas as taxas atuais de perda de solos em todas as Unidades de Gerenciamento que contêm áreas de agricultura intensiva, por meio de medições de campo, visando determinar e avaliar os níveis

toleráveis de perda de solos, principalmente para a cultura de cana-de-açúcar. Em ordem de prioridade, seria importante avaliar as perdas de solo nas UGs 7 (78% de área contendo cana-de-açúcar), UG 8 (60,86%), UG 1 (52,68%), UG 5 (51,60%), UG 6 (49,72%) e UG 2 (39,56%). As Ugs 3 e 4 possuem 25,16% e 17,17% de área plantada com esta cultura, respectivamente, e mantendo este padrão, teriam menor prioridade para a análise de perda de solos.

Os riscos de degradação a que os sistemas aquáticos estão submetidos na área de estudo também podem indicar, quando analisados separadamente, quais UGs estão sob maior pressão das atividades antrópicas. Ao analisar a percentagem do comprimento de córregos sob qualquer risco de degradação, relativa a cada UG, verifica-se em ordem decrescente de possibilidade de comprometimento dos recursos hídricos: a UG 5 (com 87% do comprimento do córrego sob risco de degradação), a UG 7 (86%), a UG 1 (75%), a UG 8 (72%), a UG 6 (59%), a UG 2 (53%), a UG 3 (31%), e finalmente a UG 4 (21%).

Outro indicador importante, utilizado na análise ambiental, foi a quantidade de áreas naturais e semi-naturais (fragmentos). Estes fragmentos estão representando a biodiversidade da área. Quanto maior o equilíbrio entre áreas naturais e áreas de produção em uma UG, aumenta a possibilidade de que as funções ambientais estejam sendo efetivas, e teoricamente, maior sua qualidade ambiental. Nesse sentido, Unidades com maior conversão de áreas naturais para Agroecossistemas ou Sistemas Urbano-industriais possuem menor estabilidade ambiental e resiliência, frente a impactos. A análise da percentagem de conversão de áreas relativas às UGs demonstra que a UG 7 possui maior área convertida para agroecossistemas (90,67%), em ordem decrescente seguem a UG 6 (81,89%), a UG 1 (81,53%), a UG 8 (68,24%), a UG 2 (67,64%), a UG 3 (61,09%), a UG 5 (55,59%) e a UG 4 (30,29%).

A análise de Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER) dos fragmentos verificados em cada UG (Tabela 17), também pode servir como

José Salatiel Rodrigues Pires

indicativo de risco de degradação. Nesse sentido, quando comparadas as áreas, em hectares, dos fragmentos classificados como “menor VER”, com áreas classificadas com “alta e média VER” (“**alta VER**”: “**média VER**”: “**menor VER**”), verificamos que: a UG 7, com 15 fragmentos com uma área total de 484,4 ha, possui proporção de **73,9** : **410,5** : **0**, e pode ser considerada UG com a menor resiliência e conseqüentemente com a maior necessidade de recuperação ambiental; a UG 8 vem a seguir com 16 fragmentos com área total de 512,6 ha, com proporção: **109** : **403,5** : **0**; esta Unidade não possui nenhuma área de “menor VER”; a UG 1 possui 25 fragmentos com um total de 2.368 ha, com: **0,2** : **1,7** : **1**; a UG 2 com 3.321,1 ha em 51 fragmentos possui relação: **0,15** : **0,54** : **1**; a UG 6 com 11 fragmentos com área total de 1.356,9 ha, com relação: **0,07** : **0,13** : **1**; a UG 3 com 2.356,9 ha cuja relação é: **0,01** : **0,31** : **1**; e finalmente as UG 5, com 4 fragmentos e 2.011,1 ha e UG 4 com 6518,7 ha e 6 fragmentos, com relação: **0** : **0,005** : **1**. A Figura 14 apresenta graficamente esta análise.

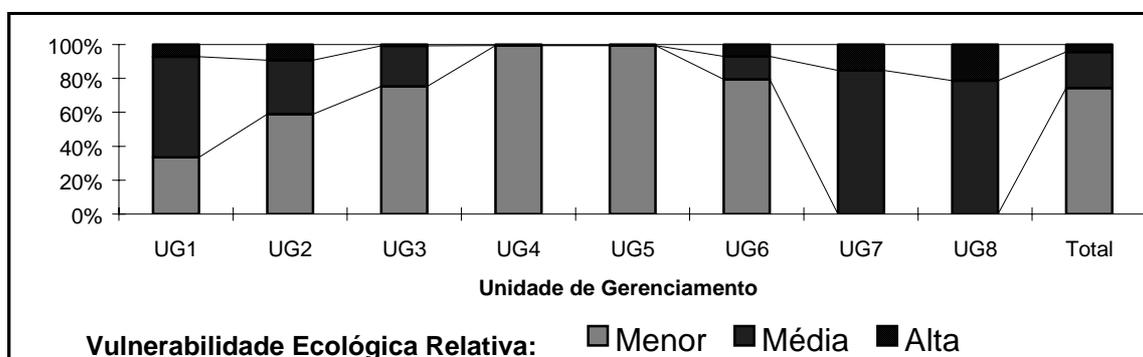


FIGURA 14 - Apresentação gráfica da proporção entre fragmentos (ha) em diferentes graus de Vulnerabilidade Ecológica Relativa, nas Unidades de Gerenciamento.

José Salatiel Rodrigues Pires

TABELA 17 - Área (ha) dos fragmentos ou parcelas dos mesmos, encontrados em cada UG, segundo a Vulnerabilidade Ecológica Relativa.

VER	UG1	UG2	UG3	UG4	UG5	UG6	UG7	UG8	Total
Menor	792,5	1956,2	1774,0	6484,1	1999,5	1079,6	0,0	0,0	14085,9
Média	1407,7	1057,5	563,1	0,0	0,0	181,6	410,5	403,6	4024,1
Alta	168,1	307,4	19,9	34,5	11,6	95,7	73,9	109,0	820,0

Outros fatores verificados em campo, também concorrem para classificar as UGs conforme seu comprometimento ambiental. A UG 1, por exemplo, possui uma área de deposição de resíduos sólidos (lixo) em local inadequado, em área de nascentes do córrego da Onça (Foto 13) que muito provavelmente está contribuindo para a degradação das águas e contaminação dos solos na área; além disto a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Municipal está praticamente inoperante e libera resíduos em excesso para o referido córrego. A Foto 14 mostra a formação de “espuma” em local a jusante desta ETE (1 km), denunciando a entrada excessiva de produtos químicos no córrego. Outra área considerada de alto risco com relação a degradação deste Córrego, é a região onde está instalada a Usina Moreno e seus tanques de tratamento de efluentes líquidos. Esta área deveria ser fiscalizada e monitorada periodicamente, para verificar a necessidade de implantação de medidas de controle de riscos de acidentes (vazamentos). A UG 6 também apresenta riscos industriais e impactos decorrentes da não observação e minimização de riscos sobre componente ambiental. Um dos impactos mais importantes nesta UG verifica-se na Estrada Municipal que liga a cidade de Luiz Antônio à Companhia de Celulose e Papel Votorantim (CELPAV). A tentativa de asfaltamento desta estrada, sem uma análise prévia das condicionantes ambientais, provocou o surgimento de erosão por voçorocamento nas laterais (FOTOS 15 a, b e c) da mesma, devido as condições de terreno e solos, e a falta de uma floresta protetora. Este processo acelerado de degradação dos solos permanece há dois anos, sem que tenha sido tomada qualquer providência por parte daqueles que o

José Salatiel Rodrigues Pires

desencadearam. A Figura 15 apresenta uma síntese dos riscos e impactos ambientais que ocorrem na AE.



FOTO 13 - Vista do depósito de resíduos sólidos da Cidade de Luiz Antônio.

José Salatiel Rodrigues Pires



FOTO 14 - Formação de “espuma” em local a jusante da ETE da Cidade de Luiz Antônio (1 km), denunciando a entrada excessiva de produtos químicos no córrego.



Sr. Benedito
Basset (Téc.
DHB /
UFSCar

FOTO 15 - Vista da erosão por voçorocamento - (a) detalhe da profundidade;

José Salatiel Rodrigues Pires

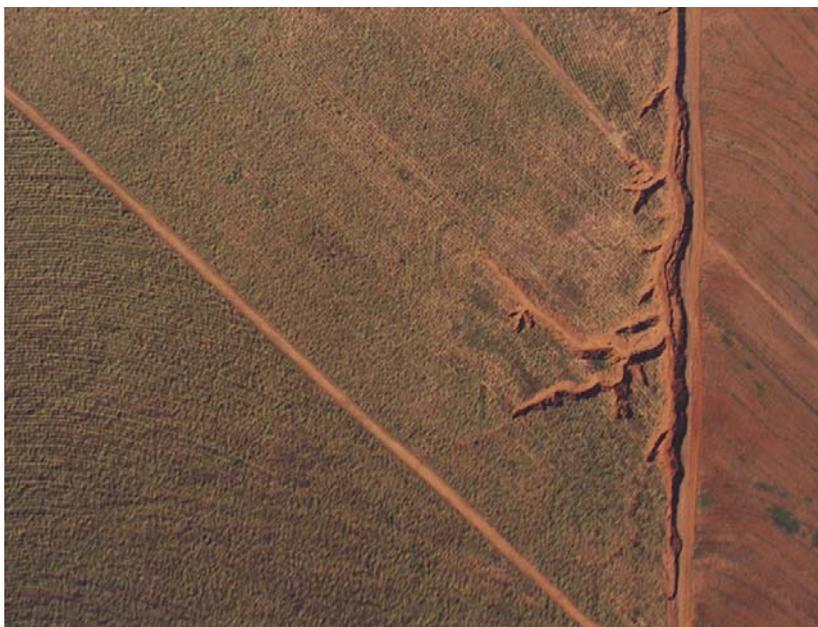


FOTO 15 b- Vista aérea da erosão por voçorocamento - detalhe da extensão.



FOTO 15 c - Vista da erosão por voçorocamento - Vista terrestre.

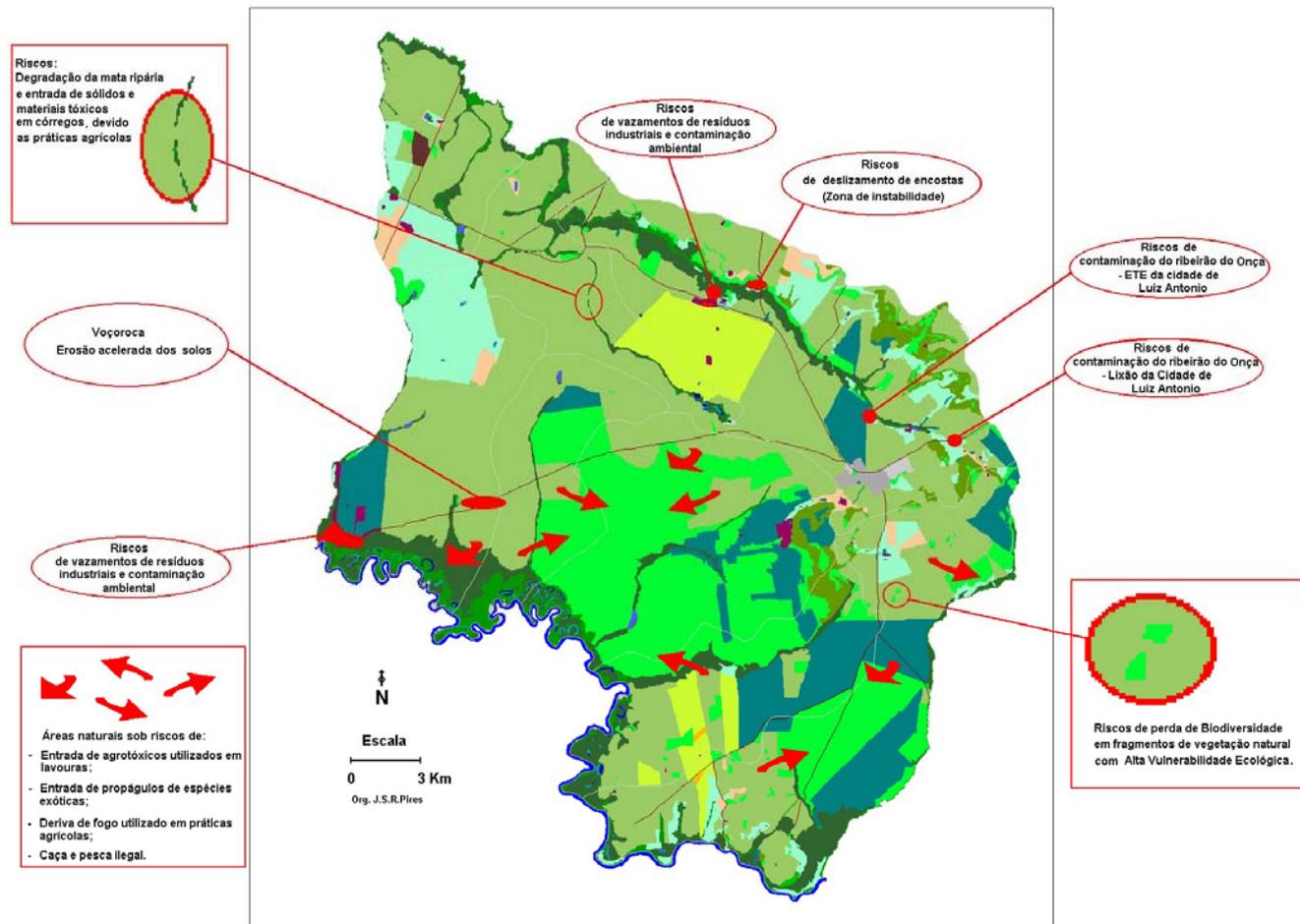


Figura 15 – Carta síntese dos riscos e impactos ambientais que ocorrem na Área de Estudo.

Como síntese destas análises, o agrupamento das UGs conforme ordem crescente do comprometimento ambiental em relação aos componentes estudados, resulta na seguinte sequência: UG4, UG3, UG2, UG5, UG 6, UG 1, UG 8, UG 7. Foi verificado que as áreas mais comprometidas ambientalmente estão localizadas na região norte e oeste da área de Estudo, correspondendo às UGs 6, 1, 8 e 7.

Para a melhoria da situação e adequação destas áreas aos padrões ambientais mais satisfatórios, é necessário que o poder público proponha e aplique medidas de controle ambiental. Entre estas, poderiam ser indicadas medidas administrativas de incentivo e desestímulo a certos usos do solo. Por exemplo, os proprietários alocados em uma UG (Bacia hidrográfica), receberiam incentivos fiscais (linhas especiais de financiamento, empréstimos com juros diferenciados, etc.) e melhorias de infra-estrutura rural, conforme as condições ambientais reinantes em sua unidade, e em obediência a metas envolvendo mudanças de uso do solo visando a melhoria das mesmas, acertadas entre estes e as autoridades ambientais (prefeitura, casa da agricultura, secretaria de saúde, secretaria de meio ambiente, etc). Nesse sentido, proprietários situados em UGs com menor comprometimento ambiental receberiam incentivos, enquanto que aqueles situados em UGs com menor qualidade ambiental teriam que se adequar aos padrões de qualidade pré-estabelecidos pelas autoridades ambientais, para que também pudessem receber os mesmos.

Considerações de manejo para a conservação dos componentes ambientais da área de estudo – Proposta de Zoneamento.

Alterações no uso do solo de caráter tradicional produtivo, para usos conservacionistas ou mais compatíveis com áreas de preservação, são extremamente difíceis de serem realizadas. Estas necessitam ser negociadas entre os proprietários da terra, usuários, técnicos, e a população como um todo, para que sejam aceitas e efetivadas. Além disto, devem ser bem planejadas e estabelecidas por um grupo multidisciplinar de técnicos que possuam conhecimento suficiente da área sob planejamento e a respeito daquilo que se quer conservar.

Desta forma, a proposta de zoneamento da área, descrita a seguir, deve ser entendida como um exercício de planejamento. Foi baseada na caracterização ambiental e verificação dos riscos das atividades antrópicas sobre os componentes ambientais, e está voltada principalmente à conservação da biodiversidade encontrada nos fragmentos de área natural. Este zoneamento implica em mudanças drásticas no uso do solo, que deveriam favorecer a proteção e realce da biodiversidade, e portanto existiriam grandes dificuldades em sua implantação. A caracterização e compreensão dos aspectos sócio-econômicos da área, não estudados neste trabalho, podem ser consideradas como fator chave para permitir a proposição de um zoneamento mais próximo da realidade.

Qualquer medida de conservação para a área de estudo deve considerar a presença de um dos últimos fragmentos de vegetação natural do Estado. Este fragmento, constituído pela Estação Ecológica de Jataí (EEJ) e parte da Estação Experimental de Luiz Antônio (EELA), além de uma grande extensão da área alagável do rio Mogi-Guaçu na região sudoeste da EEJ, corresponde a uma área de aproximadamente

José Salatiel Rodrigues Pires

12.000 ha, incluindo vários habitats naturais e semi-naturais. A importância desta área, não somente no contexto local como também estadual e nacional, é muito grande, pois está sob influência da mata atlântica e representa uma área isolada da região nuclear de cerrados do Brasil Central, e portanto diferente da maioria destes; sua biodiversidade é pouco conhecida, acarretando em um grande número de espécies ainda desconhecidas para a ciência e, além disto, possui espécies raras e/ou ameaçadas de extinção.

TALAMONI et al. (1994), citam entre as espécies críticas, o lobo-guará (***Chrysocyon brachyurus***) ameaçado pela fragmentação e destruição do cerrado, apontado na Lista Oficial do IBAMA como uma das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção, e como “vulnerável”, pela União Internacional para Conservação da Natureza (UICN); a onça-parda (***Felis concolor***) também ameaçada devido a fragmentação de áreas naturais e pressão de caça; a jaguatirica (***Felis pardalis***) considerada como espécie “ameaçada de extinção” na lista do IBAMA e considerada como “vulnerável” pela UICN; o tamanduá-bandeira (***Myrmecophaga tridactyla***) considerado “vulnerável” pela UICN, que tem praticamente desaparecido da região, vítima das alterações na vegetação natural, como a diminuição da disponibilidade de alimentos e a caça predatória; o cateto (***Tayassu tajacu***), que segundo a Lista Oficial IBAMA sobre a fauna ameaçada, é uma espécie insuficientemente conhecida e “presumivelmente ameaçada de extinção” no Brasil; o sauá (***Callicebus personatus***) cuja subespécie C. p. nigrifrons, ocorrente nesta área, é considerada pela UICN como “em perigo de extinção”, devido principalmente a caça e a destruição do seu habitat; a cuíca-lanosa (***Caluromys lanatus***), espécie que ocorre principalmente na Amazônia e cuja única ocorrência assinalada para o Estado de São Paulo data de 1950, que foi registrada na mata mesófila desta unidade de conservação; e o bugio (***Alouatta caraya***) observado na mata ciliar e no cerrado, que embora não ameaçado de extinção, está

desaparecendo rapidamente em função das atividades humanas, principalmente da fragmentação das áreas florestadas.

Estes autores reafirmam como urgente e necessário o estabelecimento de um eficiente sistema de fiscalização para a EEJ, aliado a manutenção de uma zona tampão entre as propriedades vizinhas a esta unidade de conservação.

A ampliação da área física desta unidade de conservação assume uma importância primordial no sentido de se preservar os representantes remanescentes da fauna e flora da região.

Algumas medidas propostas por CAVALHEIRO et al. (1990), estão relacionadas à incorporação de áreas das bacias de drenagem, que fazem parte da EE Jataí, a esta UC. Este mesmo trabalho indica a necessidade da implantação de uma APA - Área de Proteção Ambiental no entorno imediato da UC como outra forma de minimização dos impactos das atividades humanas. As considerações relacionadas a seguir, reforçam a iniciativa destes autores e são baseadas nas análises ambientais procedidas neste estudo. Foram elaboradas com o intuito de realçar a proteção desta área de conservação do Estado e avançar ainda mais em considerações sobre usos sustentáveis do solo, que permitam uma maior proteção dos recursos naturais e da qualidade ambiental.

Em síntese, foi verificado que o principal uso antrópico atual do solo não é compatível com a proteção da biodiversidade, seja dos remanescentes de áreas naturais (fragmentos-menores) encontrados na área de estudo, ou da unidade de conservação (fragmentos-maiores). Cabe ressaltar que a EEJ também é considerada como um fragmento em meio a um mosaico de habitats terrestres e aquáticos, contendo usos agrícolas e manchas (fragmentos menores) de sistemas naturais e semi-naturais, em diversos graus de alteração (degradação). A minimização

José Salatiel Rodrigues Pires

dos riscos e impactos é importante tanto para a UC, quanto para estas manchas que interagem entre elas e com a UC, por meio de troca de materiais biológicos. Além disto, a UC e os fragmentos menores exercem grande influência na qualidade ambiental da área de estudo através de processos ecológicos, cuja função permite minimizar os impactos das atividades antrópicas e manter estoques biológicos que teoricamente deveriam ser capazes de auxiliar e/ou conduzir o processo de recuperação de áreas/ambientes degradados pelas mesmas.

A monocultura de cana-de-açúcar mostra total incompatibilidade com a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade da área. A prática constante do fogo e a aspersão de herbicidas por via aérea, aliada à utilização maciça e insustentável de fertilizantes, ferti-irrigação e calcário, e manejo repetitivo do solo, têm contribuído de forma significativa para a eliminação biológica e tende, a médio e longo prazos, destruir o componente biológico dos solos e contaminar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos da área. Cabe ressaltar que esta atividade não é sustentável frente ao aumento dos custos dos insumos (calcário, fertilizantes, agrotóxicos) e dos combustíveis.

Com base nos resultados deste trabalho, foi estabelecido um zoneamento para a área de estudo envolvendo quatro zonas, formando um gradiente de complexidade ambiental entre as áreas artificiais e naturais (Figura 16). Uma Zona de Proteção da Biodiversidade (ZPb), incluindo a EEJ e EELA e áreas determinadas por CAVALHEIRO et al.. Uma Zona de Amortecimento ou Zona de Produção Agroflorestal (ZAf), incluindo áreas de entorno imediato e ao redor de corredores de área natural, cuja atividade principal deveria ser a silvicultura com essências nativas, com plano de corte intercalado/seletivo, ou a introdução de sistemas agroflorestais, uma Zona de Produção Agroindustrial (ZAi), que poderia conter monoculturas com regras

José Salatiel Rodrigues Pires

Para o estabelecimento de corredores é necessário um maior esforço de pesquisa envolvendo a avaliação da “largura mínima” (área) necessária para que os mesmos sejam efetivos. LINDENMAYER & NIX (1993) verificaram que uma série de aspectos da biologia e ecologia das espécies que deverão utilizar os corredores, deve ser conhecida adequadamente para que os mesmos não constituam o que SOULÉ (1991) chamou de “armadilha mortal”. HARRISON (1992), baseado em características biológicas de alguns mamíferos da América do Norte, estimou uma largura mínima dos corredores necessários para seu uso, variando entre 22.000 metros e 600 metros. O perigo no estabelecimento de corredores muito estreitos está relacionado à perda de espécies de locais protegidos, que se aventuram pelo mesmo e nem sempre retornam ao local mais seguro, e, portanto, estes devem oferecer habitats reais e não apenas uma rota de deslocamento, principalmente se não levarem até uma área natural que ofereça condições semelhantes àquela que foi abandonada. A pesquisa do “tamanho mínimo” deve verificar a presença ou passagem de espécies maiores de vertebrados nestes corredores. O lobo-guará, por exemplo, poderia ser estudado como uma espécie chave para avaliar a efetividade dos mesmos. MURPHY & WILCOX (1986 in SCOTT et al., 1987), consideram que áreas que suportam a existência segura de vertebrados estariam protegendo a maioria dos invertebrados. Com relação às espécies vegetais, a continuidade de trabalhos como os desenvolvidos por VIANA (1990, 1992) envolvendo a análise fitossociológica em fragmentos florestais, deveriam ser incentivados e poderiam permitir o entendimento de áreas mínimas de corredores que possuíssem espécies de interior (além de espécies de borda).

A seguir são descritas as características das quatro zonas propostas (Figura 17).

Zona de Proteção da Biodiversidade (ZPb):

Envolve as áreas dos fragmentos “maiores”, incluindo a Estação Ecológica e Estação Experimental de Luiz Antônio e áreas estabelecidas para ampliação (CAVALHEIRO et al., 1990) e dos outros fragmentos encontrados na AE, considerados como fragmentos “menores”.

A Estação Experimental de Luiz Antônio deveria ser paulatinamente incorporada à Estação Ecológica, aumentando a área de conservação por meio da retirada das espécies exóticas (Pinus e Eucalipto) e permitindo a recuperação da vegetação original. Esta incorporação, além de proporcionar grande oportunidade de pesquisa e estudos de recuperação ecológica e sucessão natural, permitiria aumentar a área de conservação administrada pelo Estado, ampliando as possibilidades de manutenção das populações em risco e reduzindo as ameaças de extinção das mesmas.

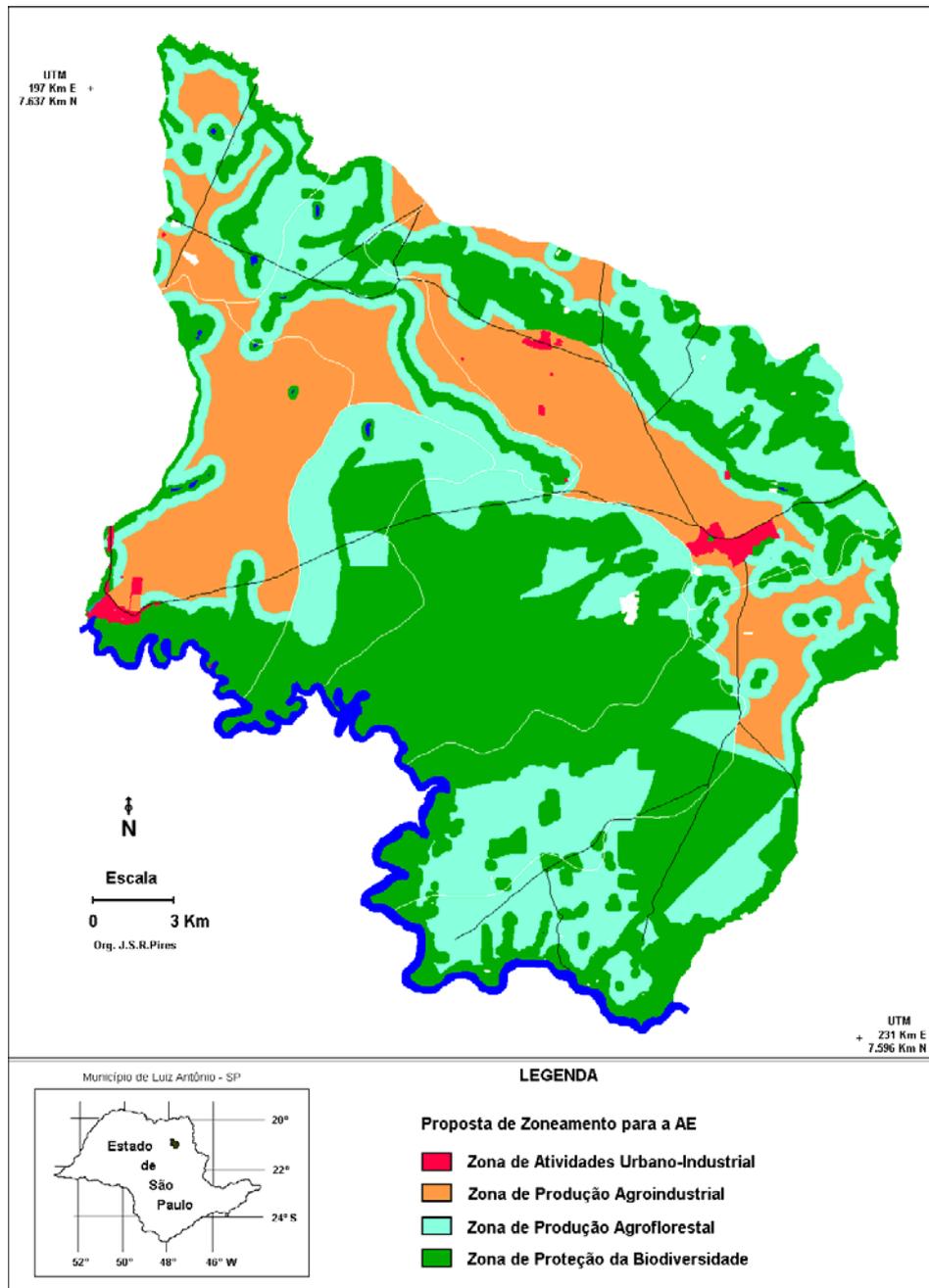
Com relação aos fragmentos “maiores” e “menores”, em forma de ilha, seriam acrescidos de 150 metros em todo seu entorno, como áreas de proteção, com o objetivo de diminuir o “efeito de borda” (conceitualmente).

Para a conservação dos fragmentos “menores” existentes na área verifica-se a necessidade da ligação entre os que possuem forma de “corredores” e os fragmentos com forma de “ilha”. Conceitualmente, como estabelecido para este trabalho, a área de recuperação e/ou ampliação dos corredores naturais existentes, deveria ter ao menos 150 metros de largura ao redor dos mesmos. Isto iria determinar mais de 300 metros de área natural para cada córrego em toda a sua extensão, pois incluiria a vegetação já existente. Legalmente, estes tipos de córregos, com largura entre margens muito pequena, necessitariam, para cumprir a lei (artigo 2º do Código Florestal - Lei

José Salatiel Rodrigues Pires

Federal 4.771/65 - complementada na Resolução CONAMA nº 004/85, alterada pela Lei Federal 7.803/89), de 30 metros de área de preservação permanente (hoje conhecida como reserva ecológica). Frente a degradação que estes sistemas têm sofrido, torna-se óbvio entretanto, que esta metragem é muito pequena para a proteção dos sistemas aquáticos (muitos deles possuem atualmente menos que isto), e menor ainda para o estabelecimento de corredores naturais. Uma proposta arrojada seria a da compra destas áreas pela administração Local/Estadual ou a implantação de legislação, determinando seu uso ambiental e social, baseada no entendimento dos recursos hídricos e da biodiversidade estabelecida em suas margens e suas funções, como bens de uso comum. Em locais onde existe a necessidade de uso da água, seja para dessedentação animal na pecuária ou para retirada de água para irrigação, ou outros usos, seriam dadas permissões de uso aos proprietários das terras adjacentes. Estes poderiam retirar o mínimo de floresta protetora (ripária) necessária para acesso à água e satisfazer o seu uso, e seriam responsáveis pela qualidade da água e das matas protetoras no trecho do córrego em seu território.

José Salatiel Rodrigues Pires

**FIGURA 17 -** Proposta de Zoneamento para a Área de Estudo (AE).

José Salatiel Rodrigues Pires

Cabe ressaltar que a implantação de corredores deve ser empregada em áreas degradadas e/ou fragmentadas por atividades humanas. Em casos onde ainda existem extensas áreas naturais, a implantação dos mesmos, não deve ser considerada como a solução para ligar áreas após desmatamento, sem um estudo muito bem detalhado sobre os ecossistemas a serem manejados.

Zona de Amortecimento ou Produção Agroflorestal (ZAf):

Esta zona deve possuir características de transição entre a zona de proteção e a zona de produção agroindustrial. Nesta área seriam permitidos usos do solo desde que compatíveis com a conservação das áreas naturais. O tipo de uso mais adequado para esta zona consiste na implantação de sistemas agroflorestais que assegurem a estabilidade ou sustentabilidade ecológica destas áreas e permitam um tamponamento entre as atividades agrícolas ligadas a agroindústria e a unidade de conservação ou outros fragmentos menores.

DANTAS (1994) destaca que entre as características mais importantes dos sistemas agroflorestais está a sustentabilidade ecológica ou estabilidade proporcionada pela diversidade de espécies, promovida pela presença de diferentes espécies animais e vegetais que exploram nichos diversificados dentro destes sistemas. Além disto, diferentes espécies com variadas estratégias e comportamentos fenológicos, proporcionam uma dispersão dos inóculos de doenças e focos de pragas reduzindo problemas fitossanitários. Ao mesmo tempo, as raízes exploram maior volume de solo, aumentando a eficiência de retirada de nutrientes e água, diminuindo a perda dos mesmos. A cobertura contínua do solo proporcionada pelos diferentes cultivos resulta em sua proteção permanente, reduzindo a erosão, diminuindo a lixiviação,

equilibrando o microclima, aumentando a matéria orgânica, e por consequência, melhorando as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Estes sistemas também buscam a estabilidade econômica, uma vez que oferecem ao agricultor diferentes produtos ao longo do ano, criando mecanismos de compensação capazes de colocar no mercado produtos de acordo com a demanda (DANTAS, 1994).

Entre os sistemas agroflorestais que poderiam ser recomendados está o de cultivo intercalado com faixas de vegetação nativa. MELO et al. (1994) observaram em áreas-teste de cultivo intercalado com faixas de cerrado nativo, que os resultados deste sistema são satisfatórios, propiciando uma produção de grãos acima da média, além de reduzir pela metade os gastos com defensivos agrícolas. O Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solos (São Paulo, 1994) tem sugerido a prática de cultivo intercalado com a utilização de espécies comerciais, como uma forma eficiente de controle de erosão dos solos, podendo em certos casos controlar a erosão em 80%, e a perda d'água por escoamento superficial em 60%. Entretanto, as faixas recomendadas são extremamente estreitas do ponto de vista da conservação da biodiversidade. Estas poderiam ser ampliadas e utilizadas em espaçamentos maiores. Naturalmente seriam necessários maiores investimentos em pesquisa para verificar o tamanho mais aconselhável de faixas de vegetação nativa, visando a criação de "corredores" entre fragmentos "menores", de áreas naturais. Entre as espécies nativas, poderiam ser plantadas espécies comerciais de essências nativas visando aproveitamento. Entre outras possibilidades poderiam também ser plantadas florestas comerciais entre faixas de vegetação nativa. Estas faixas não devem ser vistas como um mero trabalho de revegetação para estabilizar a erosão, mas sim como um auxílio na manutenção da

José Salatiel Rodrigues Pires

biodiversidade, em nível local. Nesta zona seriam proibidos o uso de agrotóxicos e a prática do fogo.

Deveriam ser implementados programas de extensão rural e educação ambiental nesta zona, visando auxiliar o produtor rural quanto às práticas agroflorestais mais adequadas e conscientizar os produtores quanto à necessidade da conservação da diversidade biológica. Seria necessário ainda o monitoramento da fauna, para pesquisar a viabilidade e justificar a existência desta zona, além de aprimorar medidas de manejo da mesma. Esta mesma área poderia ainda ser utilizada para implantação de chácaras de lazer, associadas à produção agroflorestal do tipo “pomar”, com diversas espécies arbóreas frutíferas e produtoras de resinas.

Zona de Alta Produção Agrícola ou Agroindustrial (ZAI):

A zona de alta produção agrícola (Zona Agroindustrial) deverá ocupar áreas onde existe baixo/médio risco de erosão e solos mais férteis. Nestas áreas poderão ser plantadas monoculturas e efetuado o manejo com alta escala de insumos (calcário e fertilizantes). Nesta áreas serão permitidas a implantação de indústrias de beneficiamento da produção agrícola, após a realização do procedimento de AIA, verificando a capacidade suporte da área. Entretanto, não deverá ser permitida a aspersão aérea de agrotóxicos. A expansão da área urbana deverá ser direcionada para estas áreas.

Zona de Atividades Urbano-industriais (ZAu):

A Zona de Atividades Urbano-industriais engloba todas as áreas urbanas, suburbanas, industriais, e demais áreas onde estão alocadas infra-estrutura de transporte, moradia, estoque da produção rural, além de áreas de estoque e/ou recuperação de resíduos industriais e urbanos. Quando incluídas dentro de zonas cujas atividades são mais restritas (ZPb e ZAf) estas atividades deverão estar adequadas às mesmas.

Alteração frente ao uso atual.

A Tabela 18 e Figura 18, apresentam as alterações, em hectares, dos usos atuais frente ao estabelecimento do zoneamento proposto.

TABELA 18 - Alteração dos usos do solo frente ao zoneamento proposto.

Usos do solo / Zonas	Área atual (ha)	%	Área Proposta (ha)	%
Áreas Naturais / ZPb				
Zona de Proteção da Biodiversidade	18.936,00	31,76	26.630,79	44,67
Silvicultura / ZAf				
Zona de Produção Agroflorestal e silvicultura	5.931	9,92	19.169,97	32,15
Agroecossistemas / ZAi				
Zona de Produção Agroindustrial	34.061,82	57,14	13.110,00	22,00
Áreas antrópicas (Áreas Urbanas, industriais, áreas de recuperação de resíduos, etc) / ZAu				
Zona de Atividades Urbano-industrial	702,81	1,18	702,81	1,18
Total	59.613,63	100	59.613,63	100

José Salatiel Rodrigues Pires

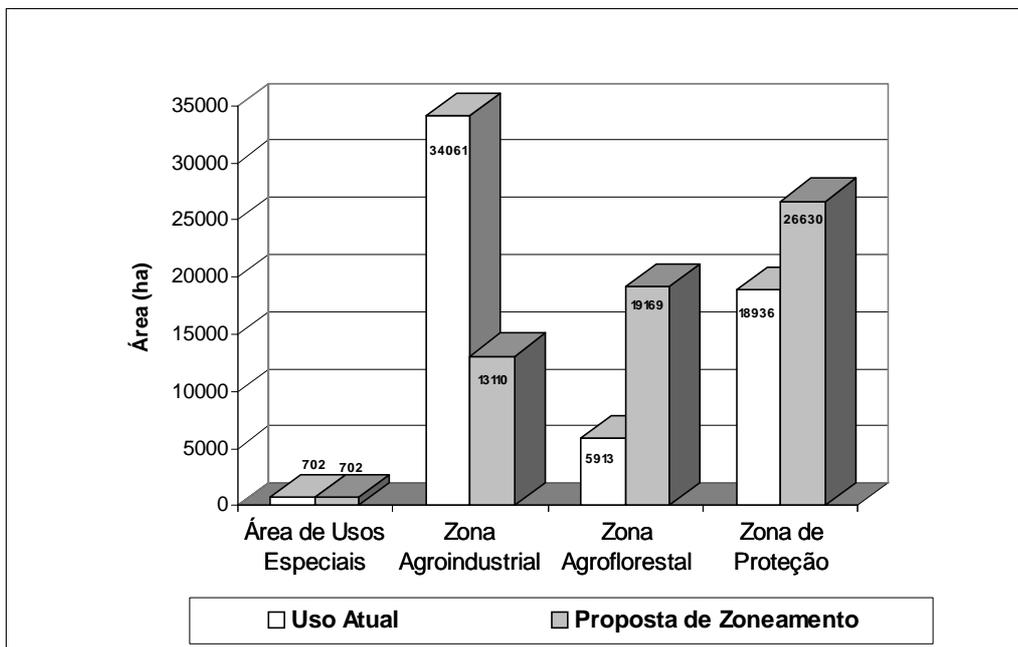


FIGURA 18 - Representação gráfica da alteração de uso do solo frente ao zoneamento proposto.

Naturalmente esta proposta de alteração está relacionada à presença da EEJ que, como mencionado anteriormente, possui grande importância na preservação da biodiversidade para a região. Em outras localidades (municípios), também deveriam ser discutidas propostas de zoneamento, conforme as necessidades locais de proteção de componentes ambientais. Provavelmente, em muitos deles haveria uma inversão entre as zonas agroindustriais e as zonas de proteção.

5 - CONCLUSÕES

O uso de metodologias genéricas de análise ambiental alimentadas por dados secundários, mostrou ser importante para a caracterização e compreensão da área de estudo. Elas permitiram visualizar espacialmente onde se encontram e quais são as características dos principais recursos naturais (tipos de solos e sua declividade, comprimento dos principais córregos, área e características dos principais remanescentes naturais), e os riscos a que estão submetidos frente as atividades antrópicas.

Este estudo permitiu também demonstrar a necessidade de aumentar qualitativa e quantitativamente os dados e informações a respeito dos componentes ambientais no meio rural, como forma de garantir que no futuro este ambiente possa ser planejado e manejado adequadamente, evitando a degradação de recursos naturais.

Verificou-se que não existe nenhum tipo de proteção de um grande número de pequenos remanescentes de biodiversidade espalhados pela AE, que somados representam aproximadamente 12% da área. É necessário e urgente que sejam propostas e efetivadas medidas de proteção destes fragmentos de área natural, que podem conter um grande número de espécies que estarão destinadas a extinção nas próximas décadas.

A utilização das bacias hidrográficas como unidades de gerenciamento, permite verificar o balanço entre os setores produtivos e a proteção da biodiversidade e indicar áreas e recursos que estão mais sujeitos à pressão antrópica dentro de cada unidade. De posse destas informações é possível determinar medidas de manejo mais adequadas para cada bacia hidrográfica, com o objetivo de recuperar a qualidade e/ou diminuir riscos de degradação sobre seus recursos naturais. Embora

José Salatiel Rodrigues Pires

isto seja verdadeiro para os componentes solos e água, nem sempre os limites relacionados à bacia hidrográfica apresentaram-se tão marcantes para o componente biodiversidade. Vários fragmentos de vegetação natural extrapolaram os limites de uma bacia hidrográfica. Nesse sentido muitas vezes torna-se necessário ampliar a visão da área sob análise, para que possam ser verificadas as tendências e determinadas as medidas necessárias para a proteção dos mesmos. Isto também é válido para alguns riscos ambientais, como por exemplo deriva aérea de agrotóxicos. Com relação as Unidades de Gerenciamento, estas podem ser elencadas em ordem decrescente, do ponto de vista da qualidade ambiental, como UG 7, UG 1, UG 8, UG 6, UG 5, UG 2, UG 3 e UG 4. Verifica-se portanto, que o maior empenho em recuperação ambiental deve ser imprimido nessa mesma ordem.

De forma geral, a aplicação de metodologias conceituais, como verificadas neste trabalho, mostram grande utilidade na classificação dos elementos da paisagem, permitindo que possam ser aplicadas no processo de zoneamento e planejamento de áreas rurais. Permitem ainda vislumbrar, mesmo de forma genérica, as ameaças de degradação ambiental e as atividades relacionadas às mesmas, dando início ao processo de manejo de riscos. Estas técnicas, entretanto, devem ser aprimoradas, diminuindo os problemas metodológicos a partir da discussão com um grupo de especialistas nos diversos temas abordados e com inclusão de novos dados e informações coligidas em campo.

O uso do Sistema de Informações Geográficas (SIG- IDRISI) para o armazenamento e processamento de dados, bem como para a interpretação da Imagem de Satélite, mostrou-se fundamental para a agilização do processo. Aliado a este, o uso do GPS (Sistema Global de Geoposicionamento) demonstrou grande utilidade para checagem de campo, nas verificações de verdade terrestre.

José Salatiel Rodrigues Pires

Este trabalho demonstra ser possível, a partir da utilização de dados disponíveis, montar um banco de dados e realizar uma análise ambiental do meio rural municipal com o intuito de auxiliar seu planejamento.

A principal causa dos problemas ambientais rurais na área de estudo está vinculada a monocultura de cana-de-açúcar. Na realidade, estas causas estão ligadas a fatores externos que não foram detalhados neste estudo. Entre estes fatores causais encontram-se a política econômica internacional e suas repercussões no sistema econômico e produtivo brasileiro que pressiona e determina a intensidade de uso dos recursos naturais. Nesse sentido, as políticas orientadas à exportação dão prioridade aos ganhos econômicos a curto prazo, através da opção por sistemas agroindustriais ligados à monocultura altamente subsidiada. Estas políticas, aliadas a falta de ordenamento territorial, são as causas primárias da super-exploração e deterioração dos solos agrícolas por erosão e compactação, que juntamente com os insumos agrícolas, fertilizantes e agrotóxicos e as práticas agrícolas com uso intensivo de queimadas, têm conduzido à perda da biodiversidade em todos os níveis (habitats, espécies e genes). Associado a isto, o uso indisciplinado da agricultura e indústria vem colaborando para a degradação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A agricultura baseada na trilogia monocultura, agrotóxicos e fertilizantes artificiais com consumo excessivo de energia, ainda deverá perdurar por algum tempo até que a estrutura econômica e política atual que sustentam esta atividade (subsídios diretos e indiretos, protecionismo econômico e político) sejam modificadas. Na ausência de subsídios, estes produtos poderiam não ser competitivos no mercado, portanto na verdade o Governo Federal e sua política energética estão entre os responsáveis por subsidiar a degradação ambiental. Infelizmente este tipo de agricultura deverá causar ainda grandes impactos aos

José Salatiel Rodrigues Pires

sistemas naturais, além de ser uma das causas dos desequilíbrios sociais na região (acumulação de terras, marginalização, subemprego, etc.).

6 - NECESSIDADE DE FUTUROS TRABALHOS.

Em vista dos resultados deste trabalho são determinados alguns aspectos que deveriam ser melhor estudados em trabalhos futuros, entre eles:

- Determinar parâmetros qualitativos de qualidade ambiental frente as condições de uso do solo das unidades de gerenciamento;
- Determinar a diversidade biológica, ao nível de *espécies*, e as alterações de parâmetros abióticos em diferentes fragmentos de mata natural contendo cerrados em vários estágios de degradação;
- Determinar o efeito de borda sobre diferentes espécies, em várias fitossocionomias na área de estudo;
- Determinar medidas de manejo dos fragmentos “menores” de mata natural visando sua recuperação e conexão com outros fragmentos;
- Determinar quali e quantitativamente os fluxos de produtos tóxicos (agrotóxicos) entre fragmentos naturais e antrópicos dentro do mosaico e como estes afetam as espécies a serem protegidas;
- Verificar experimentalmente a influência de sistemas agroflorestais na qualidade ambiental em microbacias. Analisar comparativamente com microbacias contendo apenas monocultura de cana;
- Verificar experimentalmente a influência de medidas de recuperação (enriquecimento) de fragmentos de cerrado, através de introdução de espécies vegetais e animais.
- Determinar parâmetros ambientais para serem analisados (monitorados) como indicadores de sustentabilidade ambiental de uso da terra em bacias hidrográficas.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBUEL, B. & TEMPLE, A. Area dependent changes in the bird communities and vegetation of southern Wisconsin forests. Ecology 64:1057-1068, 1983.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; SILVA FILHO, N. L.; BATISTA, E. A.; MANTOVANI, W.; MACEDO, M. C.; FRÓES, M. S. & SEMACO, M. Modelo de regeneração de mata ciliar: 1. Ensaio preliminares. In: Reunião Anual de Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 39, Brasília, DF. 1987. Resumos. p. 605.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, J. M.; BATISTA, E. A.; MANTOVANI, W.; VERONESE, S. A. & ANDREANI JÚNIOR, R. Ensaio para estabelecimento de modelos para recuperação de áreas degradadas de matas ciliares, Moji-Guaçu (SP) - Nota Prévia, In: Simpósio sobre Mata Ciliar, São Paulo, 1989. Anais. p. 268-283.

BERTONI, J. E. de A. & MARTINS, F. R. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. Revista Acta Botânica Brasilica, Porto Alegre (RS), 1(1):17-26. 1987.

BORBA, C. & SILVA, E.. Importância da Preservação da Serra do Itajaí. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 1, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro: UFRJ. v. 2, p.345-349. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

BORDEST, S. M. L.. Riscos Ambientais na Alta Bacia do Coxipó - MT.. UNESP, Rio Claro, SP, 1992. (Tese de Doutorado).

José Salatiel Rodrigues Pires

BORMANN, F. H. & LIKENS, G. E.. Nutrient cycling. Science 155:424-429. 1967.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 1988.

BRITTINGHAM, M. C. & TEMPLE, S. A. Have cowbirds caused forest songbirds to decline? BioScience 33:31-35. 1983.

BROWN, A.A & DAVIES, K. P. Forest Fire-control and use. 2ª Ed. New York, MacGraw-Hill, 1973. 686 p.

BRUIJNEZEEL, L. A.. Hydrological impacts of tropical forest conversion. Nature & Resources 27(2):36-45. 1991

BUARQUE , C.. A desordem do progresso (O fim da era dos economistas e a construção do futuro), Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1990

BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G.F. The environment as hazard. New York, Oxford University Press, 1978.

CANTER, L. C. Environmental Impacts of Agricultural Production Activities. Lewis Publishers, Inc. Michigan, 1986. 380 p.

CARROL, C. R.; VANDERMEER, J.H. & ROSSET, P.M. (Eds). Agroecology. Biological Resources Management Series. New York, MacGraw-Hill, 1990.

CASSETI, V. Algumas considerações hidrodinâmica-ambientais em Goiânia - GO. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 3, 1989, Nova Friburgo. Anais. Rio de Janeiro: UFRJ, 1989. p. 208-222. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia

José Salatiel Rodrigues Pires

no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p.
(Tese de Doutorado).

CAVALHEIRO, F., BALLESTER, M.V.R., KRUSCHE, A.V., MELO, S.A.
WAECHTER, J.L., DA SILVA, C.J., D'ARIENZO, M.C., SUZUKI, M.S.,
BOZELLI, R.L., JESUS, T.P. , SANTOS, J.E. Propostas preliminares
referentes ao plano de zoneamento e manejo da Estação Ecológica
de Jataí. Luiz antonio, SP. Acta Limnol. Brasil., 3:951-968. 1990.

CELPAV - Companhia Votorantim de Celulose e Papel. Estudo de
Impacto Ambiental - EIA. Empreendimento Industrial e Florestal de
Luiz Antonio, SP. Volume I. Promom, São Paulo. 1991.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São
Paulo. Série Relatórios. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo.
1990. 164 p.

CHEN, J. & FRANKLIN, J. F. Microclimatic pattern and basic biological
responses at the clearcut edges of old-growth Douglas fir stands.
Northwest Environ. J. 6:424-425. 1990.

CHEN, J.; FRANKLIN, J. F. & SPIES, T. A. Vegetation responses to edge
environments in old-growth Douglas fir forests. Ecol. Aplic. 2:387-396.
1992.

CHIOSSI, N. J.. Ocupação do solo e impacto ambiental. Revista Brasileira
de Tecnologia. 13(5):44-51. 1982. In: LIMA, M. A. Avaliação da
Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro -
SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

José Salatiel Rodrigues Pires

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro. Ed. FGV. 1988. 430 p.

COMUNE, A. E.. Contabilização econômica do meio ambiente: uma visão geral. In: SÃO PAULO. Secretaria de Meio Ambiente. Contabilização Econômica do Meio Ambiente. São Paulo, 1992

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Cúpula da Terra - Rio de Janeiro. 1992.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA - Resoluções CONAMA 1984/91. Brasília: IBAMA, 1992. 245 p.

CORBETT, E. S. & SPENCER, W. Effects of management practices on water quality and quantity: Baltimore, Maryland, municipal watersheds. In: MUNICIPAL WATERSHED MANAGEMENT SYMPOSIUM. Proceedings. s.1: USDA Forest Service, 1975. (General Technical Report NE-13). In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

COUTINHO, L.M. Situação atual da pesquisa e preservação de ecossistemas brasileiros. Cerrado e Caatinga. Anais do XIII Simpósio Anual da ACIESP. Meio Ambiente: Sua Ocupação e Recuperação. ano 1989. 147-156.

CURTIS, J. T. The modification of mid-latitude grasslands and forests by man. In: Thomas, W. L. Jr. (ed.) Man's Role in Changing the Face of the Earth. Chicago: University of Chicago Press. 1956. p. 721-736.

José Salatiel Rodrigues Pires

- DALE, M. B.. Systems analysis and ecology. Ecology, 51:2-16. 1970.
- DANTAS, M.. Aspectos Ambientais dos Sistemas Agroflorestais. In: I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais. Rondônia. EMBRAPA, 1994, 433-453.
- DASMANN, R. F.; MILTON, J. P. & FREEMAN, P. H. Ecological Principles for Economic Development. Washington D. C., USA. John Wiley & Sons Ltd. 1973.
- DeBANO, L. F. et al. Enhancement of riparian vegetation following shrub control in Arizona chaparral. Journal of Soil and Water Conservation. 39(5): 317-319. 1984. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP. 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).
- DE GROOT, R. S. A Functional Ecosystem Evaluation Method as a Tool in Environmental Planning and Decision Making. Unp. Manuscript. Nature Conservation Dept., Agricultural University Wageningen. 1986.
- DE GROOT, R. S. Functions of Nature. Wageningen, Netherlands. Wolters-Noordhoff. 1992.
- DIAMOND, J. M. Biogeographic kinetics: estimation of relaxation times for avifaunas of southwest Pacific islands. Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 69:3199-3203. 1972.
- DIAMOND, J. M. Island biogeography and conservation: strategy and limitations. Science, 193: 202-214. 1976.
- DIERINGER, R. As enchentes e os deslizamentos em Petrópolis, causas, consequências e propostas de solução. In: CONGRESSO

José Salatiel Rodrigues Pires

BRASILEIRO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE, 1, Rio de Janeiro, 1984. Anais. Rio de Janeiro: UFRJ. v. 2, p. 523-526. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J. C. B.. Recomposição de matas ciliares. IF. Série Registros, São Paulo, (4): 1-14. 1990.

DUTRIEUX E. & GUÉLORGET, O.. Ecological Planning: A Possible Method for the Choice of Aquacultural Sites. Ocean & Shoreline Manag., (11):427-447. 1988.

ELFSTROM, B. A.. Tree Species Diversity and Forest Island Size on the Piedmont of New Jerrsey. Master's thesis. Rutgers University, New Brunswick, New Jersey. 1974.

ELTON, C. S. The Ecology of Invasions by Animals and Plants. London, Chapman and Hall, 1958.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula de X Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro. SNLS. 1979.

ESPANHA. Guias metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Repoblaciones Florestales. Madrid, Centro de Publicaciones (MOPT), 1989.

FAO. La erosión hídrica de suelos. Roma. 1970.

José Salatiel Rodrigues Pires

- FARIA, S. C. de. Bewertung oekologischer Auswirkungen einer konkreten Planungsmassnahme auf einen regionalen Raum. Tese de doutorado na Universidade de Stuttgart. 1983.
- FORBES, F. J. & HODGES, R. C. New Approaches to Comprehensive Planning in Canada. Water Resources Bulletin, 7:(5) ,1971.
- FORMAN, R. T. T. Land Mosaics - The Ecology of Landscapes and Regions. Cambridge University Press. Cambridge. 1995.
- FORMAN, R. T. T.; GALLI, A. E. & LECK, C. F. Forest size and avian diversity in New Jersey woodlots with some land use implications. Oecologia 26:1-8. 1976.
- FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. Landscape Ecology. Usa, John Wiley & Sons, Inc. 1986.
- FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. Patches and structural components for a landscape ecology. BioScience 31:733-740. 1981.
- FRANKLIN, J. F. & FORMAN, R. T. T. Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles. Landscape Ecol. 1:5-18. 1987.
- FREDRIKSEN, R. L. & HARR, R. D. Soil, vegetation, and watershed management. In: Forest Soils of the Douglas-Fir Region. Washington: Washington State University Cooperative Extension. 1979. p. 231-260. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. Rio Claro, SP, UNESP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

José Salatiel Rodrigues Pires

- FRISSEL, S. S.; STANKEY, G. H. & ZUBE, E. H.. A framework for estimating the consequences of alternative carrying capacity levels in Yosemite Valley, California. Landscape Planning 7:151-170. 1980.
- GALLI, A. E.; LECK, C. F. & FORMAN, R. T. T. Avian distribution patterns within different sized forest islands in central New Jersey. Auk. 93: 356-364, 1976 In: FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. Landscape Ecology. Usa, John Wiley & Sons, Inc. 1986.
- GARDNER, M.R. & ASHBY, W. R. Connectance of large, dynamic, (cybernetic) systems: critical values for stability. Nature (14) 228-284. 1970.
- GIBBS, P. E & LEITÃO-FILHO, H. F. Composição florística de uma área de mata ciliar, nas proximidades de Moji-Guaçu, Estado de São Paulo, Brasil Sudeste. Revista Brasileira de Botânica, 1(2):151-157. 1978.
- GILBERT, L.E. 1980. Food web organization and conservation of neotropical diversity. In: SOULÉ, M. E. & WILCOX, B. A.. (Ed). Conservation Biology. An Evolutionary-Ecological Perspective. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc. 1980.
- GILPIN, M.E. & SOULÉ, M.E.. Minimum viable population: processes of species extinction. In: SOULÉ, M.E. (Ed) Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Ass.,Inc. Publ. Sunderland. 584 p. 1986.
- GILLILAND, M. W. & CLARK, B. D.. The Lake Tahoe Basin: a systems analysis of its characteristics and human carrying capacity. Environ. Manage. 5:397-407. 1981.

José Salatiel Rodrigues Pires

- GOSSELINK, J.G. et al.. Landscape Conservation in a Forested Wetland Watershed. Can we manage cumulative impacts? BioScience 40(8):588-599. 1990.
- GOTTFRIED, B. M. Small mammal populations in woodlot islands. Amer. Midl. Natur. 102:105-112. 1979.
- GRANT, L. Foresight and National Decisions. Lanham, MD: University Press of America, 1988, 310 p.
- HARDIN, G. The tragedy of the commons. Science. 162:1243-1248. 1968.
- HARDIN, G.. Living Within Limits: Ecology, Economics, and Population Taboos. New York, Oxford University Press, 1993.
- HARRIS, L. D. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. Chicago, University of Chicago Press, 1984.
- HARRISON, R.L. Toward a theory of inter-refuge corridor desing. Conserv. Biol. 6:293-295. 1992.
- HESKETH, H. E. & CROSS Jr, F. L. Air pollutants from, and effects on, Agriculture. Proceedings of Specialty Conference on Control Technology for Agricultural Air Pollutants, mar 1974, Air Pollution Control Association, Pittsburgh, Pennsylvania. pp. 170-177. 1981.
- HESS, S.. Timber harvesting and flooding. Journal of soil and Water Conservation. 39(2): 115-117. 1984. In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p. (Tese de Doutorado).

José Salatiel Rodrigues Pires

HOWARD-WILLIAMS, C. & TOMPSON, K. The conservation and management of African wetlands. In: DENNY, P. (Ed). The Ecology and Management of African Wetland Vegetation. Boston, W. Junk Publ. Geobotany 6, 1985.

HUTCHINSON, G. E. A Treatise on Limnology (vol. 1). New York: Wiley. 1957.

HUTCHINSON, G. E. . Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? Amer. Natur. 93, 145-159. 1959.

HUDSON, N.W.. Soil Conservation. Batsford. 1981. In: GUERRA, A. J.T. & CUNHA, S.B. da (Ed). Geomorfologia - Uma atualização de bases e conceitos. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. 1994.

IDRISI -Technical Reference. Version 4.0. 231 p. 1992.

IDRISI - User's Guide. Version 4.0. 178 p. 1992.

IDRISI - Update Manual. Version 4.1. 209 p. 1993.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:1.000.000. 1981.

JANZEN, D.H. The eternal external threat. In: SOULÉ, M. E. (ed.). Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sunderland, MA. Sinauer Associates, Inc.1986.

KAGEYAMA, P. Y. (coord.). Estudo para implantação de matas ciliares de proteção na bacia hidrográfica do Passa Cinco, visando à utilização

José Salatiel Rodrigues Pires

para abastecimento público, Piracicaba, DAEE/USP/PEALO, 1986.
(Relatório de Pesquisa).

KAPOS, V. Effects of isolation on water status of forest patches in the Brazilian Amazon. Journal of Tropical Ecology. 5:173-185. 1989.

KARR, J. R. Population variability and extinction in the avifauna of a tropical land bridge island. Ecology 63:1975-1978. 1982.

KATES, R. W. Risk Assessment of Environmental Hazard. SCOPE Rep. 8. New York. Wiley, 1978.

LAURANCE, W. F. Edge effects in tropical forest fragments: Application of a model for the design of nature reserves. Biol. Conserv. 57:205-219. 1991.

LEE, L.C. & GOSSELINK, J.G. Cumulative impacts on wetlands: Linking Scientific Assessment and Regulatory Alternatives. Environ. Manag. 12(5): 591-602. 1988.

LECK, C.F., Avian extinctions in an isolated tropical wet-forest preserve, Ecuador. Auk., 96:343-352. 1979.

LIKENS, G. E. & BORMANN, F. H. Linkages between Terrestrial and Aquatic Ecosystems. BioScience. Vol. 24 (8). 1974.

LIMA, M. A.. Decomposição e humificação de uma gramínea (*Melinis minutiflora* Beauv.) e de uma leguminosa (*Crotalaria incana* L.) em rejeito de mineração de calcário e solo circunvizinho. DCB-UFSCar, São Carlos, SP, 1986. 95 p. Dissertação de Mestrado. In: LIMA, M. A.. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no

José Salatiel Rodrigues Pires

Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p.
(Tese de Doutorado).

LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia no
Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP. 1994. 264 p.
(Tese de Doutorado).

LINDBERGH, S. M. Estudo da Representatividade Ecológica das
Unidades de Conservação. Relatório - DIREC / IBAMA. (no prelo).

LINDENMAYER, D. B. & NIX, H. A. Ecological principles for the design of
wildlife corridors. Conserv. Biol. 7:627-630. 1993.

LOVEJOY, T.E. et al. Edge and other effects of isolation on Amazon
Forest fragments. In: SOULÉ, M. E. (ed.). Conservation Biology. The
Science of Scarcity and Diversity. Sunderland, MA. Sinauer
Associates. 1986.

LOWRANCE, R. et al. Riparian Forests as Nutrient Filters in Agricultural
Watersheds. BioScience 34(6):374-377, 1984.

LULL, H. W. & REINHART, K. G.. 1967. Increasing water yield in the
Northeast by management of forested watersheds. Upper Darby: U.
S. Forested Service. (U. S. Forested Service Research Paper NE-66).
In: LIMA, M. A. Avaliação da Qualidade Ambiental de uma Microbacia
no Município de Rio Claro - SP. UNESP, Rio Claro, SP, 1994. 264 p.
(Tese de Doutorado).

LYNCH, J. F. & WHIGHAM, D. F. Effects of forest fragmentation on
breeding bird communities in Maryland, USA. Biol. Conserv. 28:287-
324. 1984.

José Salatiel Rodrigues Pires

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWIGS, I. Y.; WANDERLEY, M. G. L.; MELO, M. M. R. F. & TOLEDO, C. B. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Moji-Guaçu, SP, Brasil. In: Simpósio sobre Mata Ciliar, São Paulo, Anais. 1989. p. 235-267.

MACARTHUR, R. H. Fluctuations of animal populations and a measure of community stability. Ecology (36): 533-536. 1957.

MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. The Theory of Island Biogeography. Princeton, Princeton Univ. Press, 1967.

MARGALEF, R. Perspectives in Ecological Theory. Chicago, University of Chicago Press, 1968.

MCHARG, I. L. Design with Nature. Garden City, New York, Natural History Press. 1969.

MEADOWS, D. et al. Groping in the Dark: The First Decade of Global Modelling. New York, Wiley, 1982, 311p.

MEFFE, G. K. & CARROLL, C. R. Principles of Conservation Biology. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc. 1994.

MELO, J. T.; MOURA, V. P. G. & FIALHO, J. F. Sistemas Agroflorestais na Região de Cerrados. In: I Congresso Brasileiro sobre Sistemas Agroflorestais. Rondônia. EMBRAPA, 1994, 123-131.

MONOSOWSKI, E. Políticas ambientais e desenvolvimento no Brasil. In: Cadernos Fundap, Planejamento e Gerenciamento Ambiental. 1989. 9(16): 15-24.

José Salatiel Rodrigues Pires

MOORE, N. W. & HOOPER, M. D. On the number of birds species in British woods. Biol. Conserv. 8:239-250. 1975.

MORGAN, R.P.C. Soil erosion and conservation. London, Longman, 1986.

MURPHY, D. D. & WILCOX, B. A. Butterfly diversity in natural habitat fragments: A test of validity of vertebrate based management. *Wildlife* 2000. UWP. Madison, 1986 In: SCOTT, J. M.; CSUTI, B.; JACOBI, J. D. & ESTES, J. E. Species Richness. A geographic approach to protecting future biological diversity. BioScience 37: 782-787. 1987.

NEWMARK, W. D. The role and design of wildlife corridors with examples from Tanzania. Ambio 22(8): 500-504. 1993.

NIMER, E.. Clima. In: Geografia do Brasil. Rio de Janeiro. IBGE. 1977. 35-38 pp.

NORTON, G. A. & WALKER, B. H.. Applied Ecology: Towards a Positive Approach. I. The Context of Applied Ecology. J. Environ. Manag. 14:309-324. 1982.

NOSS, R. F. & HARRIS, L. D.. Nodes, networks and MUMs: Preserving diversity at all scales. Environ. Manag. 10:299-309. 1986.

NOSS, R.F.. Corridors in real landscapes: A replay to Simberloff and Cox. Conserv. Biol. 1:159-164. 1987.

NOSS, R. F.. Landscape connectivity: Different functions at different scales. In: HUDSON, W. E. (Ed) 1991. Landscape linkages and biodiversity. Washington, Island Press, 1991.

José Salatiel Rodrigues Pires

ODUM, E. P.. Fundamentals of Ecology. Philadelphia, W. B. Saunder Company, 595 p. 1959.

ODUM, E. P.. The strategy of ecosystem development. Science, 164:262-279. 1969.

ODUM, E. P.. Ecologia. Rio de Janeiro, Interciências. 1985.

ODUM, E. P.. Ecology and Our Endangered Life-support Systems. 2ª Ed. 1993.

ODUM, W. E.. Environmental Degradation and the Tyranny of Small Decisions. BioScience. 32:9. 1982.

OLIVEIRA, J. B.; PRADO, H. & ALMEIDA, C. F. Levantamento Pedológico Semidetalhado do Estado de São Paulo. Convênio EMBRAPA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. 1982.

O'SULLIVAN, P. E. The Ecosystem - Watershed Concept in the Environmental Sciences - A Review. Intern. J. Environmental Studies, 13:273-281. 1979.

PATTEN, B. C.. Systems ecology: a course sequence en mathematical ecology. Bioscience, 16:593-598, 1966.

PETERKEN, G. F. A method of assessing woodland flora for conservation using indicator species. Biol. Conserv. 6:239-245. 1974.

PETERSON, R. W. A college of Integrated Studies: Education for the Professional Generalist. Madison, Spring. L&M Magazine, University of Wisconsin, 1988.

- PIRES, J. S. R. & SANTOS, J. E. Bacias Hidrográficas - Integração entre meio ambiente e desenvolvimento. *Ciência Hoje*. 19(110):40-45. 1995.
- PIMM, S. L. The complexity and stability of ecosystems. *Nature*. (307): 321-326. 1984.
- POLLETE, M.. Planície do Perequê / Ilha de São Sebastião - SP. Diagnóstico e Planejamento Ambiental Costeiro. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 1993. (Dissertação de Mestrado).
- PULLIAM, H.R. Sources, sinks, and population regulation. *Am Nat*. 132:652-661. 1988.
- RACKHAM, O. Hayley Wood: Its History and Ecology. Cambridge: Cambridgeshire and Isle of Ely Naturalists' Trust. 1975.
- RANNEY, J. W.; BRUNER M. C. & LEVENSON, J. B. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. In: R. L. Burgess and D. M. Sharpe (eds.), Forest Island Dynamics in Man-Dominated Landscapes. New York, Springer-Verlag, 1981.
- ROBBINS, C. S. Effect of forest fragmentation on bird populations. In: DeGraaf, R. M. & Evans, E. K., compilers, Management of North Central and North-eastern Forests of Nongame Birds. U.S. Dept. Agric., Forest Service General Technical Report NC-51. 1980.
- ROSA, C. M. M. Ocorrência de incêndios em Unidades de Conservação. Anais do I Seminário Nacional sobre Incêndios Florestais e Queimadas - Brasília, IBAMA/PREVFOGO (no prelo).

José Salatiel Rodrigues Pires

SÃO PAULO, Política Municipal de Meio Ambiente. Série Seminários e Debates. Secretaria de Meio Ambiente. Secretaria de Planejamento e Gestão. Fundação Prefeito Faria Lima - CEPAM. 1992.

SÃO PAULO, Secretaria da Agricultura. IAC - Programa Micro Bacias - Manual Técnico de Manejo e Conservação de Solos. São Paulo, 1994.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J. & ARNOLD, G. W.. The Kellerberrin Project on fragmented landscapes: a review of current information. Biological Conservation, 64:185-192. 1993.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Projeção Fundação SEADE. 1992. (em disquete).

SEIBER et al. Analysis of Pesticidal Residues in the air Near Agricultural Treatment Sites. Pesticide Analytical Methodology, 1980, pp 177-180. In: CANTER, L. C. Environmental Impacts of Agricultural Production Activities. Michigan, Lewis Publishers, Inc. 1986.

SEIBER, J. N. & WOODROW, J. E.. Sampling and analysis of airborne residues of paraquat in treated cotton field environments. Archives of environmental contamination and toxicology, vol 10, pp 133-149. 1981 In: CANTER, L. C. Environmental Impacts of Agricultural Production Activities. Michigan, Lewis Publishers, Inc. 1986.

SETZER, J. Atlas Climatológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai. São Paulo. CESP. 1966.

SHARPE, D. M.; STEARNS, F. W.; BURGESS, R. L. & JOHNSON, W. C. Spatio-temporal patterns of forest ecosystems in man-dominated

José Salatiel Rodrigues Pires

landscapes of the eastern United States. In: TJALLINGII, S. P. & VEER, A. A. eds., Perspectives in Landscape Ecology. Wageningen: Centre for Agricultural Publication and Documentation. 1981.

SIMBERLOFF, D. & COX, J. Consequences and costs of conservation corridors. Conserv. Biol. 1:63-71. 1987.

SOARES, R. V. Perfil dos incêndios florestais no Brasil. Brasil Florestal. 67:41-58. 1989.

SOULÉ, M. E. & WILCOX, B. A. (Ed). Conservation Biology. An Evolutionary-Ecological Perspective. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc. 1980.

SOULÉ, M. E.; WILCOX, B. A. & HOLTBY, C. Benign neglect: a model of faunal collapse in the game reserves of east Africa. Biol. Conserv. 15:259-272. 1979.

SOULÉ, M. E. (ed.). Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity. Sunderland, MA. Sinauer Associates, Inc. 1986.

SOULÉ, M. E. Conservation: Tactics for a Constant Crisis. Science. Vol. 253: 744-750. 1991.

TABANEZ, A. J.; VIANA, V. M. & DIAS, A. da S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. Submetido à Revista Brasileira de Biologia. (no prelo).

TALAMONI, S. A.; MOTTA-JUNIOR, J. C. & DIAS-FILHO, M. M. Mamíferos Não Voadores das Estações Ecológica e Experimental de

José Salatiel Rodrigues Pires

Jataí - Luiz Antônio, SP: Estudos Preliminares. Workshop do Projeto Jataí, 1, Anais... São Carlos, PPG-ERN/UFSCar. 1994.

TEMPLE, S. A. Predicting impacts of habitat fragmentation on forest birds: A comparison of two models. In J. Verner, M. L. Morrison and C. J. Ralph (eds.), Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates. Madison, University of Wisconsin Press, 1986.

TERBORGH, J. Preservation of natural diversity: the problem fo extinction prone species. BioScience 24:715-722. 1974.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. Annu. Rev. Syst. 20:171-197. 1989.

UNEP IE/PAC - United Nations Enviroment Progamme - Industry and Environment / Programme Activity Centre. Hazard Identification and Evaluation in a Local Community. Technical Report N° 12. Paris, United Nations Publ. 1992.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. Habitat as a basis for environmental assesment. 101 EMS. Div. Ecol. Serv., Washington, D. C. 1980.

U.S. FISH AND WILDLIFE SERVICE. Standards for the development of habitat suitability index models. 103 EMS. Div. Ecol. Serv., Washington, D. C. 1981.

VERNADSKY, V. I. The biosphere and the noosphere. Am. Sci. 33:1-12 1945 In HENDRIX, W.G.; FABOS, J.G. & PRICE, J.E. An Ecological Approach to Landscape Planning using Geographic Information System Technology. Landscape and Urban Planning 15:211-225, 1988.

José Salatiel Rodrigues Pires

VIANA, V. M.; TABANEZ, A. J. A. & MARTINEZ, J. L. A.. Restauração e Manejo de Fragmentos Florestais. Anais do 2º Congresso Nacional de Essências Florestais. Conservação da Biodiversidade. IF, São Paulo - Ed. Revista do IF. 1992. p. 400-406.

VIANA, V. M. Conservação da Biodiversidade de Fragmentos de Florestas Tropicais em Paisagens Intensivamente Cultivadas. Anais da Conferência Internacional: "On Common Ground: Interdisciplinary Approaches to Biodiversity Conservation and Land Use Dynamics in the New World". BH, Brasil. 1995. p.135-154.

WEGNER, J. F. & MERRIAM, G. Movements by birds and small mammals between a wood and adjoining farmland habitats. J. Appl. Ecol. 1.6:349-358. 1979.

WHITCOMB, R. F. Island biogeography and "habitats islands" of eastern forest. Amer. Birds 31:3-5. 1977.

WHYTE, A. V. and BURTON, I. (eds.). Environmental Risk Assessment. SCOPE Rep. 15. New York, Wiley, 1980.

WILCOVE, D. S.; McLELLAN, C. H. & DOBSON, A. P. Habitat fragmentation in the temperate zone. In: M. E. Soulé (ed.), Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity, Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc. 1986.

WILCOX, B.A. Insular ecology and conservation. In: SOULÉ, M. E. & WILCOX, B. A. (Ed). Conservation Biology. An Evolutionary-Ecological Perspective. Sunderland, MA, Sinauer Associates, Inc. 1980.

José Salatiel Rodrigues Pires

WILLIAN-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. J. Ecol. 789:356-373. 1990.

WILLIS, E. O. Populations and local extinctions of birds on Barro Colorado Island, Panama. Ecol. Monogr. 44:153-169. 1974.

WISCHMEIER, W. H. & SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Agricultural Handbook nº 557, Washington, U.S. Department of Agriculture, 1978. 58 pp.

YAOKUM, J. & DASMANN, W. P. Habitat manipulation practices. In: GILES, R. H. (ed.), Wildlife Management Techniques, Washington, D. C. The Wildlife Society, 1971.

YOUNG, R. A.; ONSTAD, C. A.; BOSCH, D. D. & ANDERSON, W. P. AGNPS, a non-point-source pollution model for evaluation agricultural watersheds. J. of Soil and Water conservation 44(2): 168-173. 1989.

ANEXO I

**Identificador (ID) de cada fragmento, área, perímetro,
Índice de Borda (InB) e
Razão Interior / Borda (I/B).**

José Salatiel Rodrigues Pires

ANEXO I

Identificador (**ID**) de cada fragmento, área (ha), perímetro (m), Índice de Borda (**InB**) e Razão Interior / Borda (**I/B**).

Vulnerabilidade Ecológica Relativa (VER)	Forma	Símbolo
"menos vulnerável"		*
média vulnerabilidade	"ilha"	**
	"corredor"	***
alta vulnerabilidade	"ilha"	****
	"corredor"	*****

ID	Área (ha)	Perímetro(m)	InB	I/B	VER
1	454,48	53017,77	7,02	0,0890	***
2	5,40	2938,97	3,57	0,0000	*****
7	9,80	5397,98	4,86	0,0000	*****
8	38,67	10555,95	4,79	0,0000	*****
9	22,21	6237,57	3,73	0,0000	*****
10	9,35	2039,13	1,88	0,0000	****
15	2,07	659,76	1,29	0,0000	****
16	19,96	2219,11	1,40	0,1045	**
19	10,34	1799,38	1,58	0,0000	****
23	3,60	1979,41	2,94	0,0000	*****
24	3,15	779,64	1,24	0,0000	****
25	2,07	659,72	1,29	0,0000	****
26	5,67	1739,39	2,06	0,0000	*****
27	116,99	10675,76	2,78	0,2651	***
28	12,68	1859,24	1,47	0,0071	**
29	1,35	479,78	1,17	0,0000	****
30	792,42	40062,57	4,01	1,0202	****
31	116,36	8216,51	2,15	0,5441	***
32	8,09	1439,38	1,43	0,0000	****
33	4,59	1859,42	2,45	0,0000	*****
34	2,52	719,72	1,28	0,0000	****
35	2,97	959,52	1,57	0,0000	****
36	5,40	2219,05	2,69	0,0000	*****
37	5,94	1139,52	1,32	0,0000	****
38	38,22	5217,64	2,38	0,0366	***
39	40,83	8816,20	3,89	0,0000	*****
40	4,05	1918,95	2,69	0,0000	*****
41	3,06	1139,54	1,84	0,0000	****
42	9,89	4798,29	4,30	0,0000	*****
43	33,27	8336,53	4,08	0,0000	*****

José Salatiel Rodrigues Pires

Identificador (ID) de cada fragmento, área (ha), perímetro (m), Índice de Borda (InB) e Razão Interior / Borda (I/B). (Continuação)

ID	Área (ha)	Perímetro (m)	InB	I/B	VER
45	125,27	8216,92	2,07	0,3426	***
46	11,51	1739,25	1,45	0,0000	****
47	219,87	15114,13	2,88	0,6443	***
48	35,43	3718,25	1,76	0,0707	**
49	456,01	26568,63	3,51	0,7710	***
50	2,07	1019,65	2,00	0,0000	*****
51	4,14	959,58	1,33	0,0000	****
53	132,91	22730,26	5,56	0,0788	***
54	2,34	1559,43	2,88	0,0000	*****
56	20,86	9656,67	5,96	0,0000	*****
57	2,88	839,69	1,40	0,0000	*
58	217,98	21830,69	4,17	0,2956	***
59	80,66	12594,46	3,96	0,0565	***
60	10,07	1679,40	1,49	0,0000	****
61	123,65	11874,88	3,01	0,2244	***
63	1,53	779,64	1,78	0,0000	****
64	1,26	599,75	1,51	0,0000	****
65	8490,91	122108,99	3,74	5,5877	*
66	52,88	8635,96	3,35	0,0000	*****
67	58,63	13374,12	4,93	0,0000	*****
69	1,62	779,71	1,73	0,0000	****
70	8,81	4737,84	4,50	0,0000	*****
71	12,68	2818,84	2,23	0,0000	*****
72	3,51	959,66	1,45	0,0000	****
74	49,01	4378,27	1,76	0,2192	**
76	130,03	7197,13	1,78	0,8658	**
77	38,13	6897,17	3,15	0,0024	***
78	3,42	1439,42	2,20	0,0000	*****
80	4,05	1019,59	1,43	0,0000	****
81	10,07	2638,88	2,35	0,0000	*****
83	13,22	1919,20	1,49	0,0068	**
84	56,56	8456,95	3,17	0,0431	***
85	2,79	1079,67	1,82	0,0000	****
86	21,94	3298,60	1,99	0,0383	**
87	1869,45	62493,93	4,08	2,2902	*
88	1,17	479,82	1,25	0,0000	****
90	21,04	3118,58	1,92	0,0000	****
91	855,91	36465,02	3,52	1,2940	*
92	37,32	5338,20	2,47	0,0000	*****

José Salatiel Rodrigues Pires

Identificador (ID) de cada fragmento, área (ha), perímetro (m), Índice de Borda (InB) e Razão Interior / Borda (I/B). (Continuação)

ID	Área (ha)	Perímetro (m)	InB	I/B	VER
94	33,09	4977,96	2,44	0,0138	***
95	1,53	1019,71	2,33	0,0000	*****
96	5,40	1319,47	1,60	0,0000	****
98	5,40	1979,25	2,40	0,0000	*****
100	3,60	1079,57	1,61	0,0000	****
101	33,99	5217,45	2,52	0,0000	*****
102	7,28	1319,41	1,38	0,0000	****
104	83,99	5097,91	1,57	0,7393	**
105	1,17	479,80	1,25	0,0000	****
107	153,86	8396,53	1,91	0,8538	**
108	51,80	9175,85	3,60	0,0000	*****
110	3,87	899,59	1,29	0,0000	****
111	3,87	899,66	1,29	0,0000	****
112	62,59	11156,19	3,98	0,0000	*****
116	27,79	2338,98	1,25	0,2262	**
117	1627,20	28068,08	1,96	4,3906	*
118	482,63	29147,88	3,74	0,7778	***
119	43,52	3478,74	1,49	0,2161	**
120	251,34	16493,66	2,93	0,5365	***
121	58,09	4378,11	1,62	0,2568	**
122	8,54	1739,33	1,68	0,0000	****
123	2,52	719,70	1,28	0,0000	****
124	16,55	1979,19	1,37	0,0514	**
125	14,75	2159,12	1,59	0,0000	****
126	1,17	599,75	1,56	0,0000	****
127	3,06	779,67	1,26	0,0000	****
128	1,71	659,74	1,42	0,0000	****
129	7,91	1319,49	1,32	0,0000	****
130	21,13	2218,96	1,36	0,0444	**
131	7,10	1199,46	1,27	0,0000	****
133	1,26	599,69	1,51	0,0000	****
134	6,74	1859,22	2,02	0,0000	*****
135	5,85	1319,47	1,54	0,0000	****
137	7,46	1499,28	1,55	0,0000	****
138	7,01	2578,94	2,75	0,0000	*****
139	6,83	3298,85	3,56	0,0000	*****
140	124,55	15533,95	3,93	0,0396	***
141	450,17	22850,63	3,04	1,1329	*
142	75,00	7616,95	2,48	0,1616	***
143	44,15	4078,33	1,73	0,2955	**
144	5,85	1259,57	1,47	0,0000	****
146	106,92	12594,83	3,44	0,1026	***
150	27,52	7796,41	4,19	0,0000	*****
151	1,26	539,79	1,36	0,0000	****
152	43,07	6537,34	2,81	0,0021	***
153	6,29	2818,80	3,17	0,0000	*****
154	1,08	479,82	1,30	0,0000	****
156	5,13	1379,33	1,72	0,0000	****
159	1,89	839,65	1,72	0,0000	****

ANEXO II

Identificador (ID) de cada fragmento, área total (ha) e área sob risco de eliminação biológica por agrotóxicos (ha e %); fogo (ha e %) e caça e coleta (ha e %).

José Salatiel Rodrigues Pires

ANEXO II

Identificador (ID) de cada fragmento, área total (ha) e área sob risco de eliminação biológica por agrotóxicos (ha e %); fogo (ha e %) e caça e coleta (ha e %).

ID	Área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (%)	Risco 2 Fogo área (ha)	Risco 2 Fogo área (%)	Risco 3 Caça e coleta área (ha)	Risco 3 Caça e coleta área (%)
1	454,48	318,34	70,04	320,58	70,54	15,29	3,36
2	5,40	5,40	100,00	5,40	100,00	0,00	0,00
7	9,80	9,80	100,00	9,80	100,00	0,00	0,00
8	38,67	38,67	100,00	38,67	100,00	0,00	0,00
9	22,21	22,21	100,00	22,21	100,00	0,00	0,00
10	9,35	6,74	72,12	9,35	100,00	0,00	0,00
15	2,07	0,00	0,00	2,07	100,00	0,00	0,00
16	19,96	10,34	51,80	14,84	74,32	0,00	0,00
19	10,34	10,34	100,00	10,34	100,00	4,68	45,22
23	3,60	0,00	0,00	3,60	100,00	0,00	0,00
24	3,15	3,15	100,00	3,15	100,00	0,00	0,00
25	2,07	2,07	100,00	2,07	100,00	0,00	0,00
26	5,67	5,67	100,00	4,68	82,54	0,00	0,00
27	116,99	83,63	71,48	91,18	77,94	12,32	10,53
28	12,68	1,71	13,48	12,41	97,87	7,19	56,74
29	1,35	1,35	100,00	1,35	100,00	0,00	0,00
30	792,42	285,78	36,06	378,58	47,78	28,42	3,59
31	116,36	75,36	64,76	75,36	64,76	11,42	9,81
32	8,09	8,00	98,89	8,00	98,89	0,00	0,00
33	4,59	4,59	100,00	0,09	1,96	0,00	0,00
34	2,52	2,52	100,00	2,52	100,00	0,00	0,00
35	2,97	2,97	100,00	2,97	100,00	0,00	0,00
36	5,40	5,40	100,00	5,40	100,00	0,00	0,00
37	5,94	5,94	100,00	5,76	96,97	0,00	0,00
38	38,22	36,87	96,47	36,87	96,47	9,80	25,65
39	40,83	31,20	76,43	40,83	100,00	4,95	12,11
40	4,05	4,05	100,00	4,05	100,00	3,15	77,78
41	3,06	3,06	100,00	3,06	100,00	0,00	0,00
42	9,89	9,89	100,00	9,89	100,00	0,00	0,00
43	33,27	32,91	98,92	25,00	75,14	0,09	0,27
45	125,27	4,59	3,66	58,09	46,37	0,00	0,00
46	11,51	11,51	100,00	7,37	64,06	0,00	0,00
47	219,87	88,76	40,37	137,05	62,33	17,63	8,02
48	35,43	22,03	62,18	33,45	94,42	12,05	34,01
49	456,01	172,12	37,74	244,87	53,70	0,00	0,00
50	2,07	2,07	100,00	2,07	100,00	0,00	0,00

José Salatiel Rodrigues Pires

Identificador (ID) de cada fragmento, área total (ha) e área sob risco de eliminação biológica por agrotóxicos (ha e %); fogo (ha e %) e caça e coleta (ha e %). (continuação)

ID	Área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (%)	Risco 2 Fogo área (ha)	Risco 2 Fogo área (%)	Risco 3 Caça e coleta área (ha)	Risco 3 Caça e coleta área (%)
51	4,14	0,00	0,00	4,14	100,00	0,00	0,00
53	132,91	121,85	91,68	116,18	87,42	0,00	0,00
54	2,34	0,00	0,00	2,34	100,00	0,00	0,00
56	20,86	11,24	53,88	20,86	100,00	0,00	0,00
57	2,88	0,00	0,00	2,88	100,00	0,00	0,00
58	217,98	119,87	54,99	171,22	78,55	8,54	3,92
59	80,66	58,45	72,46	76,35	94,65	0,00	0,00
60	10,07	10,07	100,00	10,07	100,00	0,00	0,00
61	123,65	37,59	30,40	96,40	77,96	0,00	0,00
63	1,53	1,53	100,00	1,53	100,00	0,00	0,00
64	1,26	1,26	100,00	1,26	100,00	0,00	0,00
65	8490,91	626,96	7,38	1183,42	13,94	76,71	0,90
66	52,88	50,90	96,26	52,88	100,00	0,00	0,00
67	58,63	27,25	46,47	54,40	92,79	0,81	1,38
69	1,62	1,62	100,00	1,62	100,00	0,00	0,00
70	8,81	8,81	100,00	8,81	100,00	8,81	100,00
71	12,68	3,78	29,79	12,05	95,04	0,00	0,00
72	3,51	3,51	100,00	3,51	100,00	1,62	46,15
74	49,01	22,75	46,42	41,73	85,14	11,51	23,49
76	130,03	59,44	45,71	62,41	47,99	0,00	0,00
77	38,13	21,85	57,31	37,59	98,58	0,00	0,00
78	3,42	0,00	0,00	3,42	100,00	1,80	52,63
80	4,05	0,00	0,00	4,05	100,00	4,05	100,00
81	10,07	3,24	32,14	10,07	100,00	9,35	92,86
83	13,22	0,00	0,00	12,14	91,84	0,00	0,00
84	56,56	0,00	0,00	21,85	38,63	21,13	37,36
85	2,79	0,00	0,00	2,79	100,00	2,79	100,00
86	21,94	21,13	96,31	21,13	96,31	0,00	0,00
87	1869,45	159,17	8,51	165,82	8,87	14,21	0,76
88	1,17	1,17	100,00	1,17	100,00	0,00	0,00
90	21,04	21,04	100,00	21,04	100,00	0,00	0,00
91	855,91	142,71	16,67	355,02	41,48	1,17	0,14
92	37,32	0,00	0,00	29,41	78,80	0,00	0,00
94	33,09	32,64	98,64	29,95	90,49	0,00	0,00
95	1,53	0,00	0,00	1,53	100,00	1,17	76,47
96	5,40	0,00	0,00	5,40	100,00	0,00	0,00
98	5,40	5,40	100,00	5,40	100,00	0,00	0,00
100	3,60	3,60	100,00	3,60	100,00	0,00	0,00
101	33,99	0,00	0,00	33,09	97,35	0,00	0,00
102	7,28	7,28	100,00	7,28	100,00	0,00	0,00
104	83,99	22,75	27,09	40,65	48,39	0,00	0,00
105	1,17	1,17	100,00	1,17	100,00	0,00	0,00
107	153,86	53,69	34,89	83,00	53,95	0,00	0,00
108	51,80	13,22	25,52	41,37	79,86	0,00	0,00

José Salatiel Rodrigues Pires

Identificador (ID) de cada fragmento, área total (ha) e área sob risco de eliminação biológica por agrotóxicos (ha e %); fogo (ha e %) e caça e coleta (ha e %). (continuação)

ID	Área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (ha)	Risco 1 Agrotóxicos área (%)	Risco 2 Fogo área (ha)	Risco 2 Fogo área (%)	Risco 3 Caça e coleta área (ha)	Risco 3+ Caça e coleta área (%)
110	3,87	3,87	100,00	3,87	100,00	0,00	0,00
111	3,87	3,87	100,00	3,87	100,00	0,00	0,00
112	62,59	18,16	29,02	51,98	83,05	1,62	2,59
116	27,79	19,24	69,26	22,66	81,55	0,00	0,00
117	1627,20	75,18	4,62	463,20	28,47	233,27	14,34
118	482,63	139,47	28,90	139,47	28,90	0,00	0,00
119	43,52	35,79	82,23	27,16	62,40	0,00	0,00
120	251,34	8,99	3,58	95,05	37,82	0,99	0,39
121	58,09	45,32	78,02	22,66	39,01	0,00	0,00
122	8,54	8,27	96,84	8,54	100,00	7,46	87,37
123	2,52	2,52	100,00	2,52	100,00	0,00	0,00
124	16,55	15,74	95,11	15,65	94,57	4,68	28,26
125	14,75	14,75	100,00	13,76	93,29	7,19	48,78
126	1,17	1,17	100,00	1,17	100,00	1,17	100,00
127	3,06	3,06	100,00	3,06	100,00	0,00	0,00
128	1,71	1,71	100,00	1,71	100,00	0,00	0,00
129	7,91	7,91	100,00	7,91	100,00	0,00	0,00
130	21,13	20,23	95,74	20,23	95,74	0,00	0,00
131	7,10	7,10	100,00	7,10	100,00	0,00	0,00
133	1,26	1,26	100,00	1,26	100,00	0,00	0,00
134	6,74	6,74	100,00	6,74	100,00	0,00	0,00
135	5,85	5,85	100,00	5,85	100,00	0,00	0,00
137	7,46	7,46	100,00	7,46	100,00	4,05	54,22
138	7,01	7,01	100,00	7,01	100,00	0,18	2,56
139	6,83	2,70	39,47	6,83	100,00	0,81	11,84
140	124,55	63,58	51,05	103,95	83,47	0,00	0,00
141	450,17	34,89	7,75	176,07	39,11	0,00	0,00
142	75,00	38,85	51,80	54,22	72,30	0,00	0,00
143	44,15	34,08	77,19	34,08	77,19	1,89	4,28
144	5,85	5,85	100,00	5,85	100,00	0,00	0,00
146	106,92	54,94	51,39	84,17	78,72	23,56	22,04
150	27,52	13,31	48,37	24,19	87,91	0,00	0,00
151	1,26	1,26	100,00	1,26	100,00	0,00	0,00
152	43,07	27,97	64,93	39,30	91,23	0,00	0,00
153	6,29	0,00	0,00	6,29	100,00	0,00	0,00
154	1,08	1,08	100,00	1,08	100,00	0,00	0,00
156	5,13	0,00	0,00	5,13	100,00	0,00	0,00
159	1,89	0,00	0,00	1,89	100,00	0,00	0,00

ANEXO III

Tipos de solo (Pedologia) em cada Unidade de Gerenciamento.

José Salatiel Rodrigues Pires

ANEXO III

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 1.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 1 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	526,2420	4,1049	49,92
Solos Hidromorfos Hi	1.045,7396	8,1572	20,15
Areias Quartzosas AQ	152,6029	1,1903	2,02
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	473,9955	3,6973	37,60
Latossolo Vermelho- Escuro LE	2.104,5184	16,4162	10,88
Latossolo Roxo LR	8.158,1901	63,6382	32,81
Terra Roxa Estruturada TE	358,3517	2,7953	100
Total	12.819,64		

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 2.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 2 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	147,2074	1,4321	13,96
Solos Hidromorfos Hi	857,3464	8,3414	16,52
Areias Quartzosas AQ	2.400,5520	23,3560	31,82
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	-	-	-
Latossolo Vermelho- Escuro LE	3.825,8658	37,2234	19,78
Latossolo Roxo LR	3.047,1139	29,6466	12,25
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	10.278,08		

José Salatiel Rodrigues Pires

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 3.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 3 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	145,6787	2,40	13,81
Solos Hidromorfos Hi	647,2812	10,6510	12,47
Areias Quartzosas AQ	2.471,3231	40,6658	32,76
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	120,1400	1,9769	9,53
Latossolo Vermelho- Escuro LE	1.935,4591	31,8480	10,00
Latossolo Roxo LR	757,2597	12,4606	3,04
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	6.077,14		

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 4.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 4 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	234,9744	2,5141	22,29
Solos Hidromorfos Hi	619,9444	6,6333	11,94
Areias Quartzosas AQ	1.891,8454	20,2426	25,08
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	644,4936	6,8960	51,13
Latossolo Vermelho- Escuro LE	3.897,3563	41,7014	20,15
Latossolo Roxo LR	2.057,2178	22,0120	8,27
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	9.345,83		

José Salatiel Rodrigues Pires

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 5.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 5 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	-	-	-
Solos Hidromorfos Hi	666,6151	14,6080	12,84
Areias Quartzosas AQ	98,3781	2,1557	1,30
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	-	-	-
Latossolo Vermelho- Escuro LE	2.971,6667	65,1215	15,36
Latossolo Roxo LR	826,5920	18,1140	3,32
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	4.563,25		

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 6.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 6 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	-	-	-
Solos Hidromorfos Hi	999,0684	13,3776	19,25
Areias Quartzosas AQ	528,0405	7,0706	7,00
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	-	-	-
Latossolo Vermelho- Escuro LE	4.443,2919	59,4969	22,97
Latossolo Roxo LR	1.497,7034	20,0546	6,02
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	7.468,10		

José Salatiel Rodrigues Pires

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 7.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 7 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	-	-	-
Solos Hidromorfos Hi	192,7995	3,8945	3,71
Areias Quartzosas AQ	-	-	-
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	21,8518	0,4413	1,73
Latossolo Vermelho- Escuro LE	164,2033	3,3170	0,84
Latossolo Roxo LR	4.571,3453	92,3465	18,38
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	4.950,20		

Pedologia da Unidade de Gerenciamento 8.

Tipo de solo	Área (ha) Total	Percentual em relação a UG 8 (%)	Em relação ao tipo de solo - total (%)
Solos Litólicos Li	-	-	-
Solos Hidromorfos Hi	160,3365	3,90	3,09
Areias Quartzosas AQ	-	-	-
Latossolo Vermelho-Amarelo LV	-	-	-
Latossolo Vermelho- Escuro LE	-	-	-
Latossolo Roxo LR	3.951,0416	96,10	15,89
Terra Roxa Estruturada TE	-	-	-
Total	4.111,37		

José Salatiel Rodrigues Pires

ANEXO IV

Uso e ocupação do Solo em cada Unidade de Gerenciamento

José Salatiel Rodrigues Pires

ANEXO IV**Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 1**

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	125,71	0,98	8,12	0,21
1.2. Banhados e áreas de alagamento	839,00	6,54	18,17	1,41
1.3. Áreas úmidas	-	-	-	-
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	768,77	6,00	59,72	1,29
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	634,06	4,95	5,62	1,06
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	724,71	5,65	12,22	1,22
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	6.752,48	52,68	25,58	11,34
3.2. Áreas de citricultura	1.447,97	11,29	55,30	2,43
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	1,17	0,009	1,38	0,002
3.5. Áreas contendo outras culturas	233,80	1,82	31,68	0,39
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	74,73	0,58	30,78	0,13
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	930,81	7,26	22,53	1,56
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	-	-	-	-
5.2. Tanques, represas e açudes	6,11	0,05	8,91	0,01
5.3. Tanques de resíduos	5,84	0,05	100	0,01
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	177,06	1,38	100	0,30
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	76,53	0,60	100	0,13
Área industrial				
7.1. Área industrial	10,07	0,08	8,02	0,01
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	4,58	0,035	100	0,01
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	-	-	-	-

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 2

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	186,15	1,81	12,02	0,31
1.2. Banhados e áreas de alagamento	927,39	9,02	20,08	1,55
1.3. Áreas úmidas	7,19	0,07	6,97	0,01
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	85,52	0,83	6,64	0,14
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	2.119,18	20,62	18,78	3,56
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	1.832,67	17,83	30,89	3,08
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	4.066,33	39,56	15,41	6,83
3.2. Áreas de citricultura	171,31	1,67	6,54	0,29
3.3. Áreas de plantação de Abacate	9,89	0,10	41,11	0,02
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	120,95	1,18	16,38	0,20
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	8,99	0,09	3,70	0,02
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	725,34	7,06	17,56	1,22
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	-	-	-	-
5.2. Tanques, represas e açudes	3,87	0,04	5,64	0,01
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	0,27	0,002	14,98	0,0004
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	-	-	-	-

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 3

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	98,29	1,62	6,35	0,17
1.2. Banhados e áreas de alagamento	691,16	11,37	14,96	1,16
1.3. Áreas úmidas	14,12	0,23	13,67	0,02
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	178,05	2,93	13,83	0,30
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	1.357,51	22,34	12,04	2,28
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	1.471,54	24,21	24,81	2,47
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	1.529,27	25,16	5,79	2,57
3.2. Áreas de citricultura	660,86	10,87	25,24	1,11
3.3. Áreas de plantação de Abacate	14,48	0,24	60,17	0,02
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	-	-	-	-
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	1,35	0,02	0,56	0,002
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	25,72	0,42	0,62	0,04
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	19,24	0,32	29,72	0,03
5.2. Tanques, represas e açudes	-	-	-	-
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	6,11	0,10	16,71	0,01

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 4

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	225,53	2,41	14,56	0,38
1.2. Banhados e áreas de alagamento	300,17	3,21	6,50	0,50
1.3. Áreas úmidas	31,02	0,33	30,05	0,05
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	254,85	2,73	19,80	0,43
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	5.689,56	60,88	50,45	9,55
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	1.082,79	11,59	18,26	1,82
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	1.604,89	17,17	6,08	2,69
3.2. Áreas de citricultura	-	-	-	-
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	32,55	0,35	4,41	0,05
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	59,62	0,64	24,56	0,10
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	26,98	0,29	0,65	0,05
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	9,08	0,01	14,03	0,02
5.2. Tanques, represas e açudes	18,52	0,20	27,00	0,03
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	4,14	0,04	11,30	0,01

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 5

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	338,66	7,42	21,86	0,57
1.2. Banhados e áreas de alagamento	350,35	7,68	7,59	0,59
1.3. Áreas úmidas	10,16	0,22	9,84	0,02
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	-	-	-	-
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	1.299,87	28,49	11,53	2,18
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	170,50	3,74	2,87	0,29
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	2.354,33	51,60	9,92	3,95
3.2. Áreas de citricultura	-	-	-	-
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	-	-	-	-
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	-	-	-	-
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	-	-	-	-
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	9,44	0,21	14,58	0,02
5.2. Tanques, represas e açudes	7,01	0,15	10,22	0,01
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	17,81	0,39	48,65	0,03

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 6

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	313,03	4,19	20,21	0,53
1.2. Banhados e áreas de alagamento	871,64	11,67	18,87	1,46
1.3. Áreas úmidas	26,35	0,35	25,52	0,04
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	-	-	-	-
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	116,09	1,55	1,03	0,19
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	648,09	8,68	10,93	1,09
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	3.713,10	49,72	14,07	6,23
3.2. Áreas de citricultura	-	-	-	-
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	143,61	1,92	19,46	0,24
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	66,90	0,90	27,56	0,11
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	1.401,03	18,76	33,92	2,35
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	16,73	0,22	25,83	0,03
5.2. Tanques, represas e açudes	15,47	0,21	22,54	0,03
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	115,55	1,55	91,99	0,19
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	1,53	0,02	84,93	0,003
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	8,54	0,11	23,34	0,01

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 7

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	119,60	2,42	7,72	0,20
1.2. Banhados e áreas de alagamento	309,88	6,26	6,71	0,52
1.3. Áreas úmidas	11,96	0,24	11,59	0,02
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	-	-	-	-
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	26,62	0,54	0,24	0,04
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	0,90	0,02	0,02	0,001
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	3.871,28	78,21	14,67	6,50
3.2. Áreas de citricultura	338,12	6,83	12,91	0,57
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	-	-	-	-
3.5. Áreas contendo outras culturas	16,37	0,33	2,22	0,03
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	1,53	0,03	7,37	0,03
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	236,95	4,79	5,74	0,40
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	10,25	0,21	15,83	0,02
5.2. Tanques, represas e açudes	6,74	0,14	9,83	0,01
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	-	-	-	-

José Salatiel Rodrigues Pires

Uso do Solo na Unidade de Gerenciamento 8

Uso do Solo	Área (ha)	Área (%)	% em relação ao uso específico	% em relação à área Total de estudo
Áreas Naturais				
1.1. Vegetação ripariana (ciliar)	140,73	3,42	9,10	0,24
1.2. Banhados e áreas de alagamento	328,05	7,98	7,10	0,55
1.3. Áreas úmidas	2,43	0,06	2,35	0,004
1.4. Vegetação de áreas de encosta e topos de morros.	-	-	-	-
1.5. Vegetação de Cerrado (diversas formas de cerrado)	35,70	0,87	0,31	0,06
Áreas de Reflorestamento				
2.1. Silvicultura	-	-	-	-
Áreas agrícolas				
3.1. Monocultura de cana de açúcar	2.501,90	60,86	9,48	4,20
3.2. Áreas de citricultura	-	-	-	-
3.3. Áreas de plantação de Abacate	-	-	-	-
3.4. Áreas de plantação de café	83,72	2,04	98,62	0,14
3.5. Áreas contendo outras culturas	190,64	4,64	25,83	0,32
3.6. Áreas contendo infraestrutura rural	29,68	0,72	12,22	0,05
Pecuária				
4.1. Áreas de pastagens plantadas	783,52	19,06	18,97	1,32
Lagoas, tanques, açudes e represas				
5.1. Lagoas marginais (rio Mogi-Guaçu)	-	-	-	-
5.2. Tanques, represas e açudes	10,88	0,26	15,86	0,02
5.3. Tanques de resíduos	-	-	-	-
Áreas Urbanas e Sub-urbanas				
6.1. Áreas urbanas	-	-	-	-
6.2. Área sub-urbana (Chácaras)	-	-	-	-
Área industrial				
7.1. Área industrial	-	-	-	-
7.2. Área de tratamento de resíduos municipais	-	-	-	-
Área de Mineração				
8.1. Área de mineração de areia (porto de areia)	-	-	-	-
Outras áreas				
9.1. Praias naturais e pesqueiros	-	-	-	-



Efeito de borda: Fragmento dominado por cipoal.



“Nicht locker lassen”
Koch